



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2022 30 stp
Fakultet for realfag og teknologi

Leveranseplanlegging som metode for å øke kontroll over prosjekteringskostnader

Delivery planning as a method to increase control
over design costs

Anders Walberg Nilssen og Jørgen Kolberg
Industriell økonomi

FORORD

Masteroppgaven er skrevet våren 2022 ved fakultet for realfag og teknologi ved Norges Miljø- og Biovitenskapelige Universitet (NMBU). Oppgaven markerer vårt avsluttende arbeid som sivilingeniørstudenter etter fem års studier ved Industriell Økonomi, med spesialisering innen konstruksjonsteknikk. Oppgavens problemstilling ble utarbeidet i samarbeid med veileder Asmamaw Tadege Shiferaw ved NMBU, Hans Thomas Holm ved Statsbygg og Magne Lilleland-Olsen ved Metier OEC. Samtaler med informanter i kombinasjon med eksisterende litteratur har gitt oss et klart bilde over viktigheten av tematikken, både for dagens og fremtidens byggenæring.

Masteroppgaven er slutten på vår tid som studenter, og har vært det mest interessante semesteret vi har hatt i løpet av mastergraden. Det har vært en spennende og lærerik prosess, hvor vi har fått muligheten til å utforme vårt eget prosjekt, og fått løse det på den måten vi selv har ønsket. Oppgaven har gitt oss verdifull innsikt i et komplisert tema, som vi ser frem til å benytte i arbeidslivet. Vi er takknemlige for all kunnskap vi har tilegnet oss i løpet av studietiden, og kommer til å se tilbake på årene ved NMBU med savn.

Vi ønsker å rette en stor takk til vår hovedveileder Asmamaw for rettleiding og mange gode tilbakemeldinger. Hans Thomas har vært en viktig pådriver og satt Statsbygg-apparatet til disposisjon. Magne har vært svært viktig for å sørge for generaliserbare resultater, og bidratt med et viktig nettverk for å få informanter utenfor Statsbygg. I tillegg retter vi en stor takk til alle informanter som har satt av tid til å prate med studenter under en ellers travel arbeidshverdag.

Avslutningsvis ønsker vi å takke familie, venner og kjæreste for den støtten og omsorgen dere har vist under arbeidet med oppgaven. Vi takker også våre medstudenter for fem fantastiske år som student på Agrarmetropolen.

Ås, 16. mai 2022

Anders W. Nilssen

Anders Walberg Nilssen

Jørgen Kolberg

Jørgen Kolberg

SAMMENDRAG

Store byggeprosjekter sliter med å holde prosjekteringskostnadene under kontroll. En prosjekteringsfase som strekker seg over mange år krever god prosjektledelse. God prosjektledelse strekker seg forbi tradisjonelle prosjektledelsesmetoder. Dagens prosjekter trenger moderne metoder og prosjektledere med evnene til å håndtere et bredt spekter av problemstillinger. Prosjekteringsfasen er en av områdene hvor disse moderne utfordringene er observert. Man ser en tendens til betraktelig økte prosjekteringskostnader ved komplekse prosjekter, uten at det tilfører prosjektet målbar nytte. Statsbygg har derfor ved prosjekt Livsvitenskapsbygget implementert en modell kalt leveranseplanlegging. Modellen har til hensikt å effektivisere prosjekteringsprosessen, og gi prosjektledelsen økt kontroll over fremdrift og kostnader.

Leveranseplanlegging er en planleggingsprosess som viser hva som forventes levert til enhver tid, samt avhengigheten mellom ulike leveranser og interessenter. Denne oppgaven tar for seg hvordan leveranseplanlegging kan brukes som et verktøy for å øke kontrollen over prosjekteringskostnadene. Det er utarbeidet tre forskningsspørsmål som tar for seg leveranseplanens evne til å overholde budsjetterte prosjekteringskostnader, hvordan man måler og følger opp leveranseplanen, samt fordeler og ulemper ved involvering av interessenter på et tidlig stadium. For å besvare oppgavens forskningsspørsmål er det utført en kvalitativ casestudie med LVB som hovedcase. Videre ble det utført intervjuer ved fire norske prosjekter og ett nederlandsk prosjekt. Studiet er avgrenset til store byggeprosjekter og omfatter ikke andre typer prosjekter.

Forskningen har dokumenterte funn på at leveranseplanlegging er et godt verktøy for å øke kontrollen over prosjekteringskostnadene. Bruk av leveranseplanlegging reduserer behovet for iterasjoner og skaper økt forutsigbarhet. Det bør kombineres med omfattende bruk av prestasjonsdrivende KPI'er for å kunne arbeide proaktivt. Studien viser at byggenæringen har betraktelig forbedringspotensial når det kommer til KPI-bruk. Bred involvering av interessenter i planleggingsfasen fører til at de riktige løsningene blir identifisert på et tidligere stadium. Rammene som skapes av leveranseplanen gir bruker gode påvirkningsmuligheter. Tidlig involvering av mange interessenter er en stor kostnadsdriver, og det er derfor viktig at dette arbeidet ledes på en fornuftig måte.

Oppgaven avdekker ny evidens rundt effekten av leveranseplanen, samt ny innsikt i hvordan leveranseplanlegging bør gjøres, samt følges opp. Forskerne oppfordrer til videre forskning rundt tematikken, da det indikeres at dette kan øke produktiviteten i byggenæringen.

ABSTRACT

Large construction projects are facing serious challenges with regards to controlling design costs. A design phase that lasts for many years demands an excellence in project management. Project management excellence goes beyond the traditional project management methodologies. Today's project management needs modern methodologies and project managers with skills necessary to combat a myriad of modern challenges. Project design phase is one of the areas where the modern challenges are observed. For instance, the drastic increase of the design costs with the complexity of the project, while there is not any meaningful value adding, is one of the challenges. To address this challenge, Statsbygg has implemented a model called delivery planning on project "Livsvitenskapsbygget". The goal with this planning method is to increase the control over projects design costs and progress.

Delivery planning is a planning process that explains which deliveries that it expects at all times, and the dependency between different deliveries and stakeholders. This study examines how delivery planning can be used as a tool to increase the control over projects' design costs. Three research questions have been developed, addressing the delivery plan's ability to control projects' budgeted design cost, how to measure and follow up the delivery plan and identifying the benefits and disadvantages of involving stakeholders early in the planning process. To address these research questions a qualitative case study with LVB as primary case has been conducted. The study has also conducted interviews with four Norwegian projects and one Dutch project. This study is limited to large construction projects and does not cover other types of projects.

This study has documented results that indicate delivery planning is well suited to increase the control over design costs. The use of delivery planning reduces the need for iterations and increases the predictability. It is beneficial to combine delivery planning with the use of performance driving KPI's to work proactively. The construction industry has a large potential in utilizing KPI's more effective. There appears to be significant evidence that broad involvement of stakeholders in the design phase creates correct solutions at an earlier stage. The framework created by the delivery plan gives the user a stable environment to impact the product. Firm project management is necessary to ensure that broad involvement of stakeholders not accelerate cost too much.

This research uncovers evidences for the effect of the delivery plan, and new insights in how a delivery-controlled project should be managed. The researchers underline the need for further research in this area, as it indicates that it will have a positive impact on the productivity for the construction industry.

INNHOLDSFORTEGNELSE

FORORD	I
SAMMENDRAG	II
ABSTRACT	III
TABELLER	VII
FIGURER	VII
DEFINISJONER OG BEKREPSFORKLARING	VIII
1 INNLEDNING	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Hensikt og formål	3
1.3 Problemstilling og forskningsspørsmål	3
1.4 Avgrensning.....	4
1.5 Struktur i oppgaven.....	5
2 TEORI	6
2.1 Byggenæringen.....	6
2.1.1 Forskning og utviklingsarbeid (FoU)	7
2.1.2 Endringer og holdninger	7
2.2 Standardisering	8
2.3 Standardisering av prosesser	9
2.3.1 Utvikling av standardiserte prosesser	9
2.3.2 Prosjektilpasning og implementering av standarder	9
2.4 LEAN	10
2.4.1 Sløsing.....	10
2.4.2 Flyt	11
2.4.3 Lærende organisasjoner	12
2.4.4 Lean construction	12
2.4.5 Lean Design.....	13
2.5 Key Performance Indicators (KPI).....	13
2.5.1 KPI i byggebransjen.....	14
2.5.2 PPU	14
2.6 Leveranseplanlegging	14
2.6.1 Leveranseplanens rolle	15
2.6.2 Utvikling av leveranseplaner	16
2.6.3 Taktplanlegging.....	16
2.6.4 Systematisk ferdigstillelse	16

2.7 Tidlig involvering	17
2.8 Digitalisering.....	19
2.8.1 Digitalisering i byggebransjen.....	19
2.8.2 BIM.....	19
2.8.3 Modell Modenhets Index (MMI)	20
2.8.4 Digitale verktøy i leveranseplanlegging.....	21
3 METODE	22
3.1 Valg av oppgave og utarbeidelse av problemstilling.....	22
3.2 Valg av forskningsdesign	23
3.3 Innhenting av primærdata	24
3.3.1 Intervju	24
3.3.2 Analyse av primærdata.....	28
3.3.3 Presentasjon av primærdata	29
3.4 Innhenting av sekundærdata	30
3.4.1 Litteratursøk og søkestrategi.....	30
3.4.2 Dokumentstudie ved LVB	32
3.5 Vurdering av validitet og reliabilitet	33
3.6 Etikk i forskning	34
3.7 Begrensninger for metoden	35
4 CASE.....	36
4.1 Casebeskrivelse – Prosjekt Livsvitenskapsbygget	36
4.2 Strategier og grep for prosjekteringsprosessen.....	37
4.2.1 Lean strategi	38
4.2.2 Systematisk ferdigstillelse	39
4.2.3 Digitaliseringsstrategi	40
4.3 Leveranseplanlegging i LVB	41
4.4 Digital KPI-strategi.....	42
4.5 Tidlig involvering i LVB	42
5 RESULTATER OG DISKUSJON	43
5.1 Leveranseplanlegging øker kontrollen over prosjekteringskostnadene.....	44
5.1.1 Transparens skaper forutsigbarhet og økt kontroll over prosjekteringskostnader 44	
5.1.2 Leveranseplanlegging reduserer iterasjoner, men uenighet om effektivitet	45
5.1.3 Synergi med MMI er en viktig bidragsyter for økt kontroll over prosjekteringskostnader.....	45
5.1.4 Leveranseplanlegging er avhengig av gjensidig tillitt og eierskap til planen	47

5.2 Hvordan bør KPI'er brukes i et leveransestyrt prosjekt for å øke kontrollen over prosjekteringskostnadene?	48
5.2.1 KPI'ene må synliggjøre avvik og deres effekt	48
5.2.2 Tilrettelegger proaktivt arbeid	49
5.2.3 Legg til rette for enkle rapporterings- og oppfølgingsprosedyrer	50
5.2.4 Enighet om KPI'er øker nytte.....	51
5.2.5 Måling av funksjonstesting gir færre feil og tidligere kontroll	51
5.3 Fordeler ved bred involvering av interessenter	52
5.3.1 Rett løsning blir tidligere identifisert.....	52
5.3.2 Leveranseplanlegging legger til rette for en brukerstyrt prosess	53
5.3.3 Tidlig involvering skaper enkle kommunikasjonslinjer og reduserer konfliktnivå ..	54
5.4 utfordringer ved bred involvering	54
5.4.1 Bred involvering krever vesentlig ressursbruk	54
5.4.2 Risikerer for tidlig detaljfokus	55
5.4.3 Krever konkret ansvarsfordeling og sterk styring	56
5.4.5 Behov for holdningsendringer	57
6 KONKLUSJON.....	58
6.1 Problemstilling.....	58
6.2 Bruk av leveranseplanlegging øker kontroll over prosjekteringskostnader	58
6.3 Slik bør KPI'er brukes for å øke kontroll over prosjekteringskostnader	59
6.4 Effekten av bred involvering	59
6.5 Hva oppgaven tilfører byggenæringen	60
6.6 anbefaling for videre forskning.....	61
7 REFERANSER.....	63
8 VEDLEGG	69
Vedlegg A: Funn fra eksisterende litteratur	69
Vedlegg B: Eksempel på søkestreng.....	70
Vedlegg C: Eksempel på vurderingsskjema.....	71
Vedlegg D: Intervjuguide informant og informasjonsskriv Statsbygg.....	72
Vedlegg E: Artikkel sendt til journalen Science Direct i forbindelse ProjMan 2022	76

TABELLER

TABELL 1: DEFINISJONER OG BEGREPSFORKLARINGER	VIII
TABELL 2: AKTIVITETER SOM MEDFØRER SLØSING.....	11
TABELL 3: OVERSIKT OVER ULIKE INTERESSENTERS SYN PÅ INVOLVERING EV ENTREPRENØR	18
TABELL 4: OVERSIKT OVER FORSKNINGENS REFERANSEPROSJEKTER	30
TABELL 5: VURDERINGSSKJEMA FOR BRUK AV KILDER	32
TABELL 6: NØKKELINFORMASJON FOR PROSJEKT LVB	37
TABELL 7: MÅL FOR BRUK AV LEAN VED LVB	38
TABELL 8: OVERORDNEDE MÅL OG STRATEGI FOR Å NÅ DISSE RELATERT TIL PROSJEKTERINGSFASEN	39
TABELL 9: MÅL FOR DIGITALISERINGSSTRATEGI	40
TABELL 10 EKSEMPEL PÅ AKTIVITETER I EN LEVERANSE VED LVB	41
TABELL 11: PROSJEKTETS MÅLSETNING FOR BRUK AV KPI'ER.....	42
TABELL 12: FORSKNINGENS HOVEDFUNN	43
TABELL 13: FUNN FRA EKSISTERENDE LITTERATUR	69
TABELL 14: EKSEMPEL PÅ SØKESTRENG	70
TABELL 15: EKSEMPEL PÅ VURDERINGSSKJEMA AV KILDE	71

FIGURER

FIGUR 1: LEVERANSEPLANLEGGING SAMMENLIKNET MED TRADISJONELL PLANLEGGING.....	2
FIGUR 2: OPPGAVENS OPPBYGNING	5
FIGUR 3: LEVERANSEPLANEN SIN ROLLE I PROSESSPLANLEGGINGEN	15
FIGUR 4: VISUALISERING AV PROSESSER FOR MMI	20
FIGUR 5: PROSESSEN FOR SPESIFISERING AV OPPGAVE OG UTARBEIDELSE AV PROBLEMSTILLING.....	22
FIGUR 6: FORSKNINGENS INFORMANTER	26
FIGUR 7: PROSESS FOR UTVIKLING AV INTERVJUGUIDE.....	27
FIGUR 8: PROSESS FOR ANALYSE AV PRIMÆRDATA.....	29
FIGUR 9: ANVENDT SØKESTRATEGI.....	31
FIGUR 10: OVERSIKTSBILDE AV PROSJEKT LVB	36
FIGUR 11: ANBEFALINGER FOR BRUK AV LEVERANSEPLANLEGGING.	60

DEFINISJONER OG BEGREPSFORKLARING

Tabell 1: Definisjoner og begrepsforklaringer.

Forkortelse/Begrep	Forklaring
LVB	Livsvitenskapbygget
MMI	Modell Modenhets Indeks
PPU	Prosent Planlagt Utført
BIM	Bygningsinformasjonsmodell
Iterativ	Gjentakende
Big room	Tverrfaglig planleggingsmetode for å oppnå milepæler
Interessenter	Bruker, rådgivende, entreprenør, prosjektledelse
Bred involvering	Tidlig involvering av mange ulike interessenter
Detaljprosjektering	Delen av prosjektering der beskrivelse av byggets utforming på et detaljert nivå utvikles
Store byggeprosjekter	Byggeprosjekter med en kostnadsramme på > 1 mrd. NOK
Totalentreprise	Byggearbeid hvor entreprenør påtar seg både prosjektering og utførelse

1 INNLEDNING

Dette kapitlet gir en overordnet oversikt over oppgavens bakgrunn, hensikt og formål. Med dette som grunnlag har oppgavens problemstilling og forskningsspørsmål blitt utarbeidet. Forskningens avgrensninger blir presentert før resten av oppgavens struktur blir introdusert.

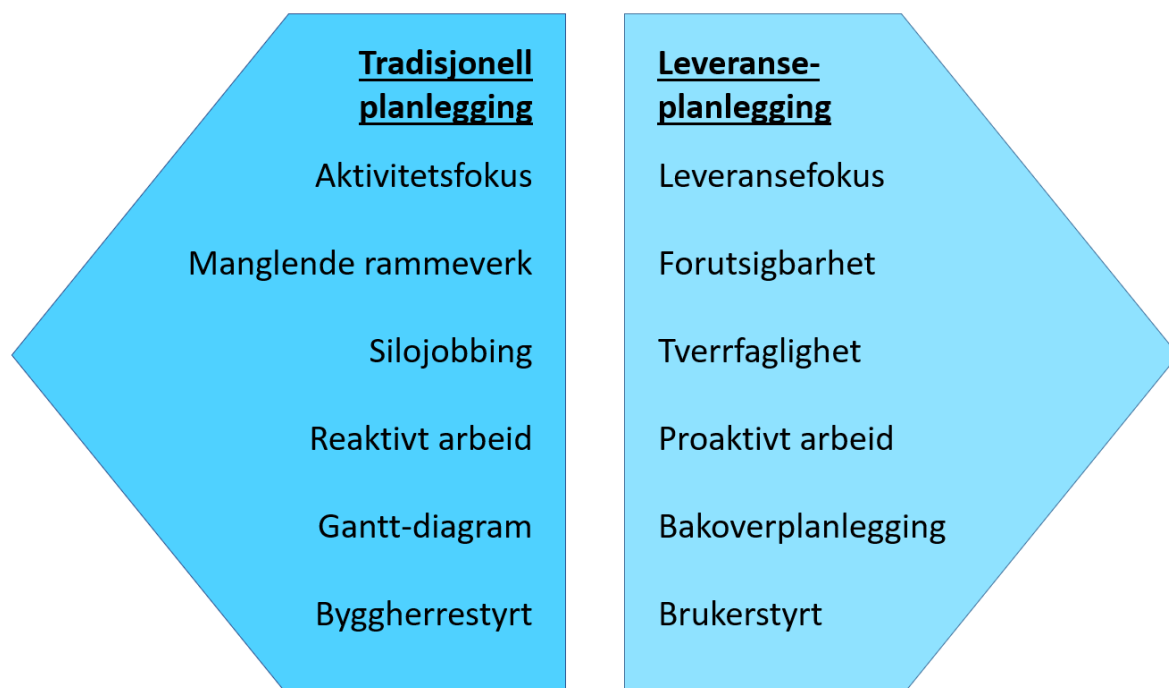
1.1 Bakgrunn

Byggenæringen, både nasjonalt og internasjonalt, har de siste tiårene slitt med synkende produktivitet. Dette har også medført lavere økonomiske marginer og dermed en større risiko for utbyggere (Borgstrand, 2019). I de samme tiårene har byggeprosjektene stadig blitt mer komplekse i form av flere aktører og nye krav fra både myndigheter og brukere (ProsjektNorge, 2018b). Økt kompleksitet fører til en mer utfordrende prosjekteringsfase, og ifølge Mujumdar og Maheswari (2018) stiller dette krav til bedre styring og kommunikasjon. For å bedre dette har flere aktører i bransjen implementert strategier som bidrar til økt flyt, redusering av iterasjoner og fokus på prosjektstyring og -ledelse. For å avdekke ny empiri er det behov for at enkelte aktører leder an forskningsarbeidet.

Statsbygg, som har flere av Norges største og mest komplekse byggeprosjekter i sin portefølje, har over lengre tid vært ledende i dette arbeidet, og har vært sentrale i implementeringen av BIM og klimafokus. Ifølge Kristensen (2016) var Statsbygg blant de første aktørene i den norske byggenæringen som implementerte Lean-tankegang i alle sine byggeprosjekter.

Statsbygg sitt arbeid med leveranseplanlegging begynte på prosjektet Kunsthøgskolen i Bergen, da under et annet navn og i et noe annet format. Det er først på prosjekt LVB at leveranseplanlegging har blitt implementert som en av bærebjelkene i prosjekteringsarbeidet. LVB er Statsbygg sitt største og mest kompliserte byggeprosjekt (TU.no, 2019). Grunnet prosjektets kompleksitet har det blitt lagt ned betydelige ressurser i prosjektledelse, og Statsbygg sin kunnskap om Lean prosjektering har kulminert i strategien leveranseplanlegging. Hensikten med leveranseplanen er å bryte ned hver prosjekteringsoppgave i konkrete leveranser. Disse settes så i en kronologisk rekkefølge for å fullføre prosjektet innen de gitte rammene. Den viktigste positive effekten fra en slik bakoverplanleggingsprosess er økt kontroll over arbeidsflyt og muligheten til å oppdage problemer tidligere enn ved tradisjonell planlegging. Måten denne effekten måles på er gjennom bedre kontroll

over prosjekteringskostnadene, som man tidligere har hatt en tendens til å miste kontroll over (Holm, 2022).



Figur 1: Leveranseplanlegging sammenliknet med tradisjonell planlegging.

Leveranseplanen har som mål å løse flere av utfordringene knyttet til tradisjonell planlegging (Smidt Olsen et al., 2013). Tradisjonell planlegging har en tendens til å ha for høyt aktivitetsfokus, og glemme hva som faktisk skal produseres og hvilken informasjon som skal fremskaffes. Leveranseplanen er klar på hvem som skal levere hva, til hvilken kvalitet og til hvilken tid. Dette gjør at alle i prosjektet raskt får overblikk over egne arbeidsoppgaver, samt hvordan disse påvirker resten av prosjekteringsgruppen sine arbeidsoppgaver. Dette øker forutsigbarheten i arbeidshverdagen, og prosjekteringsledelsen får en bedre oversikt over fremgang. Leveranseplanen setter høye krav til tverrfaglig arbeid, for å avdekke avhengigheter tidlig i planleggingsprosessen, og målet er at avvik oppdages tidligere enn ved tradisjonell planlegging. Gjennom målinger av ferdige leveranser opp mot planlagte leveranser får prosjektet kontinuerlig oppdatering på hvordan de ligger an i forhold til fremdrift, og dette er med på å skape en proaktiv kultur. Der tradisjonell planlegging ofte belager seg på semi-statiske Gantt-diagrammer er leveranseplanlegging en øvelse i bakoverplanlegging, der hver milepæl brytes ned i så spesifikke leveranser som mulig (Lilleland-Olsen, 2022). En grundig nedbrytning i forkant av prosjektstart har som mål å legge til rette for en dynamisk plan som kontinuerlig oppdateres underveis. Leveranseplanen har som kjerneverdi at bruker skal involveres så mye som mulig, og de faste rammene rundt hva som skal leveres hver tidsperiode har som mål å legge til rette for en brukerstyrt prosjekteringsprosess. Denne direkte kontakten med bruker står i kontrast til en byggherrestyrt prosjekteringsprosess der byggherren oftest har som ansvar å kommunisere

brukerens ønsker inn til prosjekteringsgruppen. Kortere kommunikasjonslinjer har som mål å redusere antall feil.

1.2 Hensikt og formål

Det er et gjentakende problem at store offentlige byggeprosjekter feilestimerer total kostnaden til prosjektet, og media viser stadig til byggeprosjekter som går på solide budsjettsprekker. Grunnene til avvik mellom budsjettert kostnad og faktisk kostnad er mange, men Statsbygg peker på graden av planlegging som en av dem. Denne studien ble derfor utarbeidet i samarbeid med Statsbygg for å undersøke om leveranseplanlegging kan gi bedre kontroll over prosjekteringskostnadene. Hensikten med forskningen er å avdekke evidens for denne påstanden. Formålet er å komme med en anbefaling for hvordan prosjekteringsprosessen i store offentlige byggeprosjekter bør styres ved hjelp av leveranseplanlegging.

1.3 Problemstilling og forskningsspørsmål

Prosjekteringsfasen beskrives som en uforutsigbar prosess som er avhengig av et bredt spekter av interessenter (Knotten et al., 2014). Dette gjør at prosjekteringsprosessen er krevende å styre, og man har liten kontroll over kostnadsutviklingen. Prosjektering er i sin natur en iterativ prosess, men med god prosjektledelse ønskes det å redusere antallet unødvendige iterasjoner. Forskningen til El. Reifi og Emmitt (2013) beskriver hvordan økt fokus på prosjekteringsfasen kan bidra til å redusere usikkerhet samt forbedre kvaliteten senere i prosessen. Basert på denne innsikten er derfor oppgavens problemstilling og tilhørende forskningsspørsmål:

Hvordan kan bruk av leveranseplanlegging øke kontroll over prosjekteringskostnadene i store byggeprosjekter?

Forskningsspørsmål 1: *Kan bruk av leveranseplanlegging i prosjekteringsfasen øke kontroll over prosjekteringskostnadene i store byggeprosjekter?*

Forskningsspørsmål 2: *Hvordan bør KPI'er brukes i et leveransestyrt prosjekt for å øke kontrollen over prosjekteringskostnadene?*

Forskningsspørsmål 3: *Hvilke utfordringer og fordeler eksisterer ved bred involvering av (byggherre, entreprenør, rådgivende og brukere) interessenter i leveransestyrt prosjektering?*

Forskningsspørsmål 1 undersøker om leveranseplanlegging er et nyttig verktøy for å få økt kontroll over prosjekteringskostnadene. Forskningsspørsmål 2 skal belyse hvordan man ved hjelp av KPI'er måler og følger opp leveranseplanen, med mål om å kunne jobbe proaktivt. Forskningsspørsmål 3 gir innsikt i hvordan bred involvering av interessenter påvirker prosessen med utarbeidelse av leveranseplanen, og hvilke fordeler og ulemper en slik tverrfaglig prosess har på leveranseplanen.

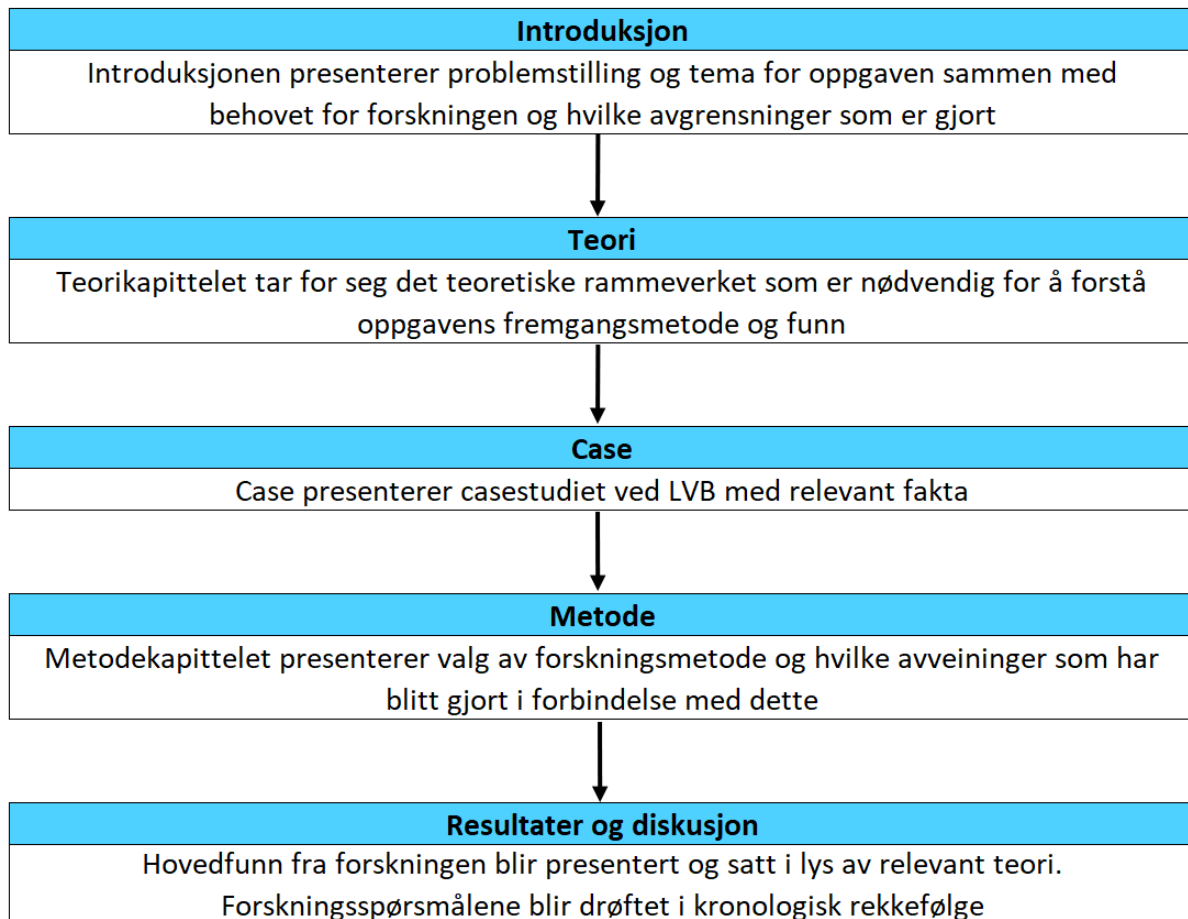
1.4 Avgrensning

For å sikre god besvarelse av oppgavens problemstilling og forskningsspørsmål er avgrensninger blitt gjort i samarbeid med oppgavens tre veiledere. Dette for å sikre at oppgavens hensikt ivaretas. Enkelte av avgrensningene kan brukes som inspirasjon til videre forskning. Anbefalinger for videre forskning kan leses om i kapittel 6.6.

Oppgaven fokuserer på store offentlige byggeprosjekter. Det finnes få tilsvarende caser med lignende grad av kompleksitet, og det er ikke undersøkt om anbefalingene utarbeidet i denne oppgaven er generaliserbare for resten av byggebransjen. Problemstillingen tar kun for seg kontroll over prosjekteringskostnader, og det er ikke forsket på hva det gjør for totalkostnadene til prosjektet.

1.5 Struktur i oppgaven

Opgavens struktur presenteres i figur 2. Oppgaven er bygd opp etter anbefaling fra skrivesenteret ved NMBU.



Figur 2: Oppgavens oppbygning, egen tilvirkning basert på NMBU Skrivesenteret (2022).

2 TEORI

Dette kapittelet presenterer det teoretiske rammeverket som er relevant for å forstå og besvare oppgavens forskningsspørsmål. Det presenteres bakgrunnsteori for standardisering, Lean, KPI'er, leveranseplanlegging og digitalisering.

2.1 Byggenæringen

Store byggeprosjekter er komplekse. Næringen lider av utfordringer knyttet til produktiviteten og kvalitet, samtidig som kostnadene skal holdes under kontroll (Höök, 2008). Seaden og Manseau (2001) beskriver byggenæringen som konservativ og lite innovativ. Dette skyldes i store trekk prosjektenes unikhhet, noe som medfører redusert potensiale for standardisering, overførbarhet og erfaringsutveksling mellom prosjekter sammenlignet med annen industri (Gann & Salter, 2000). Brekklus (2019) støtter seg på denne teorien, og oppfordrer til større fokus på overførbarhet og erfaringsoverføring mellom prosjekter. Dette for å gjøre byggenæringen mer innovativ og åpen for nye løsninger.

Byggeprosjekter preges ofte av forsinkelser og kostnadsoverskridelser samt mangler på kvalitet og feil (Meng, 2011). Empirien til Meng (2011) viser at dårlige relasjoner fører til forsinkelser, kostnadsoverskridelser og kvalitetsfeil. En måte å motvirke dårlige relasjoner er gjennom fokus på samhandling og samarbeid. Sett i et kostnadsperspektiv viser forskningen at langsiktige samarbeid er mer gunstige enn kortsiktige. Dette underbygges også av Brekklus (2019) som konkluderer med at byggenæringen må endre sine tradisjonelle arbeidsvaner, og gå bort fra den tradisjonelle silotenkningen. Fokuset bør ligge på erfaringsdeling og samarbeid.

Utfordringene beskrevet ovenfor er ikke bare gjeldende for Norge. Larsson et al. (2014) beskriver at flere land står ovenfor de samme utfordringene. For å øke produktivitet og innovasjonsgrad anbefaler forskningen internasjonalt samarbeid. Standardisering av prosesser og produkter er ett av områdene Larsson trekker frem som vil skape et bedre internasjonalt samarbeid. Iden et al. (2013) støtter Larsson sine beskrivelser av utfordringene og utdyper at deler av løsningen ligger i standardisering av prosesser og prosessledelse, som er et resultat av innovasjon.

Byggenæringen går i retning mot en mer industrialisert prosjektering (Moum, 2017). Prefabrikkerte løsninger vil være en sentral del ved industrialiseringen av prosjekteringen. Seehusen (2013) viser at

byggenæringen med fordel bør hente ideer og lærdom av andre næringer, hvor hele prosjekteringen fullføres før de gjennomfører produksjonen. Dette reduserer antall iterasjoner og feil. Oljeindustrien trekkes frem som et eksempel på en næring som bruker mye lengre tid på prosjektering og planlegging enn byggenæringen. I likhet med nærliggende næringer med store prosjekter preges byggenæringen av lange og tunge prosesser. «Alt for mange ser prosjektgjennomføring som problemløsning og ikke som en planoppgave» (Seehusen, 2013).

2.1.1 Forskning og utviklingsarbeid (FoU)

Byggenæringen investerer lite i FoU sammenlignet med andre næringer. Empirien i forskningen til Seaden og Manseau (2001) omhandler land som er med i organisasjonen for økonomisk samarbeid og utvikling (OECD-land). Det viser seg at byggenæringen bruker 0,01-0,4 % av den totale omsetningen til Forsking- og utviklingsarbeid (FoU). Sammenlignet med gjennomsnittet for alle næringer, som ligger på 3-4 % er dette store avvik. Siden 2012 har den norske byggenæringen hatt en stabil økning i FoU-satsning, men sammenlignet med andre næringer ligger prosentene fortsatt betraktelig lavere. Byggenæringen brukte for eksempel 0,06 % av årlig omsetning på FoU i 2019 (SSB, 2019a);(2019b). Lave marginer kan være noe er årsaken til den beskjedne satsningen på FoU. Det kommer frem av Solberg (2014) at arbeidet med FoU er ressurskrevende og har usikker gevinst.

2.1.2 Endringer og holdninger

Rooke et al. (2003) beskriver byggenæringen som lite endringsorientert. En rapport fra Norconsult (2009) forteller at kunnskapshull er en av de store utfordringene. Disse fører til mindre samarbeid og en dårligere produksjonsfase med flere feil. Suboptimalisering der selskaper maksimerer egen vinning fremfor prosjektets beste er et vanlig problem. For å bryte ned disse barrierene anbefaler Norconsult (2009) å fokusere på gevinsten av endring ved introdusering av nye metoder og verktøy, slik at de involverte ser potensialet, sammen med tiltak som fremmer kompetanseheving.

Innovative endringer som medfører tettere samarbeid på tvers av fagfelt vil være med å redusere faren for suboptimalisering samt økt produktivitet (Meng, 2011). Et eksempel på en slik innovativ endring er tidlig involvering. Mer om det kan leses i kapittel 2.7. Litteraturen til Jaffar et al. (2011) trekker frem at den økte produktiviteten kommer i stor grad av reduserte konfliktnivåer som ellers opptar mye tid. Ayoko et al. (2008) beskriver flere fordeler som følge av å være åpen for å iverksette endringer. Av forskningen kommer det frem at et lavere konfliktnivå korrelerer med et bedre

arbeidsmiljø. Den samme forskningen viser også til at et bedre arbeidsmiljø med lavere konfliktnivå resulterer i økt produktivitet.

2.2 Standardisering

En standardisering betyr å gjøre en endring som medfører konsekvent likhet for det produktet som skal lages, eller prosessen som skal utføres gang etter gang, uten avvik, ifølge Dictionary (2021). En godt utviklet standard gjør prosesser smidige i form av økt kvalitet og sikkerhet, samt reduserte total kostnader (Standardization, 2021).

Systematisering er en vesentlig del av en vellykket standardisering; systematisering av enten prosesser som repeteres eller av deler som skal benyttes i et større ferdigprodukt (Pasquire & Gibb, 2002). Bruk av standardisering har til hensikt å bedre forutsigbarheten og øke sannsynligheten for å kunne nyttiggjøre seg av tidligere suksessfull praksis. Standarder eksisterer som etablerte fellesaksepterte gjøremåter gjennom lovgivning på tvers av bedrifter og bransjer, men også fastsettelse av egne interne standarder er vanlig praksis (Gibb & Isack, 2001). Ulike bedrifter har ulike målsetninger, og utfra den gjeldende situasjonens mål skilles det mellom standardisering av prosesser og standardisering av produkter (Aapaoja & Haapasalo, 2014). Denne studien fokuserer på standardisering av prosesser.

Implementering av Lean prinsippet «standardisering» er mer omfattende for komplekse byggeprosjekter enn for industrielle bransjer som har høyere forekomst av repeterende produkter og prosesser (Lander & Liker, 2007). Av Höök (2008) fremkommer det at standardisering av prosesser styrker Lean kultur og tankegang i byggenæringen. Den samme forskningen viser at den styrkede Lean-kulturen er et viktig bidrag for økt produktivitet og reduserte kostnader.

TPS, også kjent som Toyotas produksjonssystem, er et større sett av prinsipper som skal gi bedrifter bedre effektivitet, og enklere prosesser, ved hjelp av forutsigbarhet. Produksjonssystemet ble først utviklet for bilindustrien og utgjør fundamentet for det vi i dag kjenner som Lean i blant annet byggenæringen (Lander & Liker, 2007). TPS sin opprinnelige hensikt var å finne en løsning som reduserer sløsing, definert i kap 2.4.1, og produserer bilene til lavest mulig kostnad og best mulig kvalitet. Standardisering er en sentral del for å oppnå TPS sin målsetning. Et flertall studier viser at innføringen av TPS i bilindustrien har vært hensiktsmessig, og Koskela et al. (1997) sin studie bekrefter at dette i stor grad kan overføres til byggebransjen med fordel.

2.3 Standardisering av prosesser

I følgende delkapittel gjennomgås hva som er viktig for å utvikle gode standardiserte prosesser og hvordan standarder kan implementeres og tilpasses ulike prosjekter. Rett implementering og tilpasning til gjeldende prosjekt er nødvendig for å få ønsket utbytte.

2.3.1 Utvikling av standardiserte prosesser

En optimal standardisert prosess tar lang tid å utvikle, ifølge Adler et al. (2007) skyldes det at det er flere ønskelige egenskaper som bør inkluderes, men opptil flere av de vil være inkompatible og det må etterstrebtes å finne det beste kompromisset. Adler et al. (2007) sier utviklingen ofte står overfor avveininger mellom fleksibilitet og effektivitet samt fleksibilitet og standardisering. Disse kompromissene kommer blant annet som følge av at økt effektivitet er et resultat av byråkrati, mens byråkrati samtidig reduserer fleksibiliteten. På lik måte vil økt standardisering gi redusert risiko og usikkerhet, men samtidig begrense fleksibiliteten. Søken etter den optimale avveiningen er ingen ny problematikk (Aapaoja & Haapasalo, 2014). Bruk av standardisering i form av å se på tidligere suksessfull praksis hos firmaer og prosjekter som leverer over bransjegjennomsnittet er en god tilnærming for videre utvikling (Adler et al., 2007).

Hvor godt en standard fungerer på et generelt grunnlag varierer utfra dens detaljnivå. Detaljnivået på en standard varierer i grad av fleksibilitet, helt fra detaljstyring av enhver prosedyre steg-for-steg til et friere rammeverk av ytre absolutte grenser (Gibb & Isack, 2001). Byggebransjen benytter seg av standarder med både høy og lav detaljgrad. En standard med større grad av fleksibilitet, altså lavere detaljgrad, dekker flere arbeidsprosesser (Nesheim, 2011).

2.3.2 Prosjektilpasning og implementering av standarder

For at en standard skal være god, altså fungere slik den er ment, må den tilpasses gjeldende kontekst og situasjon. Ved tilpasning av en ny standard til et prosjekt må både firmaets behov, ønsker og mål hensyntas samt det må sørges for at det er samsvar mellom disse parameterne (Sørli et al., 2010). Vel så viktig som en prosjektilpasset standard er selve innføringen og implementeringen av standarden. Utgangspunktet for en god implementering er å vurdere hvilke arbeidsprosesser som skal gjennomføres, og se på problemet som skal løses med et helhetlig blikk (Aapaoja & Haapasalo, 2014).

Kvaliteten av en implementeringsprosess hevdes av Sørli et al. (2010) å være avhengig av en dyktig og aktiv ledelse og et godt samarbeidsklima med høy kollektiv kompetanse. Midthassel og Ertesvåg

(2009) understreker også viktigheten av en aktiv og engasjert ledelse. For å høste en langsiktig gevinst av standardiseringen må den implementeres og fotfestes på samtlige nivåer i prosjektet (Fixsen et al., 2005). Derfor er det viktig at også nærmeste leder er delaktig i implementeringsprosessen. En kan måle kvaliteten av implementeringen ved å sammenlikne hvordan standarden var tiltenkt å virke opp mot hvilken gevinst den faktisk har gitt (Domitrovich et al., 2008).

Implementering av nye standarder kan være svært krevende (Sarhan et al., 2018). Det er flere utfordringer som skyldes dette; Mennesker er vanedyr og liker å gjøre ting slik de alltid er gjort, byggenæringen er ifølge Rooke et al. (2003) en lite endringsorientert næring og mange aktører i bransjen er risikoavers (Sarhan et al., 2018). Rooke et al. (2003) sin omtalelse av byggenæringen som lite endringsvillig støttes av Abdullah et al. (2009) sine empirier om at bransjen har en helt annen oppfattelse av nytenkende initiativer, som kan gi økt kvalitet og produktivitet, i forhold til andre mer industrielle næringer. Salem et al. (2006) peker på ulikheter mellom byggebransjen og andre industrier som rettferdiggjør visse avvisninger til nytenkning, men viser også til flere ideer bransjen har avvist på feil grunnlag, og som ved gjennomføring ville gitt et bedre resultat.

Selv med mange, og store, utfordringer er det visse ting som øker sjansen for en vellykket implementering. Studiet til Gutiérrez et al. (2008) sier at måten ledelsen introduserer en ny standard på har vesentlig innvirkning på organisasjonens vilje til å utføre nødvendig endring. Smith et al. (2004) viser til at implementeringsarbeidet for ting som medfører endring forenkles vesentlig dersom effekten av endringene overvåkes og føres statistikk over. Den samme litteraturen sier også at det er fordelaktig at endringene ikke medfører behov for ytterlige ressurser enn de eksisterende, men heller gir en forenkling av dagens prosesser.

2.4 LEAN

Filosofien Lean er en strategi, og et sett med verktøy, med hensikt å skape økt flyt- og ressurseffektivitet (Modig & Åhlström, 2012). I følgende delkapittel presenteres de prinsippene og metodene som er relevante i Lean filosofien og som øker produktiviteten i prosjekteringsarbeid.

2.4.1 Sløsing

Sløsing i Lean-sammenheng defineres som enhver aktivitet som bruker ressurser, men som ikke medfører noen verdi til kunden (Kristensen, 2016). Koskela (2004) mener at sløsing også innebærer

valget om å avstå fra å utføre en aktivitet, ettersom bruk av tid på slike beslutninger reduserer tiden brukt på verdiskapende oppgaver.

I prosjekteringsammenheng har (Koskela, 2000; 2004) utarbeidet en liste over kategorier som innebærer repeterende aktiviteter som utføres på en uhensiktsmessig måte og medfører sløsing. Kategoriene er beskrevet basert på litteraturen fra Koskela (2000) i tabell 2 nedenfor.

Tabell 2: Aktiviteter som medfører sløsing, egen tilvirkning basert på Koskela (2000).

Anbefaling	Beskrivelse
Making-do	Making-do handler om å gjennomføre aktiviteter uten tilstrekkelig med ressurser eller nødvendig informasjon
Negative iterasjoner	Negative iterasjoner er arbeid som må gjøres om igjen i prosjekteringen. Hovedårsakene er usikkerhet og prosjektering som ikke samstemmer med aktørenes ønsker
Teknologiske løsninger	Sløsing som følge av teknologiske løsninger kommer av mangel på struktur i systemer, kontinuerlig forbedring og kontroll verktøy. I tillegg er sløsing et resultat av ikke kompatible prosjekteringsverktøy i form av merarbeid
Informasjonslogistikk	Informasjonslogistikk som kilde til sløsing kommer av dårlig kontroll av prosjekteringsprosessen. Hovedsakelig er det et resultat av venting på manglende informasjon fra aktører, både internt og eksternt i prosjektet
Unødvendig arbeid	Sløsing som følge av unødvendig arbeid kommer av dårlig spesifiserte arbeidsoppgaver og prosesser i prosjektering. Ettersom en da lager løsninger som ikke samsvarer med brukerønsker
Venting	Venting som kilde til sløsing kommer av manglende kontroll på prosjekteringsprosessen. Det er i hovedsak et resultat av venting på brukerønsker som medfører stopp i prosjekteringen, og en vil da sløse ressurser uten fremgang i prosjekteringen

2.4.2 Flyt

Avhengig av hvilken næring en snakker om, enten industri eller bygg, eksisterer det ulike definisjoner av begrepet «flyt». Hovedforskjellen ligger i at industrien fokuserer på flyt av produktene som skal gjennom et hav av prosesser, mens bygg fokuserer på ressursene som tilhører de ulike aktivitetene (Bygg21, 2019). Fellesnevneren er at begge har som formål å redusere sløsing av tid. I denne oppgaven fokuseres det på begrepet i sammenheng med byggenæringen. Flyt defineres derfor som følgende: «ressursene skal tilpasses oppgavene slik at prosjektet hele tiden beveger seg fremover uten unødvendige gjentakelser» (Bygg21, 2019).

Å vite at industrien og byggenæringen sin definisjon på flyt er ulike mener Bygg21 (2019) at byggebransjen bør ta til seg for å øke flyten. Det begrunnes med at industrien har et større helhetlig blikk som inkluderer flere prosesser, i motsetning til bygg som tradisjonelt sett har en mer stykkevis

oppdeling av sine aktiviteter. En utfordring kjent som silotenkning (Lindland, 2018). Litteraturen gir råd og tips om å industrialisere byggebransjen. BIM er et eksempel på et verktøy som er med på å øke flyt i byggeprosjekter som et resultat av industrialisering av byggebransjen. Tam et al. (2021) viser til at bruk av BIM fra prosjekteringsfasen i byggeprosjekter gir positiv effekt for prosjektets totale flyt. Det bekreftes av Svalestuen et al. (2017) at tilgang til BIM-modeller under byggefasen også er positivt, både for fremdriftens flyt og arbeidernes ønsker. Det kan dermed fastslås at industrialisering av byggebransjen medfører goder, både til prosjektering og utførelse. Et annet Lean-verktøy som ifølge Tauriainen et al. (2016) hjelper bedrifter å øke flyten er big room. Big room er et samlokaliseringsverktøy som har til hensikt å simplifisere prosessene som kreves ved utarbeidelse av nye planer, og gjøres ved å samle nøkkelpersoner fra ulike aktører i prosjektet i et felles rom.

2.4.3 Lærende organisasjoner

For å unngå å gjøre samme feil ved en senere anledning må en lære av sine tidligere feil. Det betyr at en må gjøre ting på en annen måte enn tidligere. Organisasjoner som har en veletablert Lean kultur kjennetegnes ved at de er gode på å lære av sine tidligere erfaringer, både sine feil og suksesser (Bergene, 2009). Bedrifter gjør dette gjennom å sette av tid til evaluering etter endte prosesser. En slik organisasjon kalles en lærende organisasjon (Jensen, 2018).

Senge og Lillebø (1999) sier at en lærende organisasjon oppmuntrer til bruk av fremmede tenkemåter og har fokus på å utvikle et støttende miljø for kontinuerlig læring. Som beskrevet i kapittel 2.4.2 kan implementering av nye metoder og standarder være utfordrende av flere årsaker. Ved å ha en kultur som er åpen for ny læring løses mange av disse utfordringene.

2.4.4 Lean construction

Innenfor byggenæringen er Lean construction en velkjent metode som har vist seg å være fordelaktig å benytte under prosjektering og bygging av bygg. Lean construction er en forgrening av den mer generelle filosofien Lean, og har strategier som er bedre tilpasset byggenæringen (Institute, 2019). Metodikken er tilpasset for bruk både i prosjekteringsfasen og byggefasen. Koskela (2000) understreker at bruken av Lean tankegangen har vært hyppig brukt i byggefasen i lang tid, men har vært underbrukt i prosjekteringsleddet. Babalola et al. (2019) beskriver at prinsipper fra Lean metoden kan med fordel også benyttes i planleggingsfasen for å øke produktiviteten. De senere år har det blitt mer vanlig å bruke prinsipper hentet fra Lean construction også i prosjekteringsleddet (Bygg21, 2019).

2.4.5 Lean Design

Den stadig mer vanlige praksisen er å benytte seg av Lean prinsipper i byggeprosjekters prosjekteringsfase i tillegg til utførelsesfasen (Franco & Picchi, 2016). Det har resultert i en ny underkategori, ut ifra hovedfilosofien Lean, som kalles Lean design. Innholdet i Lean design er ytterligere tilpasset prosjekters prosjekteringsfase, i forhold til Lean construction som i stor grad er tilpasset produksjonsfasen av byggeprosjektene. Bertelsen (2005) deler metodikken inn i to hoveddeler. Den første delen er tilpasset bruk i prosjekters forprosjekt for å tidlig opprette et system som legger vekt på kundens ønsker og behov. Dette skal redusere risikoen for å prosjektere seg vekk fra målet, som også kalles sløsing. Den andre delen er tilpasset for effektiv utarbeidelse av korrekte arbeidstegninger. Del to brukes i byggeprosjektens detaljprosjekteringsfase. Felles for de begge er eliminering av sløsing og optimering av verdiskapning, som er to hovedprinsipper i Lean tankegang (Bertelsen, 2005).

2.5 Key Performance Indicators (KPI)

Key performance indicators, også kjent som KPI'er, er viktige nøkkeltall som ledere navigerer etter for å se hvor godt bedriften scorer på bestemte parametere (Marr, 2012). To typiske KPI'er i byggebransjen er økonomi og fremdrift (Johansen, 2016). En god KPI setter søkelys på de parameterne som er avgjørende for å kunne nå de oppsatte målene på en effektiv måte. For å forstå viktigheten av gode KPI'er bruker Marr (2012) de to velkjente uttrykkene «What gets measured gets done» og «if you can't measure it, you can't manage it».

KPI'er er verdifulle for å skape kontinuerlig forbedring (Johansen, 2016). En stor verdi hos KPI'er er at de kan måles og gi konkrete verdier på hvor godt en presterer. Dette gjør at en ved senere prosjekter kan enkelt identifisere hvor det ligger størst forbedringspotensial, samt hvor det er hyppigst forekomst av avvik mellom det som er prosjektert og det som faktisk er utført.

KPI'er kan generelt deles inn i to hovedkategorier; resultatparametere og prestasjonsdrivere (Yu et al., 2007). Som nevnt ovenfor er to typiske KPI'er fra byggebransjen økonomi og fremdrift. Begge disse går under kategorien resultatparametere. Resultatparametere kjennetegnes ved at de måles i etterkant av operasjonen eller prosjektet og dermed gir et mål på hvor godt resultatet er oppnådd. En slik måling kan brukes til forbedring av senere prosjekter, men ikke predikere hvilke fallgruver som kan framtre i et pågående prosjekt (Ødven & Sporse, 2019). Etersom resultatparametere måles etter endt utførelse, er de enkle å måle.

Prestasjonsdrivere, den andre hovedkategorien av KPI'er, måler prosessene som pågår i prosjektet. Disse er mer utfordrende å måle, men er et godt verktøy for å sikre kontinuerlig forbedring av pågående prosjekter (Landet et al., 2015). Ethvert byggeprosjekt med stort omfang gjør forbedringstiltak underveis i prosjektet, og å måle effekten av disse tiltakene fortløpende er et eksempel på en prestasjonsdrivende KPI.

2.5.1 KPI i byggebransjen

Byggebransjen opererer i hovedsak med KPI'er som faller under kategorien resultatparametere. Alarcon et al. (2001) peker på at dette er en av de største hindringene for kontinuerlig forbedring underveis i prosjekter. Johansen (2016) mener opprettelse av felles KPI'er gjør det lettere for aktører som entreprenører, prosjekterende, prosjektledere og byggherrer å sammenligne prosjektenes og egne KPI'er fra gang til gang. Alarcon et al. (2001) mener også hele bransjen med fordel kan benytte seg av en del felles KPI'er, som videre kan bedre prosjekters prestasjoner i fremtiden. I følge Johansen (2016) er leveranseplaner et eksempel på en styringsprosess som egner seg godt sammen med KPI'er. God bruk av leveranseplaner som en KPI er å måle de på antall leverte, forsinkede og kommende leveranser i henhold til leveranseplanen.

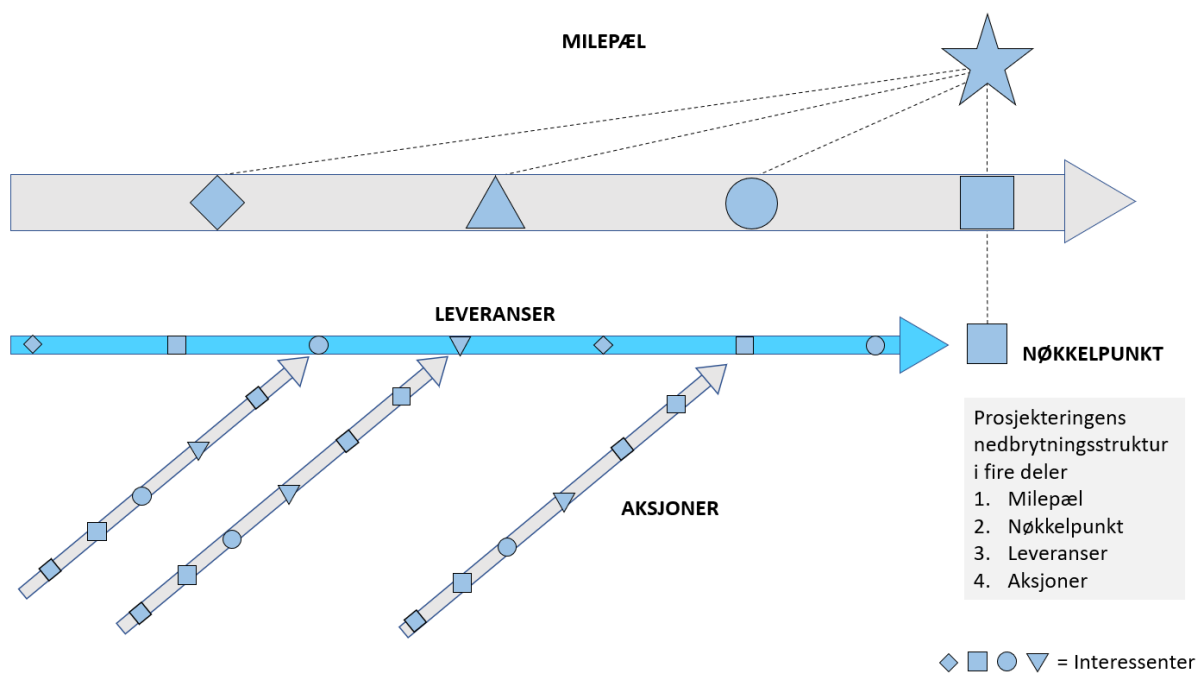
2.5.2 PPU

PPU, prosent planlagt utført, er en KPI som gir kontinuerlig oversikt over hvor stor andel av fremdriften som faktisk er utført i forhold til den prosjekterte fremdriften (Daniel et al., 2015). Det har til hensikt å gi en økt fremdriftsforutsigbarhet for de involverte, og er mulig å benytte på grunn av nåtidens digitale verktøy. PPU blir stadig hyppigere brukt i store byggeprosjekter hvor det kreves fremdriftsoppfølging av interessenter på tvers av fagfelt. KPI'en er kommet til live sammen med planleggingsmetoden «Last Planner System», bedre kjent som involverende planlegging (Power & Taylor, 2019). Involverende planlegging kan leses mer om i kapittel 2.7. I forbindelse med leveranseplanlegging er PPU meget godt egnet. Det skyldes at PPU krever en plattform som når ut på tvers av interessenter, og leveranseplaner involverer flere interessenter på et tidlig stadium samt sørger for å opprettholde god transparens.

2.6 Leveranseplanlegging

En leveranseplan viser hva som forventes levert til enhver tid, samt avhengigheten mellom ulike leveranser og interessenter. Begrepet leveranseplan er ikke utbredt, men verktøy med de samme prinsippene har som mål å øke flyt i prosesser (Flatås, 2013). En leveranseplan er en del av en større

helhetlig prosessplan. Arbeidet brytes ned i håndterbare arbeidspakker, som løses av en sum av aksjoner, der hele arbeidspakken skal leveres på et bestemt tidspunkt. En slik arbeidspakke kalles en leveranse. Leveranseplanen fastsettes i planleggingsfasen, og skal være tydelig definert for de involverte aktørene. Detaljnivået avhenger av type produkt og mengden usikkerhet. Desto større usikkerhet det er i krav og forventninger til produktet desto mindre detaljert bør produktene beskrives (Digitaliseringsdirektoratet, 2021). Figur 3 nedenfor illustrerer hvordan leveranseplaner fungerer i samspill med en helhetlig Lean planleggingsprosess.



Figur 3: Leveranseplanen sin rolle i prosessplanleggingen. Egen tilvirkning med inspirasjon fra interne dokumenter i Statsbygg.

2.6.1 Leveranseplanens rolle

Dersom prosjektet skal organiseres med flere leveranseprosjekter må leveranseplanen for hvert leveranseprosjekt, for eksempel leveransen til hvert fag, integreres i en totaloversikt for hele prosjektet (Digitaliseringsdirektoratet, 2021). Hensikten med en slik totaloversikt er å vise hvordan leveranseplanene knyttes opp mot delfaser og milepæler i overordnet prosjektnivå (Digitaliseringsdirektoratet, 2021). Gevinster av å fokusere på helheten i prosjekter er nærmere beskrevet i kapittel 2.6.2 og viser at flere kilder støtter oppunder teorien om å komme seg vekk fra den klassiske silotenkningsutfordringen. For å ha kontroll på fremdriften er det viktig å ha kontroll på hva som faktisk leveres (Johansen, 2016). Dette øker graden av transparens, og gir alle involverte interessenter en oversikt over hvor de står. Leveranseplanen er ikke tilstrekkelig som eneste mål på fremdrift. Dette fordi deler av prosjekteringen vil foregå som utvikling av løsninger og metoder i en

digital modell, noe som kan være uhensiktsmessig å detaljplanlegge. I et samspill med flere fremdriftsparametere ses leveranseplanlegging som et nyttig styringsverktøy (Johansen, 2016).

2.6.2 Utvikling av leveranseplaner

En velfungerende leveranseplan er avhengig av flere aktører og fungerer best der det er et samarbeid mellom oppdragsgiver, prosjekterende og utførende. Leveranseplaner detaljeres og endres etter hvert som prosjektet utvikles (Johansen, 2016). Planen starter på et skissenivå med fokus på produktets funksjoner basert på brukers krav og ønsker, for så å bli ytterligere detaljert i henhold til prosjektets MMI. MMI blir forklart i kapittel 2.8.3. Utarbeidelsen og utviklingen av leveranseplaner bør derfor foregå som et samarbeidsprosjekt. Dersom partene derimot ikke blir enige om innholdet i en leveranseplan kan oppdragsgiveren fastsette planen.

2.6.3 Taktplanlegging

Taktplanlegging er en planleggings- og strukturmetode med sammenkobling av aktiviteter for å skape kontinuerlig flyt. Prosjektets prosesser og aktiviteter deles opp i konkrete leveransepakker (dPlan, 2022). Frister blir satt for å sikre en jevn flyt av leveranser på tvers av alle prosjekterende fag. Metoden kan visualiseres som et tog med vogner som kjører gjennom definerte soner i en bestemt takt (Røtvold, 2017). Prosjekterende står i hver sin tilmålte sone og gjør nødvendig jobb på vognen, før toget kjører videre.

2.6.4 Systematisk ferdigstillelse

Systematisk ferdigstillelse handler om hvordan en underveis i prosjektet kan tilrettelegge for en ferdigstillelse med rett kvalitet til rett tid. I takt med teknologiutviklingen øker også kompleksiteten til de tekniske systemene i bygget. Systematisk ferdigstillelse blir derfor stadig mer aktuelt (Johansen & Johansen, 2021). Fokus på sluttproduktet fra start tvinger frem en bakoverplanleggingsprosess, der krav og forventninger avklares på et tidlig tidspunkt. Filosofien bak systematisk ferdigstillelse er å bruke en større del av ressursene i planleggingsfasen, slik at beslutninger kan fattes med så nøyaktig informasjon som mulig (Holm et al., 2018). Bruk av systematisk ferdigstillelse-kompetanse medfører at prosjektledelsen fokuserer på produktets funksjon.

2.7 Tidlig involvering

Tidlig involvering er en metode som sørger for tidligere og mer integrert samarbeid mellom aktørene (Wondimu, 2020). Det har som hensikt å resultere i et bedre sluttresultat for prosjektet, målt både på effektivitet, kostnad og nytte for bruker. Bruk av tidlig involvering betyr økte kostnader tidligere i prosjektet kontra fravær av metoden, i form av at flere aktører må betales av oppdragsgiver tidligere, samt et behov for flere avsatte ressurser i tidlig prosjekteringsfase (Rolstadås et al., 2020). Rolstadås et al. (2020) hevder derfor at gevinsten bør vurderes opp mot kostnad og nytte for ethvert prosjekt, avhengig av kompleksitetsgrad. Rolstadås mener at for prosjekter med høy kompleksitet vil bruk av tidlig involvering resultere i en raskere og billigere gjennomføring.

Hvilke interessenter som er hensiktsmessig å inkludere i tidlig prosjekteringsfase må undersøkes for det gjeldende prosjektet, og avhenger av interessentenes omfang samt prosjektets kompleksitet. Felles for vellykket bruk av tidlig involvering innebærer involvering av ressurser med sterk fagkompetanse fra interessenter med vesentlig omfang (Johansen, 2016). Sterk fagkompetanse tidlig involvert skal hindre behovet for omprosjekteringer i senere faser. Boge et al. (2021) peker på at tidlig involvering av bruker av sluttproduktet gir en vesentlig økt forståelse av kundens ønsker og behov, som medfører redusert risiko for unødvendig prosjekteringsarbeid. Innledende forskning fra Klakegg (2020) indikerer at tidlig involvering av entreprenører i planleggingsprosessen fører til økt verdiskapning og reduserer suboptimalisering, samt antall konflikter av vesentlig størrelse. Det trengs mer forskning for å finne det optimale tidspunktet for involvering av entreprenør.

Med bruk av tidlig involvering, som kan gi store gevinster, følger det naturligvis med usikkerhetsmomenter også. I tabell 3 nedenfor, som er utarbeidet av Olsen (2020) og basert på litteratur fra van der Walt et al. (2019), kommer det frem typiske problemer knyttet til involvering av entreprenører for tidlig eller for sent. Slike oversikter kan også lages over andre aktuelle interessenter.

Tabell 3: Oversikt over ulike interessenters syn på involvering av entreprenør. Egen tilvirkning basert på Olsen (2020).

Typiske problemer knyttet til når entreprenør blir involvert	
Entreprenørperspektiv	<p>Foretrukne tidspunkt for involvering av entreprenør:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Konseptutvikling <p>For tidlig:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lite definerte mål kan føre til friksjon • Underutnyttelse av nøkkelpersoner dersom det ikke blir prosjekt • For stor risiko knyttet til kostnader <p>For sent:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fare for konfronterende forhold blant de involverte aktørene • Mål og målsetninger er ikke samkjørt • Liten påvirkningsmulighet på utformingen av prosjektet • Redusert mulighet for innovasjon • Redusert mulighet til å mobilisere forsyningskjeden • Endret risikoprofil for entreprenør på grunn av begrenset kjennskap
Byggherreperspektiv	<p>Foretrukne tidspunkt for involvering av entreprenør:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prosjektutvikling • Konseptutvikling • Detaljprosjektering <p>For tidlig:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tapt kontroll over designprosessen • Valgt entreprenør har manglende kunnskap • Uønsket påvirkning på målsetning og oppgaver • Øker kostnader <p>For sent:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Igjen innovasjon tilført prosjektet • Økte kostnader • Kostnadsoverskridelser grunnet dårlig planlegging • Ineffektiv bruk av tid • Fare for konfronterende forhold blant de involverte aktørene
Prosjekterendes perspektiv	<p>Foretrukne tidspunkt for involvering av entreprenør:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Detaljprosjektering <p>For tidlig:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kan hindre designprosessen • Kan påvirke byggherren i feil retning • Entreprenør kan skape konflikt dersom entreprenør ikke tildeles gjennomføringen av prosjektet <p>For sent:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Liten påvirkning på designet • Høye kostnader for byggherre for lite verdiskapning • Endringer på målsetninger og design kan føre til store kostnader

2.8 Digitalisering

«Digitalisering handler om å bruke teknologi til å fornye, forenkle og forbedre. Det handler om å tilby nye og bedre tjenester, som er enkle å bruke, effektive, og pålitelige. Digitalisering legger til rette for økt verdiskaping og innovasjon, og kan bidra til å øke produktiviteten i både privat og offentlig sektor» (Regjeringen.no, 2014).

Digitalisering er en transformativ prosess. IT går fra å være et støtteverktøy til å bli en sentral del av virksomhetens forretningsmodell og daglige virke (Andersen & Sannes, 2017). Økende kompleksitet og tempo krever digital transformasjon (Digitaliseringsdirektoratet, 2020).

Digitalisering dreier seg om å skape et økosystem for informasjonsdata som skal utveksles automatisk mellom mennesker, maskiner og systemer (ProsjektNorge, 2018a). Prosjekt Norge peker på at hovedfordelen med digitalisering er muligheten til å tilgjengeliggjøre og utnytte mer informasjon. Deling av informasjon gir mulighet til å gjøre bedre analyser, og iverksette raskere tiltak. For å kunne nyttiggjøre seg av digitaliseringen sine fordeler kreves standardiserte grensesnitt, brukervennlige infrastrukturer og nye kunnskaper innen Big-data analyser og informasjonsbehandling. Professor Arne Krokan ved NTNU mener den største utfordringen ved å nyttiggjøre seg av nye digitale verktøy ikke er selve teknologien og verktøyene, men å forstå hvordan det endrer samhandlingen mellom mennesker og hvordan det øker informasjonsflyten på en effektiv måte (ProsjektNorge, 2018a).

2.8.1 Digitalisering i byggebransjen

Byggebransjen henger etter i implementeringen av IT-verktøy sammenlignet med annen industri (Hautala et al., 2017). Bransjen har gjort drastiske endringer den siste tiden, og digitaliseringsarbeidet har kommet lengre i prosjekteringsfasen enn den har gjort i utførende fase (Hautala et al., 2017). I prosjekteringsleddet er det særlig teknologi som BIM som har ledet an i digitaliseringstrenden. Produksjonsleddet henger etter prosjekteringsleddet, og her pekes det på organisasjonsmessige problemer for utbredt digitalisering (Herfjord & Adolfsen, 2021). For å lykkes med digitalisering i byggebransjen trekker Stoyanova (2020) frem faktorer som utarbeidelse av digital strategi, gjennomgående endring av organisasjonen og tydelig kommunikasjon.

2.8.2 BIM

Bygningsinformasjonsmodellering (BIM) kan forstås som en digital prosess som omfatter alle aspekter, fagområder og systemer til et bygg (Carmona, 2017). BIM legger til rette for en effektiv prosjekteringsprosess og endringer oppfattes raskere blant prosjekterende enn ved analoge

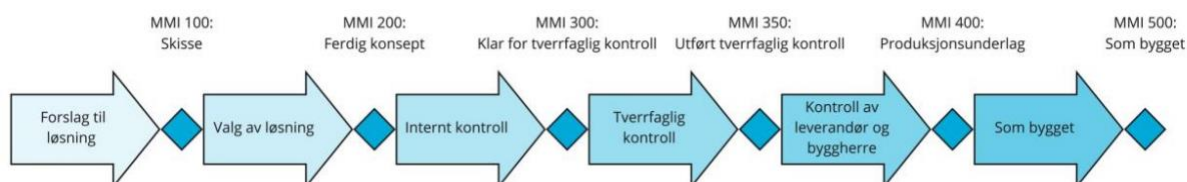
prosesser. Prosjekteringsmodellen regnes som et av de viktigste verktøyene som er utviklet for bygge- og anleggsnæringen (Azhar, 2011).

Arbeidet med BIM er kontinuerlig og foregår fra prosjekteringsstart til prosjekteringslutt. På den digitale plattformen utarbeides det arbeidstegninger for produksjon (Carmona, 2017). Dette gjøres ved hjelp av 3D-modeller, som videre kan brukes i beslutninger byggherre skal ta (Kristensen, 2016). BIM åpner for muligheten for at aktører underveis i prosjekteringen kan kontrollere og kvalitetssikre. Det forventes økt effektivitet og høyere kvalitet i prosjekteringen ved bruk av BIM (Kristensen, 2016) Dette vil gjøre at hele produksjonen blir et digitalt samspill (Nelfo, 2020). Disse effektene oppnås ved at BIM brukes som en informasjonsplattform for aktører i prosjektet. Dette har den positive effekten at antallet feil og mangler i arbeidstegningene blir redusert.

2.8.3 Modell Modenhets Index (MMI)

En nyere metodikk som brukes som kommunikasjonsplattform ved gjennomføringen av prosjekteringen kalles Modell Modenhets Indeks (MMI) (Fløisbonn, 2018). Metoden tar for seg graden av modenhet i objektene BIM-modellen presenterer. Modenheten kvantifiseres og omforenes på tvers av de ulike prosjekteringsgruppene, noe som letter kommunikasjonen. Bruk av MMI øker kvalitet og kontroll, samtidig som den reduserer tidsbruk og antall feil (Fløisbonn, 2018). Norheim et al. (2020) mener MMI er meget godt egnet for planlegging og rapportering av leveranser.

MMI blir delt inn i nivåer fra MMI 100, som tilsvarer skissestadiet, til MMI 500 som tilsvarer ferdigbygget løsning. Figur 4 nedenfor visualiserer hva de ulike MMI-nivåene innebærer, hvilket detaljnivå som kreves for å oppnå neste nivå og hva som er forventet ved neste nivå. En slik standardisert modell øker transparens, forutsigbarhet og hever kvaliteten på tverrfaglige kontroller (Norheim et al., 2020).



Figur 4: Visualisering av prosesser for MMI (Siniarski & Winsnes, 2021)

2.8.4 Digitale verktøy i leveranseplanlegging

Leveranseplanlegging innebærer samarbeid på tvers av faggrupper og interessenter (Lindland, 2018). Tverrfaglige samarbeid øker kompleksiteten og krever nye løsninger for å opprettholde kontroll. På lik måte som digitale løsninger har gjort at verden kalles mindre i dag og har forenklet samarbeid på tvers av landegrenser i betydelig grad er digitale verktøy helt nødvendige for å lykkes med leveranseplanlegging i byggeprosjekter.

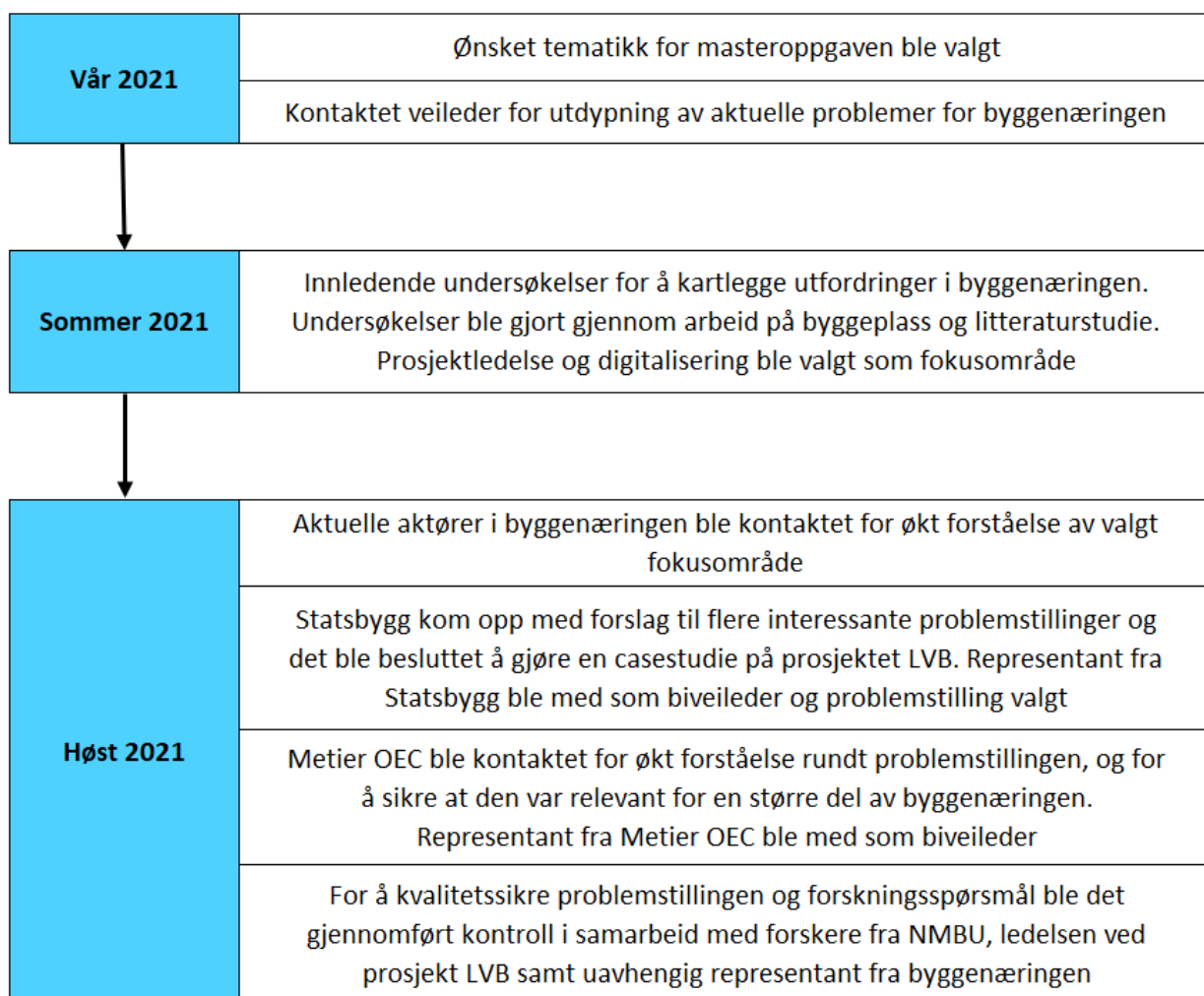
I arbeidet med leveranseplanlegging er alle prosjekter avhengige av verktøy som tilfører prosjektet digitale samhandlingsmuligheter (Statsbygg, 2018). Ifølge Statsbygg sørger digitale samhandlingsverktøy for et effektivt prosjekt for alle aktører. Ethvert verktøy som tilgjengeliggjør informasjon til en stor gruppe brukere og skaper enklere kommunikasjonslinjer mellom aktører ses på som et digitalt samhandlingsverktøy. Eksempler på digitale verktøy som benyttes er BIM, PowerBI og TaskCtrl. Disse verktøyene gir informasjon om oppdaterte tegninger og ytterligere prosjektdokumenter. I tillegg til de ovennevnte verktøyene nevner Statsbygg digitale big room som et verdifullt verktøy for situasjoner som krever mindre oppklaringer.

3 METODE

Metodekapittelet presenterer de metodologiske avveiningene forskerne har tatt for å besvare oppgavens problemstilling og forskningsspørsmål best mulig. Valg av oppgave og utarbeidelse av problemstilling blir presentert, før forskningsmetoden beskrives. Deretter blir metode for innhenting av primær- og sekundærdata gjennomgått. Det presenteres også en avveining av hensyn som har blitt tatt med tanke på validitet og reliabilitet. Avslutningsvis blir de etiske retningslinjene og begrensningene for oppgaven tatt opp.

3.1 Valg av oppgave og utarbeidelse av problemstilling

Problemstillingen og forskningsspørsmål har blitt utarbeidet i tett samarbeid med veileder fra NMBU, Statsbygg og Metier OEC. Det tette samarbeidet er blitt gjort for å sikre at resultatene og fokuset bevarer oppgavens hensikt, samtidig som muligheten for å generalisere funnene ivaretas. Beslutningene som ledet frem til valg av problemstillingen er beskrevet i figur 5.



Figur 5: Prosessen for spesifisering av oppgave og utarbeidelse av problemstilling.

3.2 Valg av forskningsdesign

Målet med forskningsdesign er å opparbeide en konkret plan for hvordan det skal fremstilles analyserbare data (Thomas, 2017). Det er flere parametere som må hensyntas ved design av et forskningsprosjekt som for eksempel: formål, utvalg av nøkkelpersoner og gjennomføring av datainnhenting.

Eksplorativt forskningsdesign er valgt som metode for å besvare forskningsspørsmålene, da det finnes lite empiri innenfor leveranseplanlegging. Metoden kjennetegnes ved å gi dypere innsikt, i tillegg til å skape god forståelse, for fenomenet en forsker på. På grunn av den utforskende naturen til forskningsdesignet ivaretar det behovet for å utforske temaet til forskningen nærmere (Gripsrud et al., 2016). Dette designet er valgt som hensiktsmessig for å besvare forskningsspørsmålene. Dette er i tråd med anbefalingene fra Grenness (1997). Litteratursøk tidlig i studiet avdekket lite empiri og litteraturgrunnlag for oppgavens problemstilling, spesielt rundt hvordan en kan øke kontrollen over prosjekteringskostnadene gjennom leveranseplanlegging. Empirisk forskning baserer seg på systematiske observasjoner og undersøkelser, og stiller krav til mulighet for reproduksjon av resultater (Ericsson & Smith, 1991). Det eksisterer derimot empiri som omhandler gevinsten ved forbedret detaljprosjektering.

Casestudie er hensiktsmessig å benytte ved et eksplorativt forskningsdesign. Et casestudie defineres av Thomas (2017) som en dybdeforskning av en, eller flere caser, hvor en skal danne seg innsikt i det som undersøkes. En slik metodisk tilnærming til undersøkelse av problemstillingen anses som hensiktsmessig i dette tilfelle. Et casestudie gjør det mulig å trekke paralleller mellom teori og praksis (Thomas, 2017). Studien kan belyse den praktiske anvendbarheten av leveranseplanlegging, samtidig som det gjennom bruk av empiri, kan vurdere faktorer som bør være til stedet for å utnytte potensialet. Et casestudie gjør det mulig for forskerne å sette søkelyset på et spesifikt tilfelle, samtidig som det kan generaliseres for å sette tematikken i et bredere perspektiv (Flyvbjerg, 2006). Ved å hente erfaringer fra prosjekt LVB, generalisere dette med funn fra andre prosjekter, samt sette det i lys av eksisterende litteratur er målet å skape verdi for hele byggebransjen. Begrensningene tatt i betraktning.

For å få best mulig dybdeforståelse av et casestudie anbefales det i litteraturen til Thomas (2017) bruk av triangulering. Det innebærer å undersøke casen fra flere ulike innfallsvinkler og bruke ulike metoder for datainnsamling. Dette gjør at det kan avdekkes svakheter ved hvert enkelt perspektiv, og kan

styrke validiteten hvis de ulike metodene gir resultater som peker i samme retning (Oppermann, 2000). Omfattende bruk av ulike kilder vil veie opp for noe av svakheten ved enkelte metoder og fremgangsmåter. Dokumenter, referater, intervjuer og observasjoner er ulike datakilder som kan brukes for triangulering (Yin, 2009). I denne forskningen blir det derfor gjort litteraturstudie, dokumentstudie og semistrukturerte intervjuer. Et casestudie gir mulighet for bedre dybdekunnskap, men det kan redusere muligheten for å trekke generaliserbare slutninger utenfor prosjektet (Thomas, 2017). Ved trianguleringen vil det være hensiktsmessig å benytte kunnskapen til personer utenfor det aktuelle caseprosjektet, som supplement til dem innenfor. Dette bidrar til å oppnå dybdekunnskap om det spesifikke prosjektet, samtidig som det setter kunnskapen i et mer generaliserbart perspektiv.

Kvantitativ og kvalitativ metode er to ulike tilnærminger for innhenting av primærdata. Den metodiske tilnærmingen velges med bakgrunn i å omforme informasjon til tall og enheter (Thomas, 2017). Kvantitativ metode innebærer forskning hvor sammenhenger hentes fra datamateriell og uttrykkes i tallverdier (Blumberg et al., 2014). Kvalitativ metode bygger i stor grad på empiri og prøver å fange opp det som ikke er direkte målbart (Dalland, 2012). Hovedforskjellen mellom disse to metodene ligger i om informasjonen kan uttrykkes i tall eller tekst.

3.3 Innhenting av primærdata

På bakgrunn av forskningsmetode ble semistrukturerte intervjuer med ansatte ved LVB valgt for innhenting av primærdata med ansatte ved LVB. Dette for å sikre god innsikt i caseprosjektet samt prosjektets arbeid med leveranseplanlegging. Samt med relevante personer utenfor caseprosjektet for å øke forskningens validitet. Disse var fra prosjektene Tønsberg Sykehus, Munchmuseet, kunst- og designhøgskolen i Bergen og Valley Amsterdam. En nærmere gjennomgang av intervjuprosessen og informanter finnes i kapittel 3.3.1.

3.3.1 Intervju

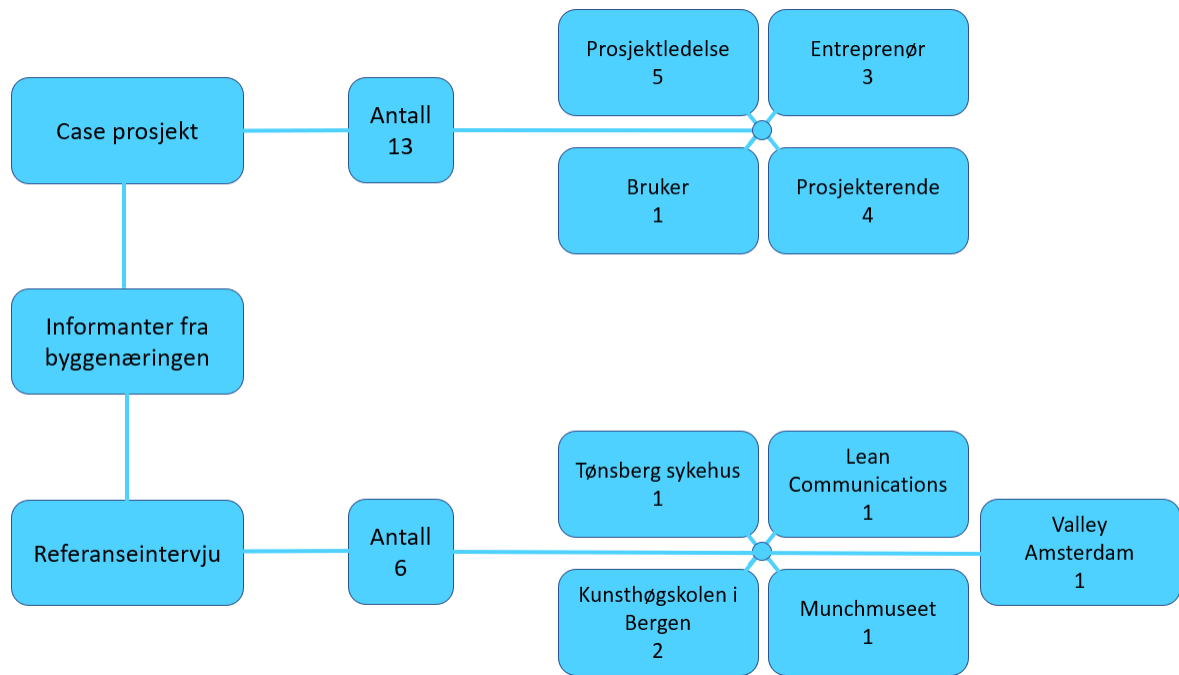
Ved intervju vil man bli eksponert for intervjuobjektens holdninger og meninger. Dette er informasjon som kan være krevende å avdekke på andre måter, men kan ha verdi for forskningen (Thomas, 2017). Bruk av intervjuer ble på bakgrunn av dette valgt for innhenting av primærdata for å få innsikt i aktørenes syn på oppgavens problemstilling.

Semistrukturerte intervjuer bevarer struktur og flyt på intervjuet, og det gir frihet til å gjøre dypdykk der det anses som nødvendig for forskningen (Schmidt, 2004). Flyt og personkjemi er viktige faktorer

og kan øke refleksjonen i svaret. Dette gjør at spørsmålene kan komme i ulik rekkefølge for de ulike intervjudeltakerne. Basert på litteraturen til Schmidt (2004) og Thomas (2017) er semistrukturerte intervjuer hensiktsmessig i denne forskningen. Det sikrer nødvendig struktur og gjennomgående likhet kombinert med nødvendig fleksibilitet og mulighet til oppfølgingsspørsmål der det er nødvendig.

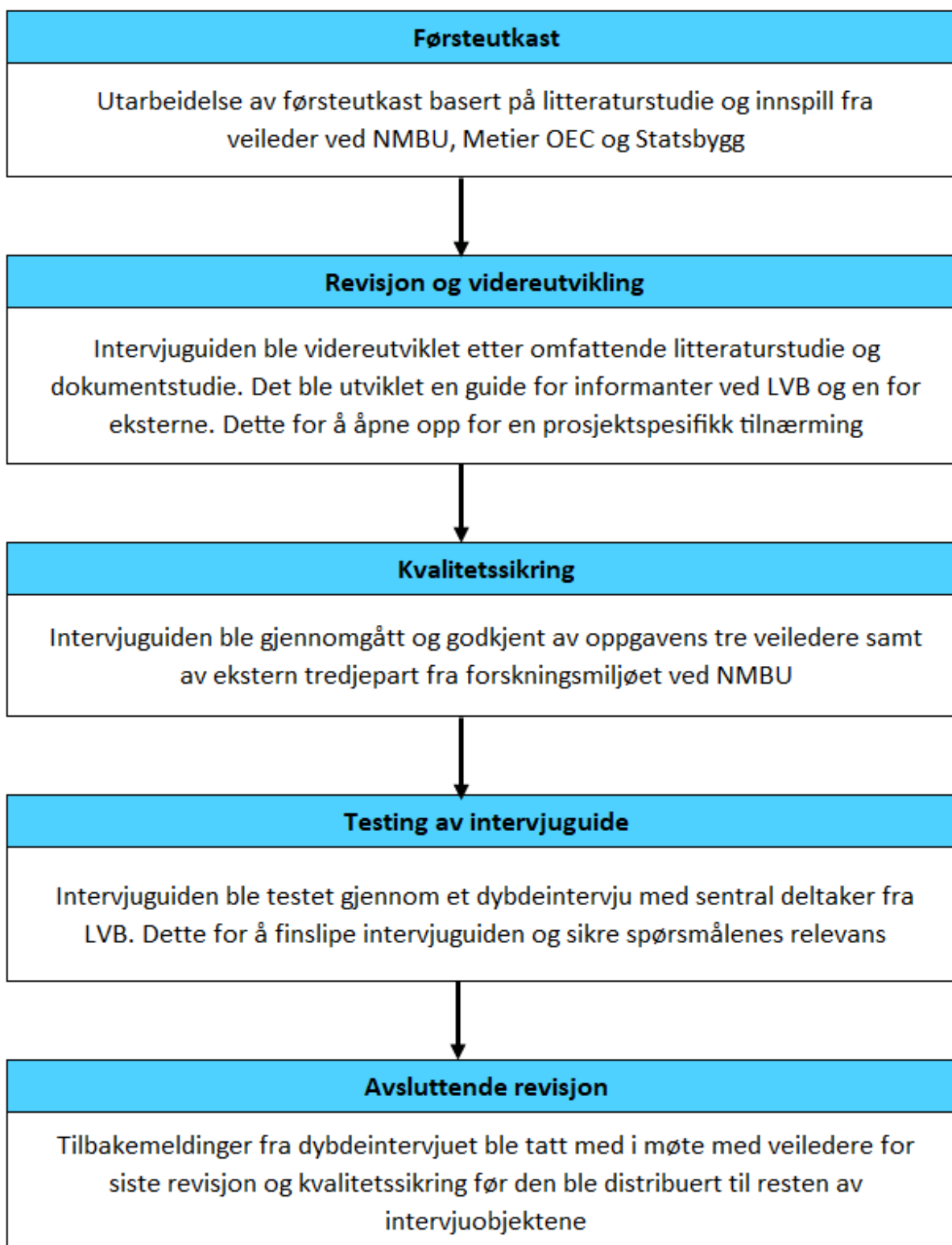
Riktig gjennomføring av intervjuene er viktig, men dette hjelper ikke hvis feil personer intervjues (Thomas, 2017). Utvalget av informanter er derfor valgt ved strategisk utvalg. Strategisk utvalg innebærer systematisk vurdering av informantenes relevans og betydning for forskningen (Dalland, 2012). Gjennom ledelsen ved LVB ble det sikret representativt utvalg av informanter med god kjennskap til prosjektet og forskningens tematikk. Valg av informanter uten tilknytning til prosjektet ble valgt i samarbeid med Metier OEC og veileder ved NMBU. Krav til informantene omfattet blant annet relevans, erfaring og kjennskap til leveranseplanlegging i prosjekteringsfasen.

For å kvalitetssikre utvalget av informanter ble det på forhånd av intervjuet orientert om oppgavens problemstilling. Dette for at informantene selv kunne vurdere sin relevans opp mot de overnevnte spesifikasjoner. Ved utvelgelse av eksterne informanter ble det gjort en antakelse om at prosjekteringen i stor grad er den samme for aktører i næringen, slik rådende teori viser. Det ble valgt ut 19 informanter, der det første intervjuet var et dybdeintervju for å kvalitetssikre intervjuguiden. Intervjuguiden ble også tilsendt en uavhengig tredjepart ved NMBU for å sikre at spørsmålene ble oppfattet som tiltenkt. Antall informanter ble valgt for å sikre tilstrekkelig informasjonsgrunnlag gjennom et bredt spekter av alder, kjønn og erfaring. Figur 6 gir en oversikt med informasjon om informantene.



Figur 6: Informantene fra caseprosjektet omfatter prosjekteringsledere, assisterende prosjekteringsleder, assisterende prosjektdirektør, arbeidsleder, prosjektplanlegger, PGL-ledelse, disiplinleder BIM. Informantene fra referanseintervjuene har stillinger som prosjekteringsledere, fremdriftsplanlegger, sjefsarkitekt og byggeleder.

I følge Thomas (2017) er det ved bruk av semistrukturerte intervjuer nødvendig å utforme en intervjuguide. Den samme litteraturen sier at dette sikrer godt utbytte og korrekt gjennomførelse av intervjuene. En intervjuguide ble utarbeidet for informanter med tilknytning til LVB og én til informanter utenfor prosjektet. Intervjuguiden for informantene med tilknytning til LVB er vedlagt i vedlegg D. Prosessen for utviklingen av intervjuguiden er presentert i figur 7.



Figur 7: Prosess for utvikling av intervjuguide.

For å sikre reflekterte besvarelser er det hensiktsmessig å varme opp intervjuobjektene. Tjora (2017) anbefaler at det gjøres i en egen seksjon i intervjuguiden kalt oppvarmings spørsmål. I denne delen antar man at det kreves lav grad av refleksjon. Intervjuguiden starter derfor med enkle spørsmål for å avdekke formaliteter og få forståelse av hvilken erfaring og kunnskap informanten sitter på.

Oppvarmings spørsmålene ble etterfulgt av mer åpne spørsmål rundt forskningsspørsmålene. Disse ble mer spisset utover i intervjuet, og det var fokus på å holde de så konkrete mot forskningsspørsmålene som mulig for bedre sammenligningsgrunnlag. Der det var naturlig ble det benyttet individuelle oppfølgingsspørsmål for bedre forståelse og resonnement. Avslutningsvis ble kravet til refleksjon senket, og den siste delen ble avsatt til å oppklare eventuelle usikkerheter. Avslutningen ble også benyttet som en oppsummering av intervjuobjektets holdninger og tanker rundt problemstillingen.

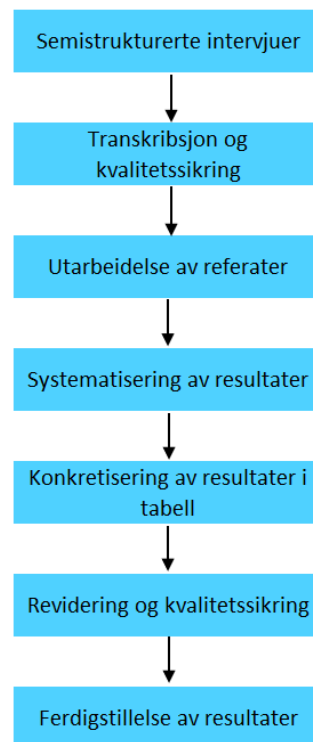
For effektiv bruk av informantenes tid ble informasjonsskriv og intervjuguide sendt ut i forveien, slik at intervjuobjektene hadde mulighet til å forberede seg. Det ble også sendt ut informasjon angående bruk av data og informantenes rettigheter i tråd med retningslinjene fra NSD (Norsk senter for forskningsdata) og NMBU. Disse er vedlagt i vedlegg D.

Under et intervju mener Thomas (2017) at personlig kontakt er viktig for å sikre gode resultater. Intervjuene ble gjennomført gjennom Microsoft Teams. Forskerne fikk inntrykk av at det oppstod personlig kontakt og tillitsforhold mellom informant og forskere. Intervjuene hadde en varighet på 45-60 minutter, avhengig av hvor mye hver informant delte. Etter samtykke ble det gjort videoopptak av intervjuene. Materiell som skulle brukes i videre analyse ble sendt til informantene for godkjenning og oppklaring av eventuelle feil, noe som styrker kvaliteten til underliggende analysemateriell.

3.3.2 Analyse av primærdata

Grunnet lite eksisterende empiri innenfor feltet ble abduktiv metode benyttet. Med det menes det at det etableres en rekke hypoteser, der de som passer best med eksisterende kunnskap arbeides videre med. Abduktiv metode lar kvalitativ data kombineres med litteraturstudie (Dubois & Gadde, 2002). Hvis det foreligger sterk evidens for funn som motstrider eksisterende forskning vil dette bli nevnt. Analysen av informantenes besvarelser gir forskerne empirisk innsikt som brukes til å belyse problemstillingen. Resultatene ble systematisk analysert opp mot forskningsspørsmålene gjennom

bruk av Microsoft Excel. Analyseprosessen er presentert i figur 8. For å generalisere resultatene og sørge for at funnene ikke bare var et fenomen hos Statsbygg ble det gjennomført semistrukturerte referanseintervjuer med personer utenfor Statsbygg.



Figur 8: *Prosess for analyse av primærdata.*

3.3.3 Presentasjon av primærdata

Brorparten av informantene kommer fra forskningens casestudie, prosjekt LVB, som illustrert i figur 6 tidligere. Dette er valgt ettersom at forskningen er en casestudie. For å styrke forskningen er det i tillegg utført intervjuer med nøkkelpersoner fra referanseprosjektene Kunst- og designhøgskolen i Bergen, Munchmuseet, Tønsberg sykehus og Valley Amsterdam. Prosjektet i Amsterdam ble valgt for å få et innblikk i hvordan prosjekteringsledelse gjøres utenfor Norge. På grunn av sammensetningen av informanter vil resultatene fra prosjekt LVB bære størst tyngde i resultatdelen. Evidens fra referanseprosjektene vil være med å støtte oppunder eller motsi funnene fra casestudien og annen relevant forskning. I presentasjonen av resultatene i kapittel 5 er det valgt å referere til referanseprosjektene som «case 1», «case 2», «case 3» og «case 4» med sammenheng vist i tabell 4 under for å simplifisere formidlingen.

Tabell 4: Oversikt over forskningens referanseprosjekter.

Case 1	Kunst- og designhøgskolen i Bergen
Case 2	Munchmuseet
Case 3	Tønsberg sykehus
Case 4	Valley Amsterdam

3. 4 Innhenting av sekundærdata

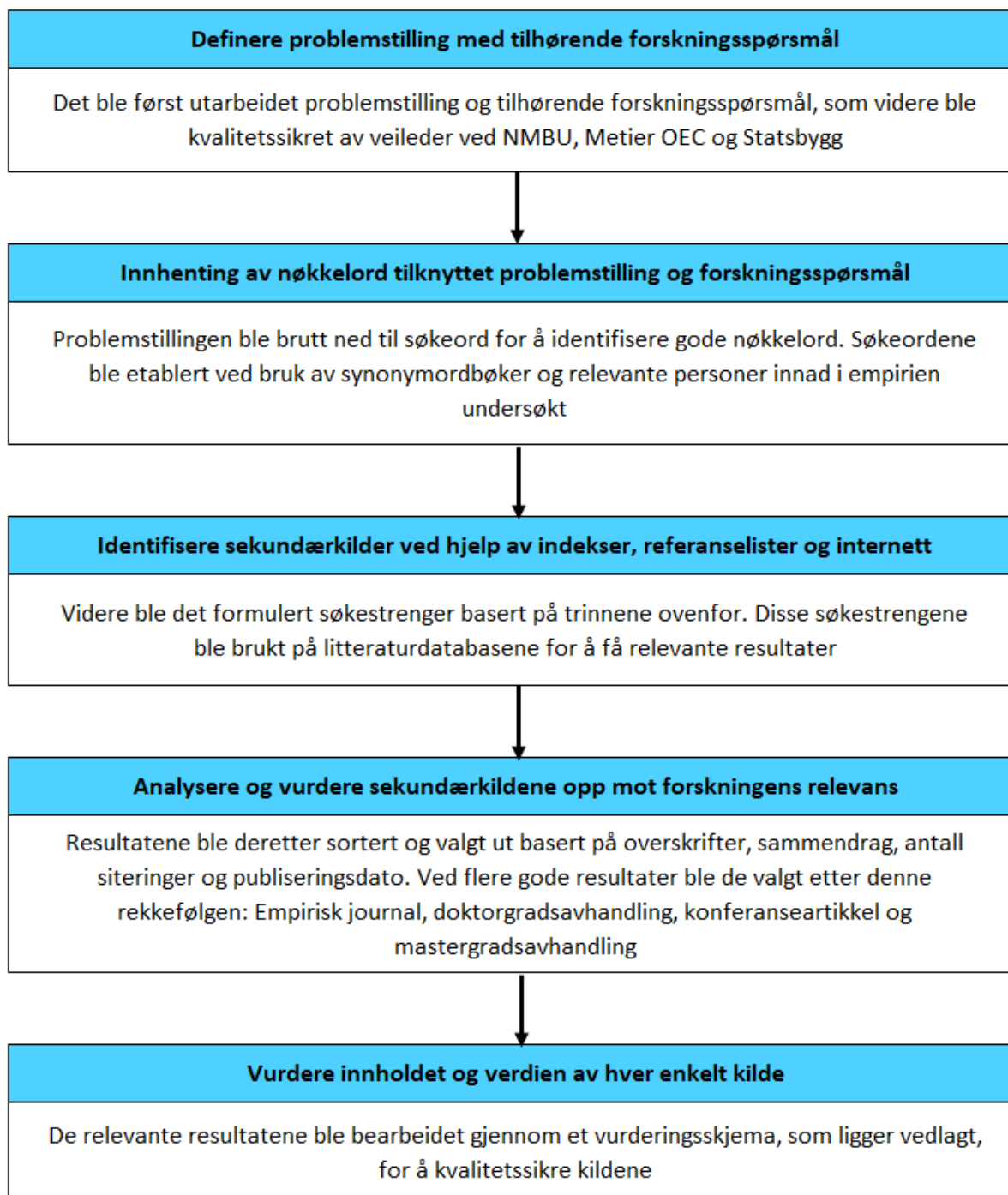
Litteraturstudiet danner et teoretisk fundament for forskningen, og er en del av kvalitativ forskningsmetode. I forskningen bidrar litteraturstudiet til økt forståelse av konsepter knyttet opp mot leveranseplanlegging i prosjekteringsfasen. Litteraturstudiet har den fordelen at det kan avdekke kunnskapshull hos forskerne, og er viktig som et grunnlag før utarbeidelse av problemstilling og forskningsspørsmål (Thomas, 2017). Litteratursøket ble startet høsten 2021, og har vært et kontinuerlig arbeid gjennom oppgavens utarbeidelsesperiode. Dokumentstudiet gir innsyn i interne dokumenter, og kan gi innsikt i hvordan planlegging, gjennomføring og evaluering av prosesser er gjort. Dette gir mulighet til å forstå hvordan prosjektet tenkte rundt spesifikke problemstillinger med annet informasjonsgrunnlag enn det som eksisterer i dag (Tranvik, 2009).

3.4.1 Litteratursøk og søkestrategi

I samarbeid med veiledere, oppdragsgivere og universitetets bibliotek er det utarbeidet relevante søkestrenger ved hjelp av tilgjengelige fagressurser og databaser. Søkestrengene baserer seg på relevante fagbegreper fra litteratur, interne dokumentstudier, samtaler med Statsbygg og Metier OEC. Anvendelse av søkestrenger sammensatt av ulike kombinasjoner av ord og begreper øker sannsynligheten for å finne litteratur med høy relevans (Blumberg et al., 2014). Eksempel på

søkestrenger blir presentert i vedlegg B. Utvalg av de mest relevante kildene utarbeidet gjennom denne metoden er representert i vedlegg A.

Det er blitt benyttet femstegs-søkestrategi for litteratursøk basert på Blumberg et al. (2014) sine studier. Denne fremgangsmetoden er benyttet på majoriteten av forskningens kilder. Anvendelse av søkestrategi er visualisert i figur 9.



Figur 9: Anvendt søkestrategi basert på Blumberg et al., 2014. Egen tilvirkning.

I kombinasjon med systematisk litteratursøk må en være kildekritisk ved bruk av søkemotorer. Universitetet har tilgang til et utvalg internasjonale databaser, deriblant Oria, Web of Science, Scopus, Researchgate og Google Scholar. I denne forskningen er et utvalg av disse søkemotorene benyttet. Kildene er kvalitetssikret gjennom et utarbeidet vurderingsskjema for kilder presentert i tabell 5. Skjemaet ble brukt for å vurdere og kvalitetssikre hver enkelt kilde, i tråd med anbefalingene fra UB (2017) og Thomas (2017). Vurderingskriteriene ble gitt en karakter fra 1-5. Kilden ble forkastet ved total sum under 10, eller for svak karakter på én av kriteriene. Eksempel på bruk av vurderingsskjemaet finnes i vedlegg C.

Tabell 5: Vurderingsskjema for bruk av kilder.

Informasjon	Vår kommentar
Tittel:	Tittel til kilden
Forfatter:	Kildens forfatter
Utgiver:	Kildens utgiver
Tema:	Tematikk for kilden
Database:	Database brukt for å finne kilden
Antall siteringer:	Antallet ganger sitert
Publisert:	Alder på kilden
Vurdering av kilden:	
Interessekonflikt:	Vurdering om potensielle interessekonflikter med hensyn på forfatterens konklusjon og anbefaling
Troverdighet:	Se kilden i et større perspektiv. Hva er forfatterens kunnskap og erfaringsbakgrunn?
Relevans for forskningen:	Er kilden relevant for forskningens problemstilling og forskningsspørsmål?
Kvalitet:	Har kilden gjennomgått en kvalitetssikringsprosess?
Helhetsvurdering:	Samlet vurdering av kilden

3.4.2 Dokumentstudie ved LVB

Som supplement til litteraturstudiet ble det gjennomført dokumentstudier av eksisterende data fra caseprosjektet LVB. Dokumentstudier er en sentral del av et casestudie, og gir innsikt i informasjon som kan styrke eller motsi data fra andre kilder (Yin, 2009). Det gir også muligheten til å se hvordan casen sin tankegang rundt problemstillingen har utviklet seg med tiden, gjennom blant annet møtereferater. Dokumentstudiet inkluderer interne dokumenter fra LVB, samt dokumenter og artikler tilknyttet prosjektet. Dokumentenes innhold ble analysert, og videre brukt til å oppklare usikkerheter rundt funn fra intervjuene. Sekundærdataen hentet inn gjennom litteraturstudiet vil understøtte primærdataen fra det eksplorative forskningsdesignet, og bidra til en mer helhetlig og verifiserbar forskning (Gripsrud et al., 2016).

3.5 Vurdering av validitet og relabilitet

For å styrke oppgavens kvalitet og troverdighet er det viktig å vurdere validitet og relabilitet (Everett & Furuseth, 2012). Validitet innebærer i hvilken grad man kan trekke slutninger ut fra studiet (Borsboom et al., 2004). Relabilitet beskrives som stabilitet i målingene og er hvordan dataen kan reproduseres under samme betingelser (Bartko & Carpenter, 1976). Validitet og relabilitet har vært et gjennomgående tema under utforming av forskningen, analysen og innsamlingen av data. Det er vanskeligere å sikre validitet og relabilitet ved kvalitativ metode, sammenlignet med kvantitativ (Thomas, 2017). Dette er synlig ved forsøk på å replisere forskningen. Individuell tolkning og varierte utvalg av informanter vil påvirke resultatet. Dette gjør det særdeles vanskelig å gjenskape lik data ved gjentatte forsøk. Det har blitt gjort grep som skal øke forskningens relabilitet. Her omfattes grundige vurderinger ved valg av metode, for å hensynta disse utfordringene. Det har vært et gjennomgående fokus på triangulering. Problemstilling og forskningsspørsmål ble også utviklet gjennom en omfattende prosess med involvering av ulike aktører.

Relabiliteten styrkes ved å gjennomføre godt planlagte litteratursøk (Blumberg et al., 2014). Dette ble derfor benyttet i denne forskningen. Det ble også gjennomført kvalitetssikring av kildene gjennom nevnt vurderingsskjema for kilder. Dette styrker også forskningens relabilitet. Det ble også gjennomført intervjuer med eksterne aktører, for å redusere skjevhet i tolkning som ofte kommer til observasjon ved enkeltcaser (Thomas, 2017). Intervjuguiden ble utarbeidet gjennom en grundig prosess, og vurdert av veileder fra NMBU, veileder fra Statsbygg, veileder fra Metier OEC samt ekstern aktør ved universitetet. Det ble lagt vekt på åpne spørsmål, for å minimere påvirkningen på informantenes besvarelser. Disse valgene øker forskningens relabilitet.

At dataen måler det den har til hensikt å måle er viktig for å sikre god validitet. Flere tiltak er blitt gjort for å sikre dette. Intervjuguiden ble kvalitetssikret av veiledere, i tillegg ble det i forkant av intervjuene gjennomført et dybdeintervju for å kvalitetssikre intervjuguide. Det er hensiktsmessig å notere enkelte elementer underveis i intervjuet (Bell et al., 2018). Det ble skrevet møtenotater underveis i intervjuet. Ved alle intervjuene ble det også gjort videoopptak for å legge til rette for nøyaktig transkripsjon. Som kvalitetssikring ble det transkriberte materialet sendt til informantene for kvalitetssikring før analyse.

Det kan oppstå skjevheter ved analyse av kvantitativ data som det er viktig å være klar over. Dette kan for eksempel være at oppmerksomheten trekkes mer mot det å løse et problem, snarere enn det å

forstå problemet (Thomas, 2017). Det ble derfor gjort en grundig analysering av funn vist i tabell 5. Det å være klar over disse aspektene styrker forskningens reliabilitet og validitet (Thomas, 2017).

Presentert rammeverk legges til grunn for et veloverveid valg av forskningsmetode og innsamling av data. Dette menes å styrke oppgavens reliabilitet og validitet. Bruk av flere metoder ved hjelp av triangulering styrker den kvalitative tilnærmingen til problemstillingen. Det har vært tett dialog med ledelsen i prosjekt LVB gjennom hele arbeidet. Om det blir gjennomført en lignende studie vil det trolig forekomme variasjon i resultater og funn, grunnet utvalg av informanter.

3.6 Etikk i forskning

Kvalitativ forskning nødvendiggjør etiske avveininger for ivaretagelse av integritet og konfidensialitet (Fangen, 2015). Informantene ble i forkant av innkalling til intervju informert om oppgavens tematikk og problemstilling. Dette for å tydeliggjøre hva forskningen innebar og hvordan data ville bli behandlet og senere benyttet. I følge Silverman (2015) har informantene rett til å vite hva de blir med på, og forskningens innhold og hensikt. Informantene ble tydelig informert om sine rettigheter etter NSD sine retningslinjer. Dette ble gjort gjennom et informasjonsskriv oversendt i forkant av informasjonssinnhenting. Informasjonsskrivet ble signert og sendt tilbake til forskergruppen. Informasjonsskrivet ble godkjent av NSD i forkant av informasjonssinnhenting. Universitetet har satt en rekke etiske krav for å verne om informanter ved kvalitativ forskning (NMBU, 2015). Disse er brukt som et rammeverk for utarbeidelsen av forskningen.

Informantene er anonymisert på bakgrunn av deres rolle og status i prosjektet. Personalia oppgis derfor ikke i oppgaven. Eventuelle innsyn i transkribering, analysemateriale og resultater fra intervjuene vil derfor anonymiseres før eventuell utsendelse. Denne prosedyren støttes av Silverman (2015) som viser til anonymisering som viktig i forskningsetikk.

Det har vært et gjennomgående fokus på etisk bruk av litteratur og korrekt bruk av referanser. Litteratur har blitt evaluert grundig før den har blitt tatt i bruk, og det har blitt utøvd varsomhet rundt bruk av tidligere forskningsresultater. Det har vært stort fokus på å objektiv tolkning og analyse.

3.7 Begrensninger for metoden

Uforutsette hendelser utenfor forskernes kontroll vil oppstå. Dette vil kunne påvirke resultatet av forskningen. I dette avsnittet presenteres begrensninger som har hatt innvirkning på metoden.

Det var i deler av masterperioden vært nasjonale smittevernrestriksjoner som har lagt begrensninger for metoden. Fysiske møter har vært frarådet, så innsamling av primærdata har blitt gjort gjennom digitale intervjuer. Dette kan påvirke dynamikken mellom de som intervjuer og intervjuobjektene. Samarbeidet med veiledere har også i deler av perioden foregått digitalt. Dette har påvirket muligheten for tett samarbeid og oppfølging. Videre har universitetets masterplasser delvis vært stengt, noe som har gjort masterperioden mindre sosial og fellesskapelig enn forventet.

Det er satt av 4,5 måneder til masterarbeid. Forskerne skulle gjerne ha gått mer i dybden i problematikken, og fulgt casen over lengre tid for å få en økt forståelse av hvordan arbeidet med leveranseplanlegging gjøres, og hvordan det påvirker prosjekteringskostnadene. Grunnet kompleksiteten i valgt case er det få andre prosjekter i Norge som kan brukes som sammenligningsgrunnlag. Dette har ført til et begrenset antall tilgjengelige informanter. Det er få i Norge som har erfaring med leveranseplanlegging på dette nivået. Det har gjort at personer med fagkompetanse innenfor feltet har vært krevende å komme i kontakt med.

For økt forståelse av prosjekterings kompleksitet og utfordringer ble det planlagt å gjennomføre observasjonsstudier. Disse ville gi oss en dypere forståelse av tematikken, gi mulighet til egen tolkning av prosessen og et bedre sammenligningsgrunnlag. Dette kunne ikke gjennomføres til planlagt tid grunnet restriksjonene.

4 CASE

Problemstillingen blir i stor grad besvart som en casestudie av prosjekt Livsvitenskapsbygget. I følgende kapittel presenteres case og tilhørende relevant informasjon for besvarelse av forskningens problemstilling.

4.1 Casebeskrivelse – Prosjekt Livsvitenskapsbygget



Figur 10: Oversiktsbilde av prosjekt LVB (UiO, 2021).

Statsbygg, som er byggherre for LVB, fronter prosjektet med at det «skal være et felles anlegg for ledende universitets- og sykehusmiljø innen livsvitenskap og sikre Norge internasjonal konkurransekraft på området» (Statsbygg, 2022). LVB bygges på oppdrag fra kunnskapsdepartementet med Helse Sør-Øst som medoppdragsgiver og er planlagt ferdigstilt i 2026. Prosjektet har en foreslått kostnadsramme på 12 milliarder NOK. Brukerne av bygget er Universitetet i Oslo (UiO) og Oslo universitetssykehus (OUS) avdeling Klinikk for laboratoriemedisin (KLM). Brukerne har høye krav til tekniske installasjoner, og er langt over hva et typisk bygg dimensjoneres for på hensyn av kompatibilitet av avansert brukerstyr. LVB sies å være «en stor kompleks maskin som tilfeldigvis er omrammet av en fasade» (Holm, 2022).

Statsbygg sin visjon for prosjekt LVB lyder «Et enda bedre prosjekt». Denne visjonen innebærer at det skal bli et enda bedre prosjekt målt på hensyn av bruk av Lean metodikk, prosessplanlegging, takt, systematisk ferdigstillelse og BIM i forhold til tidligere byggeprosjekter. For å få til dette er det ved

prosjekt LVB benyttet en noe utradisjonell entrepriseform; «totalentrepriser med forutgående samspill». Porteføljen til Statsbygg har et imponerende antall komplekse prosjekter, som blant annet Campus Ås, Kunst- og designhøgskolen i Bergen og Nytt Regjeringskvartal. Visjonen kan derfor sies å være ambisiøs. Som en av Norges ledende bedrifter innen byggprosjektering av avanserte offentlige prosjekter ligger forutsetningene til rette for at Statsbygg skal lykkes med sin visjon.

Tabell 6: Nøkkelinformasjon for prosjekt LVB (Statsbygg, 2022).

Nøkkelinformasjon LVB	
Oppdragsgiver	Kunnskapsdepartementet med Helse Sør-Øst som medoppdragsgiver
Brukere	Universitetet i Oslo (UiO) og Oslo universitetssykehus (OUS) avdeling Klinikk for laboratoriemedisin (KLM)
Foreløpig arealramme	97.500 kvm BTA
Oppstart/ferdigstilling	1. kvartal 2019/2026
Foreslått kostnadsramme	11,97 mrd. Kroner
Entrepriseform	Totalentrepriser med forutgående samspill

4.2 Strategier og grep for prosjekteringsprosessen

Statsbygg avdeling LVB sin prosjekteringsgruppe og ytterlige ledelse har tro på at alle involverte parter vil nå sine mål på mest hensiktsmessig vis ved et strukturert samarbeid med bruk av Lean prinsipper, sammenkoblet med strategiene for systematisk ferdigstilling og digitalisering. Statsbygg har derfor utviklet strategier for utførelse av Lean, systematisk ferdigstilling, leveranseplanlegging og digitalisering for å sørge for å få best utbytte av alle aktører. Strategiene er utviklet for alle prosjektets faser. Denne oppgaven har fokus på strategienes og hovedsakelig leveranseplanens innvirkning på prosjekteringsfasen.

4.2.1 Lean strategi

LVB-prosjektet baserer sin forståelse av Lean på boken «Dette er Lean» av N. Modig og P. Åhlström og er utgangspunktet for utarbeidelsen av deres Lean strategi. Statsbygg har etablert mål for Lean for å kunne vurdere om deres bruk har vært i henhold til sitt ønske. De langsiktige målene for Lean-arbeidet er listet opp nedenfor i tabell 7:

Tabell 7: Mål for bruk av Lean ved LVB (Statsbygg, 2022).

Mål for Lean ved LVB
Lean-arbeidet skal gi målbar økonomisk gevinst for alle involverte i prosjektet
Komplett ferdig prosjekt til avtalt tidspunkt for ferdigstillelse
Sterkt redusert sløsing
Lojalitet til prosjektet

I deres Lean strategi er begrepene kultur, flyt, prosess, helhet, transparens og verktøy helt essensielle for å oppnå deres mål for Lean. De peker på at suksesskriteriene for oppnåelse av målene er:

- Bred og tidlig involvering
- Lojalitet ovenfor de utarbeidede handlingsplanene
- Samlokalisering for å redusere fallgruvene fra silotenkning
- Åpenhet og tillit i den forstand at avvik rapporteres umiddelbart
- Proaktivitet

Strategien deres for å sikre en Lean prosjekteringsprosess er å legge vekt på å dele opp prosjekteringen i mange små deler for å ha muligheten til å raskt justere avvik, inkludere oppdatert informasjon om byggbarhet og produktinformasjon samt sørge for en jevn fremdrift. Prosjekteringen foregår som et samspill mellom byggherre, entreprenører, leverandører og rådgivere. Dette samspillet er valgt å benyttes for å bidra til å oppdage begrensinger, flaskehals og avhengigheter. Takten for prosjekteringen er 2 uker.

4.2.2 Systematisk ferdigstillelse

I sin utarbeidelse av strategi for Systematisk ferdigstillelse benytter Statsbygg sin egenutviklede veileder for systematisk ferdigstillelse samt erfaringene deres fra tidligere prosjekt «Kunst- og Designhøgskolen i Bergen». Det innebærer å bruke mer ressurser på planlegging og prosjektering før oppstart av produksjonsfasen. Hensikten med det er å redusere behovet for ressurser på avklaringer underveis i byggingen samt tydeliggjøre leveranser for aktører og dermed redusere usikkerheten rundt leveranser. Statsbygg har satt seg mål for prosjekteringsfasen, og utarbeidet strategier for å nå disse, vist i tabell 8.

Tabell 8: Overordnede mål og strategi for å nå disse relatert til prosjekteringsfasen (Statsbygg, 2022). Posisjoneringen av hvert punkt i tabellen er vilkårlig.

Mål for prosjekteringsfasen	Strategi for å nå mål
Oversikt og struktur	«Frontloading» - Grundig, forebyggende planlegging
Tidlig valg av endelige løsninger og produkter	Villighet til å utføre holdningsendring
Geometri og funksjon: Lean-arbeidet skal gi målbar økonomisk gevinst for alle involverte i prosjektet	Omfattende involvering og transparente systemer
Komplett ferdig prosjekt (funksjon, geometri, brukerutstyr) til avtalt tidspunkt for ferdigstillelse	Struktur og informasjon i form av lojalitet til de retningslinjene som gjelder for prosjektet
Tidlig testing for kontinuerlig forbedring	Tabletester – aktivitet for å lukke skjulte uavklarte spørsmål

4.2.3 Digitaliseringsstrategi

Prosjekt LVB sin strategi for digitalisering har som hensikt å være et bidrag til økt effektivitet, og skal forenkle kommunikasjonen med brukerne. Brukerne innebærer alle aktører som er involvert i prosjektet. Digitaliseringsstrategien gjelder for hele prosjektets levetid. Strategien har en visjon om at «Prosjektets bruk av digitalisering skal være et eksempel på morgendagens bygge- og eiendomsnæring». Denne visjonen skal nås ved å oppnå følgende 6 mål:

Tabell 9: Mål for digitaliseringsstrategi med eksempel på hvordan det skal oppfylles (Statsbygg, 2022).

Mål digitalisering	Eksempel
Digital samhandling	Bruk av BIM, prosessplanlegging og god kommunikasjon
Digitale KPI'er	KPI'en skal gi indikasjon om tiltaket øker effektiviteten og de skal bidra til å måle oppnåelsen av prosjektets strategiske mål
Digital produksjon	Bruk av roboter i form av droner eller produksjonsroboter for økt effektivitet i utførelse
Digital logistikk	Synliggjøring av data og informasjon i hele verdikjeden for å sikre pålitelige leveranser og muliggjøre raske beslutninger
Digital tvilling til fysisk bygg	Sammenkoble informasjonskilder som enkelt kan overføres til UiO sitt system ved overtakelse
Digital styring – sanntidsstyring	Verifisere faktisk fremdrift via datakilder som gir sanntidsinformasjon fra byggeplassen

4.3 Leveranseplanlegging i LVB

Leveranser i LVB sin prosjekteringsfase er en sentral del av en større Lean prosessplanlegging, sammen med andre sentrale parametere som milepæler, nøkkelpunkter og aksjoner. Sammenhengen mellom disse parameterne forstås som en oppdeling i fire nivåer. Nivå 1 er den endelige milepælen prosjektet har til hensikt å oppfylle. For å nå denne milepælen er prosjektet avhengig av å oppfylle en serie av nøkkelpunkter i en bestemte kronologisk rekkefølge. Disse nøkkelpunktene er nivå 2. Videre er nøkkelpunktene en sum av leveranser (nivå 3) som igjen er en sum av en rekke utførte aksjoner (nivå 4). Hensikten med denne nedbrytningen er å få bedre kontroll over fremdrift og kostnader.

Tabell 10 Eksempel på aktiviteter i en leveranse ved LVB.

Eksempel på leveranse ved LVB	
1.	Delkunstprosjekt besluttet
2.	Kunstnere valgt
3.	Plassering omforent med byggeprosjektet
4.	Alle behov for bygningsmessige installasjoner tverrfaglig avklart med rådgiverne og entreprenørene
5.	Budsjett for delkunstprosjektet beregnet
6.	Fundamentering ferdig
7.	Produksjon av delkunstprosjektet fullført
8.	Installering og montering avsluttet
9.	Overtagelse av delkunstprosjekt gjennomført
10.	Delkunstprosjekt avsluttet

4.4 Digital KPI-strategi

Prosjektet måler sine suksesskriterier gjennom digitale KPI'er. Disse brukes for styring av prosjektet og prestasjonsmåling for sammenligning opp mot andre prosjekter. Det mest sentrale styringsverktøyet er TaskCtrl. Følgende er de viktigste suksesskriteriene som benyttes:

Tabell 11: Prosjektets målsetning for bruk av KPI'er (Statsbygg, 2022).

KPI målsetning
Gi indikasjon om tiltak øker effektiviteten gjennom hele prosjektet
Benyttes til målinger og benchmarking gjennom hele prosjektet
Samle inn relevant data som er tilgjengelig, men som ikke umiddelbart er knyttet til KPI'er
Visualisere på informasjonsskjermer på byggeplassen og brakkeriggen for å skape følelse av ett prosjekt med felles mål
Bidra til å måle oppnåelsen av alle strategiske mål i prosjektet

4.5 Tidlig involvering i LVB

Statsbygg mener bruk av tidlig involvering er avgjørende for å få til en Lean-planleggingsprosess. De begrunner det med at prosjektering er en itererende prosess som i større grad krever endringer underveis sammenliknet med utførelsesfasen som er strømlinjeformet, og kan følges kronologisk. Hensikten med å benytte tidlig involvering er å sørge for at all nødvendig informasjon er tilgjengelig når beslutningen skal tas og dermed ikke behøve de iterative prosessene. Ved å inkludere alle nivåer i organisasjonen samt brukere skal de sikre at nødvendig informasjon er tilgjengelig. Kontraktmodellen legger til rette for dette, samt bruk av digitale kommunikasjonskanaler for informasjonsflyt.

5 RESULTATER OG DISKUSJON

I det følgende kapittelet presenteres og diskuteres forskningens resultater. Resultatene er strukturert i egne underkapitler for hvert av forskningens forskningsspørsmål, med tilhørende underoverskrifter og diskusjoner om forskningens hovedfunn. Funnene er konkretisert etter inndelingen beskrevet i kapittel 3.3.3. Denne fremstillingen er valgt for å tydeliggjøre resultatene og gi leser en enkel oversikt samt gode navigeringsmuligheter i dokumentet. Etter endt diskusjon presenteres anbefalinger til bransjen som har til hensikt å konkretisere hvordan hovedfunnene kan benyttes for å øke kontrollen over prosjekteringskostnadene i fremtidige prosjekteringsprosesser. Forskningens hovedfunn er presentert i tabell 11.

Tabell 12: Forskningens hovedfunn presentert som svar på hvert forskningsspørsmål.

Leveranseplanlegging øker kontrollen over prosjekteringskostnadene
<ol style="list-style-type: none">1. Transparens skaper forutsigbarhet og økt kontroll2. Reduserer iterasjoner, men uenighet om effektivitet3. Synergi med MMI er viktig bidragsyter for økt kontroll4. Avhengig av gjensidig tillitt og eierskap til planen
Hvordan bør KPI'er brukes i et leveransestyrt prosjekt for å øke kontrollen over prosjekteringskostnadene?
<ol style="list-style-type: none">1. Synliggjør avvik og deres effekt2. Tilrettelegger proaktivt arbeid3. Legg til rette for enkle rapporterings- og oppfølgingsprosedyrer4. Enighet om KPI'er øker nytte5. Måling av funksjonstesting gir færre feil og tidligere kontroll
Fordeler og utfordringer ved bred involvering av interessenter
<ol style="list-style-type: none">1. Rett løsning blir tidligere identifisert2. Legger til rette for en brukerstyrt prosess3. Skaper enkle kommunikasjonlinjer og reduserer konfliktnivå4. Krever vesentlig ressursbruk5. Risikerer for tidlig detaljfokus6. Krever konkret ansvarsfordeling og sterk styring7. Behov for holdningsendringer

5.1 Leveranseplanlegging øker kontrollen over prosjekteringskostnadene

Forskningen har funnet at bruk av leveranseplanlegging kan gi økt kontroll over prosjekteringskostnadene i store komplekse byggeprosjekter. Dette kapitlet tar for seg forskningens hovedfunn om hvilke effekter denne prosjekteringsmetoden har potensialet til å gi, og hvordan leveranseplanlegging må brukes for å få de ønskede effektene.

5.1.1 Transparens skaper forutsigbarhet og økt kontroll over prosjekteringskostnader

Leveranseplanleggingen som er utført på prosjekt LVB har gjort at parter fra ulike interessenter får innsikt i hverandres planlagte fremdrift og leveranser. Dette har til hensikt å gi økt oversikt over fremdriftsstatus og forutsigbarhet for prosjekteringskostnadene. Leveranseplanlegging er en øvelse i bakoverplanlegging, og tvinger prosjekteringsgruppen til å visualisere fremtidige utfordringer (Holm et al., 2018). En slik planleggingsmetode tydeliggjør hvor i prosessen det er rimelig å anta at det kan oppstå utfordringer, og eventuelt hvilke andre leveranser som vil bli berørt av disse. Denne informasjonen samles og presenteres i en felles leveranseplan slik at en større andel av prosjekteringsgruppen samt prosjektledelsen, sammenliknet med tradisjonell planlegging, har forutsetningene på plass for å besitte økt forutsigbarhet.

Fra prosjekt LVB enes 10 av 13 informanter om at bruk av leveranseplanlegging i prosjekteringsarbeidet har gitt økt kontroll i sin arbeidshverdag. Informantene besitter ulike roller, og har dermed ulik påvirkning på prosjekteringskostnadene. For de fleste menes økt kontroll derfor økt oversikt over fremdrift i prosjekteringsarbeidet, som videre påvirker prosjekteringskostnadene. Flertallet peker på leveranseplanenes evne til å synliggjøre avhengigheter mellom leveranser som en av de største mulighetene leveranseplanlegging har gitt for å oppnå økt kontroll. Dette stemmer godt overens med teorien fra Johansen (2016), som viser at rett bruk av leveranseplanlegging gir økt transparens for alle involverte interessenter.

Fra dokumentstudiet kommer det frem at prosjektledelsen ved LVB har en tydelig forståelse for hvilke suksesskriterier som kreves for vellykket leveranseplanlegging. Flere av disse kriteriene går ut på å skape bedre samarbeidsarenaer. En av suksesskriteriene er «samlokalisering». I dette legger prosjektledelsen at det skal brukes virkemidler som skal minimalisere silotenkning og gi kortere kommunikasjonslinjer mellom interessentene. Informantene legger vekt på at det er en miskorrelasjon mellom de mulighetene som finnes i bruk av leveranseplaner og hvordan de faktisk benyttes i sin arbeidshverdag på prosjekt LVB. Utfordringene som gjør at disse miskorrelasjonene eksisterer diskuteres i kapittel 5.2.3.

Det kan konkluderes med at leveranseplanlegging forbedrer forutsigbarheten og det øker prosjekteringsteamets kontroll over sin arbeidshverdag, og det fører til økt kontroll over prosjekteringskostnadene. Informanter fra samtlige referanseprosjekter har bekreftet dette.

5.1.2 Leveranseplanlegging reduserer iterasjoner, men uenighet om effektivitet

Det er videre funnet stor enighet blant informantene om at leveranseplanlegging gjør prosjekteringsarbeidet mer strømlinjeformet kontra utførelsen av tradisjonell prosjektering. En strømlinjeformet prosjekteringsprosess minsker behovet for omprosjekteringer, og reduserer dermed antallet iterasjoner. Seehusen (2013) mener at byggebransjen sin prosjekteringsprosess kan utføres med langt færre iterasjoner enn ved dagens situasjon, og dette funnet understreker at god bruk av leveranseplanlegging kan være en del av løsningen. Blant informantene som påpekte denne muligheten er samtlige enige om at dette gir god kontroll på fremdriften, som videre er med på å øke forutsigbarheten for prosjekteringskostnadene.

Selv om leveranseplanleggingen har vist seg å ha positiv innvirkning på antall iterasjoner mener likevel mange av informantene at iterasjonene oppleves mer omfattende og at dette senker effektiviteten deres. Forskningen har ikke datagrunnlag til å bekrefte om det faktisk er oppstått redusert effektivitet eller om det kun er en opplevd nedsatt effektivitet som resultat av at en har bedre oversikt over faktisk effektivitet. 7 av 13 informanter ved prosjekt LVB mener de har opplevd ingen innvirkning på effektivitet eller fått en lavere effektivitet som følge av leveranseplanlegging. Informantene fra både case 1 og case 2 sier de har opplevd en positiv effekt på effektiviteten ved bruk av leveranseplanlegging. Informantene fra case 3 svarer at de har opplevd positiv effekt, eller har ikke vært i posisjon til å oppleve effekten av leveranseplanene og opplyser derfor ingen innvirkning. Av personer ved prosjekt LVB med tilsvarende stilling som informantene fra case 1 og case 2 hadde i sine respektive prosjekter svarer samtlige at de har opplevd et positivt utfall på effektiviteten. Det kan derfor konkluderes med at prosjekteringsledere har best utbytte av leveranseplanlegging slik det utføres per nå.

5.1.3 Synergi med MMI er en viktig bidragsyter for økt kontroll over prosjekteringskostnader

En av de sentrale forutsetningene for å lykkes med leveransestyrt prosjektering er riktig detaljeringsgrad til riktig tid. Informanter fra alle interessentgrupper trakk frem dette aspektet. For høyt detaljeringsnivå tidlig i prosessen er en utfordring for kreativiteten. Prosjekteringsarbeidet får tunnelsyn, og informantene forteller at det blir vanskelig å komme opp med de gode løsningene. Dette

reduserer også påvirkningsmulighetene for bruker. Lav detaljeringsgrad sent i prosjekteringen fører til lav fremdrift og reduserer graden av kontroll. Informantene peker på MMI (Modell Modenhets Indeks) som en effektiv måte å forenes om detaljeringsgrad. MMI deler inn prosjekteringen i konkrete steg med et forhåndsdefinert detaljnivå basert på progresjonen i BIM-modellen. Det kommer frem av intervjuene at en slik inndeling gjør det enklere å utarbeide konkrete leveranser, samtidig som det reduserer antall iterasjoner. Dette underbygges av litteraturen til Fløisbonn (2018), som sier at bruk av MMI øker kvalitet og kontroll, samtidig som det reduserer tidsbruk og antall feil.

På prosjekt LVB deles fremdriften opp i ulike modenhetsnivåer for å enes om hvilke detaljnivåer enhver leveranse skal tilfredsstille ved leveringsfrist. Disse modenhetsnivåene blir bestemt av sitt MMI-nivå som beskrevet i kapittel 2.8.3. Prosjekteringsledelsen på prosjekt LVB enes om at MMI er et godt fundament for leveranseplanen, og en viktig bidragsyter for å øke kontrollen over prosjekteringskostnadene, men prosessen for å komme frem til omforente modenhetsnivåer er for tungvint slik den er per nå. Informantene uttrykker for liten enighet om forventet MMI-nivå som et problem. Av spesifikke mulige løsninger som blir trukket frem peker et fåtall av informantene på at bruk av big room, et samlokaliseringsverktøy kjent fra Lean-metodikken, vil være med på å øke produktiviteten under disse prosessene. Tauriainen et al. (2016) sin forskning anbefaler også big room som rett problemløsningsverktøy for denne type utfordringer. Også dokumentstudiet viser at dette er et av grepene Statsbygg håpet å kunne bruke ved prosjekt LVB. Det kommer derimot frem av intervjuene at dette ikke har vært mulig å benytte i ønsket omfang på grunn av omstendighetene koronapandemien har medført. Som resultat av alle disse inntrykkene anbefales det fra denne forskningen å benytte big room på neste store byggeprosjekt.

Nåværende situasjon medfører stadige behov for re-planlegging, og flere av informantene peker på at denne utfordringen kommer av at det er en manglende enighet blant de involverte om leveransenes krav før igangsettelse. Denne miskommunikasjonen blir først oppdaget ved overlevering av leveransen, og medfører store tap i både kontroll, tid og kostnad. Det er derfor rimelig å anta at konkretisering, og omforening, av leveranser før igangsettelse vil redusere behovet for iterasjoner ytterligere samt gi økt kontroll over prosjekteringskostnadene. Det underbygger prosjekteringsledelsens ønsker presentert i kapittel 5.1.2 om økt avsatt tid til prosjektering.

Det kommer frem av dokumentstudiet at MMI har blitt arbeidet med på en systematisk måte. Frekvente møtereferater beskriver hvordan aktører ligger an i forhold til gitt modenhetsnivå. Dette

bekreftes i intervjuene, og prosjektdeltakerne er i stor grad fornøyde med hvordan det har blitt arbeidet med MMI. Forskningens funn indikerer at en klar plan for detaljeringsgrad i samspill med tydelige oppfølgingsrutiner er en sentral forutsetning for å lykkes med leveranseplanlegging. 6 av 13 informanter fra LVB mener leveranseplanen bør knyttes enda tettere til MMI-planen. Informantene fra forskningens referanseprosjekter har ikke kjennskap til MMI-inndelingen slik det er gjort på prosjekt LVB, men understreker at det er viktig med omforente detaljnivåer på enhver leveranse.

5.1.4 Leveranseplanlegging er avhengig av gjensidig tillitt og eierskap til planen

Informantene fra case 1 og case 2 påpeker at vellykket bruk av leveranseplanlegging forutsetter at alle involverte parter har eierskap til planen. Fra prosjekt LVB nevner halvparten av informantene en manglende eierskapsfølelse. Eierskapsfølelse til planen innebærer blant annet at det foreligger et klart målbilde av hva som er forventet å levere, når det skal leveres og til hvilken kvalitet og kost. Økt eierskap til leveranseplanen er derfor vesentlig for å øke kontrollen over prosjekteringskostnadene.

Det kommer frem av informantene at det er viktig å innføre eierskap til planen fra starten av og holde seg trofast til den. Økt eierskap har til hensikt å øke ansvarsfølelsen ovenfor sine leveranser, og dermed også prosjektet i sin helhet. Theisohn og Lopes (2013) mener også at økt eierskap legger til rette for at de involverte har flere insentiver for å dele sine kunnskaper utenfor kun et minimumsnivå. Informantene som nevner økt eierskap, som en forutsetning for vellykket leveranseplanlegging, enes om at det vil medføre en bedre gjennomføring samt være grunnlaget for enklere prosesser for å konkretisere ansvar.

Fra dokumentstudiet kommer det frem at prosjektledelsen omtaler «åpenhet» og «tillitt» som to suksesskriterier for å lykkes med sin Lean-strategi. Det er derfor rimelig å anta at det er forsøkt å skape en arena hvor disse forholdene kan blomstre frem. Men som nevnt ovenfor finner forskningen likevel at en stor utfordring i planleggingen og oppfølgingen av leveranseplanene ligger i manglende eierskapsfølelse. Informantene peker på at den manglende eierskapsfølelsen er med på å skape situasjoner som medfører urimelig store arbeidsmengder som kreves utført på for kort tid. Denne konsekvensen av manglende eierskapsfølelse oppstår ifølge Vandewalle et al. (1995) som et resultat av manglende insentiver og motivasjon hos arbeiderne til å legge ned den arbeidsmengden som er nødvendig for å kunne følge en bestemt plan. Prosjektledelsen enes om at bruk av leveranseplanlegging krever overskudd for å være i stand til å arbeide proaktivt, og at det har vært for mange perioder i prosjektet hvor det nødvendige overskuddet ikke har vært til stede.

På bakgrunn av diskusjonen ovenfor, og med støtte fra Vandewalle et al. (1995) sin forskning, kan det konkluderes med at suksesskriteriene fra prosjekt LVB sin Lean-strategi bør bevares, men de må implementeres og følges opp på en bedre måte enn det som er gjort.

5.2 Hvordan bør KPI'er brukes i et leveransestyrt prosjekt for å øke kontrollen over prosjekteringskostnadene?

Det er blitt tydeliggjort for forfatterne av forskningen at det finnes store forbedringsmuligheter innen bruk av KPI'er, som et verktøy i arbeidet med å øke kontrollen over prosjekteringskostnadene i store byggeprosjekter. Fokuset er lagt på KPI'er i forbindelse med leveranseplaner. Fellesnevneren for forskningens funn angående bruk av KPI'er er at de er digitale, og de må gi muligheter for kontinuerlige forbedringsprosesser. Det kommende kapittelet tar for seg informantenes savnende effekt av KPI-bruk, eksempler på vellykkede KPI'er og hvordan de bør brukes i praksis.

5.2.1 KPI'ene må synliggjøre avvik og deres effekt

Informantene nevner et fåtall muligheter som eksisterer for bedre bruk av KPI'er for proaktiv synliggjøring av avvik. Det var størst enighet om PPU. PPU, prosent planlagt utført, er en måleparameter som gir kontinuerlig status på den faktiske fremdriften målt opp mot prosjektert fremdrift. 5 av 13 informanter ved prosjekt LVB trakk frem PPU som en god styringsparameter på leveranseplanen. Dette støttes opp av informasjon gitt av informanten fra case 3 og fagekspert fra Lean Communications som mener at PPU er den viktigste parameteren for å følge opp leveranseplanen. Det var enighet blant flere informanter at transparensten som kommer av leveranseplanlegging sammen med PPU gjorde det mulig å forutsi kommende avvik på fremdriftsplaner. Power og Taylor (2019) sin forskning bekrefter i sin studie at prosjekter som har benyttet PPU aktivt oppnår bedre resultater enn prosjekter som ikke har gjort det.

Hvis PPU ses i sammenheng med hvor ofte leveranser flyttes gir det et innblikk i lojalitet mot planen og et bilde på hvor hardt de prosjekterende er presset på tid. Hyppig flytting av den samme leveransen kan være tegn på for dårlig spesifisert leveranse, mens flytting av mange leveranser kan signalisere at det er for stor arbeidsmengde. Kombineres dette med kvalitativ data på hvorfor leveransen er flyttet har man et godt informasjonsgrunnlag til kontinuerlig forbedring av leveranseplanen. Chan og Chan (2004) forteller om viktigheten av gode KPI'er i byggebransjen, og hvordan de kan brukes til å oppnå suksess. Her trekkes det frem at det er viktig å enes om noen få gode KPI'er som hele prosjektet fokuserer på.

Blant et mindretall av informantene i prosjekteringsgruppen ved LVB var det knyttet misnøye til bruken av KPI'er. Prosjekterende beskriver KPI'ene som lite nyttig og enkle å manipulere. De sliter med å se nytten, og mener at KPI-rapportering er ekstraarbeid som reduserer effektiviteten. For å unngå å få en «rød» KPI manipuleres heller dataen som sendes inn. Det har utviklet seg en kultur der KPI-målingen brukes for å belyse feil, og ikke til å se muligheter. En måte KPI'ene manipuleres er å endre dato på når en leveranse skal være ferdig. Det eksiterer ikke et digitalt eller administrativt sikkerhetsnett som forhindrer slike uønskede endringer. Prosjekterende kan dermed endre dato på leveransen, uten at resten av prosjektet får det med seg. På denne måten er fortsatt KPI'en «grønn», selv om leveransen blir ferdig senere enn avtalt. Det er naturlig å anta at en slik fremgangsmåte kan skape problemer med fremtidige avhengigheter for leveranseplanen, og at man oppdager avvik senere enn det man ville gjort med riktig oppfølging av KPI'er. Konsekvensen av dette er at det ikke er mulig å arbeide proaktivt ettersom prosjektledelsen ikke kan være sikker på at leveransene er på samme modenhetsnivå fra alle parter til det forhåndsbestemte tidspunktet.

5.2.2 Tilrettelegger proaktivt arbeid

Prestasjonsdrivende parametere er sentrale for å jobbe proaktivt med leveranseplanen Landet et al. (2015). Av informanter fra både prosjekt LVB og eksterne referanseprosjekter kommer det tydelig frem at byggebransjen går i en retning av mer digitalisering, og hyppigere bruk av innovative styringsverktøy. Noe som er i favør av innføring av prestasjonsdrivende parametere. Alle som ble intervjuet nevnte at de har tilgang på digitale systemer for å få oversikt over hvor de ligger i forhold til plan. Dette medfører flere nye muligheter som bransjen kan dra nytte av kontra bruk av utdaterte format hvor oppdateringer ikke oppdages enkelt. Eksempler på dette er PPU som er diskutert i kapittel 5.2.1, og som tilgjengeliggjøres i prosjektoppfølgingsystemer som Planweb. Det er likevel en tydelig korrelasjon mellom Alarcon et al. (2001) sitt utsagn og denne forskningen sine funn som begge finner at byggebransjen sin bruk av KPI'er er i hovedsak resultatparametere, og gir liten mulighet for proaktiv styring. Flertallet av informantene uttrykker et ønske om mer bruk av KPI'er, og enkelte ser på dette som et naturlig fokusområde for å lykkes bedre med leveranseplanen i fremtiden.

Informantene enes om at det finnes få gode KPI'er for å følge opp leveranseplanen. Ønsket med KPI'er er å kontinuerlig måle prosessen for å kunne jobbe proaktivt. Ved LVB har KPI'er i beste fall blitt brukt til å arbeide reaktivt, og for 4 av 13 informanter er KPI noe de sjeldent bruker. Prosjektledelsen uttrykker at de har hatt utfordringer med å finne gode KPI'er, og erkjenner at her er det forbedringspotensialet. Gjennom dokumentstudiet kommer det frem at målet er å utarbeide KPI'er som måler effektivitet og benchmarking gjennom hele prosjektet. Mer om prosjektets KPI-strategi kan

leses om i kapittel 4.4. Målene er klare, men videre arbeid med KPI finnes det lite dokumentasjon for. Det er derfor naturlig å anta at det ikke har blitt lagt tilstrekkelig ressurser i dette feltet. Det har ført til lav oppslutning rundt rapportering, og flere i prosjektet sliter med å se nytten av målingene. Det underbygges av dataen samlet inn gjennom intervjuer. For å lykkes bedre med leveranseplanlegging i fremtiden er det derfor nødvendig å finne gode KPI'er og etablere klare rutiner for rapportering og oppfølging.

5.2.3 Legg til rette for enkle rapporterings- og oppfølgingsprosedyrer

Forskningen til Chan og Chan (2004) presenterer i «*Benchmarking: an international journal*» viktigheten av et godt verktøy for rapportering og oppfølging av KPI'er. Dette støttes av litteraturen til Beatham et al. (2004). Prosjekt LVB bruker det digitale verktøyet TaskCtrl for blant annet rapportering og presentasjon av KPI'er. Programmet har gjennomgått endringer underveis i prosjektet, men prosjektledelsen enes om at det per dags dato er på et tilfredsstillende nivå. Det gir rask oversikt over de viktigste parameterne, og er relativt brukervennlig. Et godt styringsverktøy er en klar forutsetning for å lykkes med måling av leveranseplanen. For oppfølging savner brukerne en funksjon som forteller estimert arbeidsmengde for nært forestående leveranser.

Samtlige av de 5 informantene fra prosjektledelsen som besitter roller som mottar rapporteringer fra rådgivende aktører mener rapporteringene er verdifulle. De mener de får økt forutsigbarhet i form av økt kontroll på fremdriftsstatus og dermed også prosjekteringskostnadene. Samtidig mener flertallet av informantene som utfører store deler av rapporteringene at dette arbeidet tar for lang tid i forhold til tilført nytte. Disse informantene mener prosessen for rapportering må effektiviseres, eller kravene for mengde rapportering må reduseres. Slik det er per i dag peker de prosjekterende på at de forventes å rapportere ytterligere informasjon enn kun det som er direkte knyttet til KPI'ene. Den påpekte tilleggsrapporteringen mener de tilfører lite nytte og tar opp tid som heller kunne vært verdiskapende for kommende leveranser. Det er derfor rimelig å anta at diskusjonen kan konkludere med at det er nødvendig å etablere klare rutiner og enkle systemer for å lykkes med leveranseplaner. Å sørge for enkle rapporteringssystemer og rutiner vil, i tillegg til å øke effektiviteten, også være sentralt for å kunne utføre kontinuerlig oppfølging og sterk styring av planene. Nødvendigheten av sterk styring diskuteres i dypere detalj i kapittel 5.4.3.

Videre kommer det frem at de rapporteringene som medfører endringer i planlagte leveransefrister må tydelig synliggjøres og differensieres fra en vanlig rapportering, og i større grad enn det som er gjort på prosjekt LVB. Dette må skje gjennom et system som alle involverte aktører bruker regelmessig.

Som nærmere diskutert i kapittel 5.2.1 kommer det frem av en stor andel av informantene at frister i leveranseplanene enkelt kan manipuleres, og medfører uønskede konsekvenser. Tydeliggjøring av endringer kan tenkes å ha positiv innvirkning på også denne utfordringen.

5.2.4 Enighet om KPI'er øker nytte

Som det kommer frem av kapittel 5.2.3 er gode rapporteringsrutiner viktig, men en KPI er aldri bedre enn underliggende data. Og skal informasjonen KPI'ene gir brukes som grunnlag for videre beslutninger forutsetter det tiltro til at dataen er korrekt samt at det er nyttig data. Det er grunnen til at enkle rapporteringssystemer må utvikles. Vel så viktig som å etablere klare rutiner for rapportering er det viktig å enes om hva som skal rapporteres. Ved en manglende enighet er det risiko for at det rapporteres for lite, som fører til at ønsket informasjon går tapt, eller at det rapporteres for mye, som gir unødig lav effektivitet og verdiskapning.

Generelt blant informantene er det enighet i at KPI-bruken er under et tilfredsstillende nivå. Dette går igjen i byggebransjen og anses ikke som noe sjokkerende funn (Marr, 2012). Det som derimot er interessant er at et mindretall av informantene har vist misnøye over hvilke parametere som har blitt målt. I flere tilfeller har aktører i prosjektet følt at de må rapportere opp mot uhensiktsmessige KPI'er. I en situasjon der det allerede er bekreftet at det er for liten bruk av KPI'er er det ytterligere negativt at en andel av de få KPI'ene som blir benyttet oppfattes som lite hensiktsmessige. Dette fører med seg støy, og svekker tillitt til systemet. Det anbefales derfor å bruke mer ressurser på å enes om hva som skal måles på ulike tidspunkter i prosjekteringsfasen. De KPI'ene som er gode i tidlig kreativ fase er ikke nødvendigvis hensiktsmessige å bruke i detaljprosjektering. Haponava og Al-Jibouri (2009) går i denne journalartikkelen i detalj på hvordan KPI'er kan tilpasses ulike nivåer i prosjektet. Informantene ser muligheten for å koble KPI'er opp mot ulike modenhetsnivå, slik at det fokuseres på rett ting til rett tid. Det antas at dette er et område der prosjektet, og resten av byggebransjen, har mye å hente.

5.2.5 Måling av funksjonstesting gir færre feil og tidligere kontroll

Leveranseplanlegging, i likhet med systematisk ferdigstilling, er prosesser som drives av bakoverplanlegging. Systematisk ferdigstilling menes å underveis i prosjektets utførelsesfase teste funksjonen av tekniske installasjoner, mer om det kan leses i kapittel 2.6.4. Én av bakoverplanleggingsprosesser sine mange styrker er at funksjonen til sluttproduktet blir ett av hovedmålene. Å inkludere fokus på funksjon, sammen med fokus på design og utførelse, gir god

fremdrift i tidlig forprosjektfase samt økt fleksibilitet i detaljprosjekteringsfasen. Dette kommer frem av 5 av 13 informanter fra prosjekt LVB. Et resultat av dette er tidligere kontroll over prosjektets prosjekteringskostnader.

Å måle funksjonstesting er en KPI som flertallet av informantene fra prosjekt LVB mener er hensiktsmessig for overholdelse av leveranseplanene. DeJaco et al. (2017) sier at det skyldes i hovedsak at iterasjoner som omhandler funksjonsfeil er svært tidkrevende. 8 av 13 informanter ved prosjekt LVB trekker frem viktigheten av å bedrive systematisk ferdigstilling og måle prosent teknisk godkjente funksjonspakker til rett tid. Informanten fra case 1 er også enig i dette. Selv om resultatene av denne KPI-bruken vil oppleves i prosjektets utførelsesfase må det planlegges for i prosjekteringsfasen. Informasjon fra case 4, et prosjekt som per i dag nærmer seg ferdigstilling, viser at bakoverplanlegging med funksjonsfokus resulterer i færre funksjonsfeil enn prosjekter med tilsvarende omfang som informanten har vært med på tidligere.

Videre er det rimelig å anta at måling av funksjonstesting gir bedre kontroll over prosjektets total kostnader ettersom en bekreftelse av fungerende funksjon underveis i byggefasen tilsier at det vil bli færre iterasjoner for å rette opp funksjonsfeil. Dette blir ikke diskutert videre i denne forskningen ettersom at det strekker seg utenfor oppgavens rammeverk.

5.3 Fordeler ved bred involvering av interessenter

Forskningen har funnet både fordeler og utfordringer knyttet til bred involvering av interessenter i leveransestyrt prosjektering. I de kommende kapitlene blir fordelene og utfordringene ved bred involvering presentert og diskutert. Alle utfordringene og fordelene som blir presentert er vinklet mot forskningens problemstilling som innebærer ønske om økt kontroll over prosjekteringskostnader.

5.3.1 Rett løsning blir tidligere identifisert

Det er en forutsetning at riktige aktører er med på riktig tid i et prosjekt for å oppnå dets budsjettmål. Denne forskningen har ikke grunnlag for å si konkret hvilket stadium de ulike aktørene bør involveres, men det synes å være en enighet om at det er fordeler med å involvere entreprenør på et tidligere stadium enn det intervjuobjektene har erfaring med fra tidligere prosjekter. 3 av 3 entreprenørinformanter enes om dette. 4 av 5 informanter fra prosjektledelsen ved LVB er også enige i at entreprenør bidrar positivt ved å inkluderes i tidligfasen av leveranseplanens utvikling, ved å sørge for bygghetskontroll av leveransene. Dette støttes av forskningen til Scheepbouwer og Humphries

(2011) som sier at tidlig involvering av entreprenør øker kvaliteten på prosjektering og ferdig produkt. Et slikt samarbeid er en kostnadsdriver for prosjekteringen, men litteraturen mener at dette tas igjen i byggefasen. Forskningen til Song et al. (2009) underbygger dette, og konkluderer med at tidlig involvering av entreprenør gir større treffsikkerhet opp mot plan. Det antas derfor at tidlig involvering av entreprenør i prosjekteringsfasen er en kostnadsdriver i prosjekteringsprosessen, men fører til en bedre leveranseplan og dermed økt kontroll over prosjekteringskostnadene. Dette grunnet økt forståelse av prosjektets kompleksitet og større grad av tverrfaglig samarbeid.

Ifølge flertallet av informantene ved prosjekt LVB gjorde tverrfaglige møter med flere aktører at man fikk en bedre forståelse av kompleksiteten til prosjektet, og slik kunne legge en mer realistisk leveranseplan, med tydelige avhengigheter. Informantene mente at dette hadde positiv effekt på kontrollen og forutsigbarheten til prosjekteringskostnadene. Brede tverrfaglige prosesser gjør ifølge informantene at man kommer frem til de riktige løsningene på et tidligere stadium, det skyldes i stor grad at brukers ønsker er med fra start. Dette understøttes av litteraturen til Skinnarland (2015) som beskriver hvordan tverrfaglige prosjekteringsprosesser er med på å gi riktig leveranse til riktig tid.

5.3.2 Leveranseplanlegging legger til rette for en brukerstyrt prosess

Bruker uttrykker at leveranseplanen gir gode rammer for brukerpåvirkning, og at bruker har nytte av strukturen leveranseplanen gir til prosjekteringen. Leveranseplanen konkretiserer hva som skal prosjekteres til enhver tid, og bruker har derfor kontroll over hvilke beslutninger som må fattes i overskuelig fremtid. Bruker har i mange tilfeller ikke dybdeforståelse av hvordan store byggeprosjekter styres, og det må derfor legges til rette slik at bruker kan ha ønsket grad av påvirkning. Dette gjøres gjennom tett dialog mellom byggherre og bruker. Å involvere bruker tett i prosjekteringsprosessen anses som viktig for et vellykket prosjekt (Kim et al., 2016). Det har ikke blitt funnet forskning på hvordan leveranseplanlegging kan brukes i en brukerstyrt prosjekteringsprosess. Det er imidlertid forsket mye på fordelene med en brukerstyrt design og innovasjonsprosess. Herifra kan det blant annet trekkes paralleller fra Desouza et al. (2008) slik at bruker kan ha ønsket grad av påvirkning. Prosjekteringsledelsen mener leveranseplanen er et godt rammeverk for et brukerstyrt prosjekt. Det er naturlig å anta at når bruker kontinuerlig kommer med sine synspunkter sparer man seg for store iterasjoner. Hvis brukerpåvirkningen derimot ikke blir håndtert på en fornuftig måte, i den forstand at brukers ønsker og krav ikke blir hensyntatt, viser det seg at det kan skape forsinkelser i prosjekteringsprosessen. Dette kommer frem av Gulliksen et al. (2003) sin forskning som er gjeldende for utviklingsprosjekter på tvers av industrier.

Basert på forskningens funn om involvering av entreprenør på et tidlig stadium, samt inkludere bruker i utviklingen av leveranseplaner, er det rimelig å anta at bred involvering tidlig i prosjekteringsfasen gir positiv effekt over kontrollen på prosjekteringskostnadene i leveransestyrte prosjekter.

5.3.3 Tidlig involvering skaper enkle kommunikasjonslinjer og reduserer konfliktnivå

Prosjekter av sammenlignbar størrelse med LVB spenner seg over mange år. De ulike interessentene skal derfor jobbe tett sammen over lengre tidsperioder. Informantene uttrykker økt nytte ved å jobbe tett på hverandre over lengre tid, og involvering av alle relevante interessenter er med på å skape en fellesskapskultur. Dette gjør det enklere, sammenlignet med silojobbing, å ta opp saker på tvers av fag. Informantene uttrykker at dette medfører at uenigheter kan bli løst på et uformelt plan. Informantene som representerer entreprenør har ved andre prosjekter følt på frustrasjon rundt lite forståelse fra prosjekterende når det kommer til fokus på byggbarhet. Prosjekteringsgruppen fra LVB trekker frem at et tidlig samarbeid med entreprenører har gitt de større forståelse når det gjelder fokus på byggbarhet. Det er derfor naturlig å anta at involvering slik det er gjort ved LVB er med på å redusere konfliktnivået mellom de ulike interessentene. Dette støttes av litteraturen til Jaffar et al. (2011) som trekker frem tre faktorer som er avgjørende for konfliktnivået i byggebransjen. Disse er kommunikasjonsproblemer, ulik kompetanse blant ulike interessenter og en motvilje blant prosjekterende til å fokusere på byggbarhet.

Det reduserte konfliktnivået, og de kortere kommunikasjonslinjene, som kommer av tidlig involvering er rimelig å anta at gir besparelse i tid. Det er også i henhold til funnene fra Meng (2011) sin forskning. Redusert tidsbruk resulterer videre til reduserte prosjekteringskostnader. Et lavere konfliktnivå henter også om et bedre arbeidsmiljø som tilfører prosjektet flere positive effekter. Et arbeidsmiljø hvor aktørene kjenner hverandre godt vil gi en større forutsigbarhet over hvordan den andre parten vil oppføre seg ved mottagelse av endringsmeldinger (Ayoko et al., 2008). Det vil gjøre det lettere å gi gode estimater på omfanget av kommende iterasjoner, og dermed gi en økt kontroll over prosjekterings fremdrift og kostnader.

5.4 utfordringer ved bred involvering

5.4.1 Bred involvering krever vesentlig ressursbruk

Enhver ekstra aktør som involveres i en prosjekteringsprosess medfører økte kostnader til prosjekteringen. Rolstadås et al. (2020) mener det derfor er viktig å vurdere den ekstra kostnaden som tidlig bred involvering innebærer oppimot den tilleggsnytt som blir tilført prosjektet. Litteraturen legger vekt på at det må kartlegges hvilke risikomomenter som er til stede i prosjektet og at aktører

som er best egnet til å påta seg den type risiko må involveres. Fra prosjekt LVB mener både informanter fra prosjekteringsledelsen og entreprenører at det kan lønne seg å sette av mer tid til prosjektering, dette for å skape en bedre leveranseplan og utførelsesfase.

I tilfeller som prosjekt LVB, hvor prosjektene er komplekse og av stort omfang blir det sagt at leveranseplanlegging er uunngåelig, men det er likevel en enighet om at det finnes forbedringspotensialet. Det er også enighet om at nødvendig ressursbruk er høyt. Informanten fra case 2 har bred erfaring fra en rekke komplekse byggeprosjekter og fra ulike interessentroller og uttrykker dette. Informanten påpeker at dersom prosjektets utgangspunkt, i form av budsjett og tidsplan, er undervurdert fra start vil det være umulig å få til en god leveransestyrt prosess. Den samme informanten peker på tidligere erfaringer som viser at å sette av mer tid til førprosjekteringsfasen er fordelaktig for prosjektets totalforutsigbarhet.

Videre kommer det frem at det er en uoverensstemmelse mellom dokumentstudiet sitt utsagn om at «Statsbygg legger til rette for involvering med den planlagte LV-kontraktmodellen» og den faktiske oppfattelsen informantene har av onboardingprosessen. 6 av 13 informanter fra prosjekt LVB mener de ikke har et klart kjennskap til leveranseplanenes mål knyttet opp til prosjektets nøkkelpunkter og milepæler. I store trekk skyldes dette utskiftninger av personer i perioder hvor det har vært pauser i prosjektet, heriblant bevilgningspauser, og det kommer frem av intervjuene at viktig informasjon har gjentatte ganger gått tapt i slike tilfeller. Informanter som har vært med fra prosjektets oppstart har en vesentlig tydeligere forståelse av leveranseplanene sine ulike nivåer kontra informanter som er kommet inn på senere tidspunkt. Det er tydelig at det er nødvendig å bedre prosedyrene for involvering, videreformidling og tilgjengeliggjøring av informasjon til alle involverte parter. Forskningen kan på bakgrunn av dette konkludere med at det ikke er utført tilstrekkelig på prosjekt LVB.

5.4.2 Risikere for tidlig detaljfokus

Som beskrevet tidligere er det bred enighet om at én hovedutfordring ligger i bestemmelse av detaljnivå på leveransene. Ved prosjekt LVB kommer det tydelig frem at det er lagt for stor vekt på detaljer av leveransene i en tidligere fase enn hva som er hensiktsmessig. Tidligfasen av leveranseplanens utvikling bør være utviklingsstyrt og ikke detaljstyrt. Det uttrykker 8 av 13 informanter ved prosjekt LVB. Fokus på detaljer for tidlig i prosjekteringsfasen reduserer muligheten for verdifull kreativitet og fleksibilitet i detaljprosjekteringsfasen. Samtlige av de samme 8 informantene trekker frem at det er viktig å enes om kravene og funksjonene til leveransene tidlig,

men kun på et grovt detaljnivå. Basert på ovenstående funn er det rimelig å anta at brukere er best egnet til å ta ansvaret for å fastsette disse kravene, etter diskusjon med prosjektledelsen. Boge et al. (2021) peker på at tidlig involvering av bruker kan tilføre nytte i leveransestyrte prosjekter, i form av blant annet redusert risiko for unødvendig prosjekteringsarbeid. Informantene fra både case 2 og case 3 er enige med de 8 informantene fra prosjekt LVB om at de fleste detaljer bør utsettes til nærmere detaljprosjekteringsfasen. Men legger vekt på at noen detaljer må fastsettes tidligere, og disse er viktig å oppdage for å unngå unødige iterasjoner.

I litteraturen til Uusitalo et al. (2019) sies det at arkitekter synes det er uheldig når entreprenører krever høyt detaljnivå på et tidlig stadium, og at dette ofte er et problem. I denne forskningen viser det seg at entreprenørene som er spurt ønsker å utsette høyt detaljnivå til en senere fase av leveranseplanen, altså motsatt av det litteraturen sier. Forskningen har ikke grunnlag til å direkte bekrefte eller avkrefte arkitektens syn på entreprenørens krav, men det er funnet at arkitektene som er spurt er svært positive til leveranseplanlegging gitt at det ikke oppstår stadige endringer i planen. Dette skyldes at leveranseplanene ofte operer med kortere frister enn tradisjonelt arkitektarbeid, og stadige endringer medfører mindre arbeidsro i form av hektiske arbeidsperioder.

5.4.3 Krever konkret ansvarsfordeling og sterk styring

For å unngå stadige endringer av planen er det helt nødvendig med sterk styring og tydelig ansvarsfordeling. Det understrekes i forskningen til Baines et al. (2006). Informantene peker på at dette har vært en utfordring ved prosjekt LVB, men at bruk av bred involvering er en fordel for å kunne fordele ansvaret til rette aktører. En stor andel av informantene mener det mangler konkretisering av ansvarsfordeling, og at det medfører usikkerhet omkring hvem som skal følge opp leveranser som ikke tilhører en åpenbar interessent.

7 av 13 informanter fra prosjekt LVB sier at konkretisering av ansvar er en vesentlig forutsetning for vellykket leveranseplanlegging. En utfordring de peker på ved LVB er manglende styring av leveranseplanene oppimot en plan på et mer langsiktig perspektiv. Basert på utfordringene presentert i kapittel 5.2.3 om manipuleringsmuligheter, og tolkninger fra intervjuene, er det i store komplekse prosjekter en forutsetning at leveranseplanene kontinuerlig følges opp i henhold til en plan på et mer overordnet nivå. Planen på det overordnede nivået må måle fremdriftsstatus mot nøkkelpunkter og milepæler. Blant informantene som har tidligere erfaring med bruk av leveranseplanlegging er det bred enighet om at prosjektledelsen må sitte med dette ansvaret samt utføre sterk oppfølging og styring ved behov for korreksjoner.

5.4.5 Behov for holdningsendringer

Utarbeidelsen av en god leveranseplan krever tverrfaglig arbeid og bred involvering. Dette skaper tilhørighet og eierskapsfølelse, noe som er sentralt for å lykkes med gjennomføringen av leveranseplanen. Funnet underbygges av litteraturen til Rolstadås et al. (2020), og det understrekes at det er særlig relevant for prosjekter med høy grad av kompleksitet. Bruk av samarbeidskontrakter er derfor av vesentlig karakter for å sikre at rett kunnskap er på rett plass. Ved prosjekt LVB er det benyttet en noe utradisjonell entreprisform; «totalentrepriser med forutgående samspill». Som nevnt ovenfor er også eierskap til planen en forutsetning for at leveranseplanleggingen skal bli en suksess, og bruk av samarbeidskontrakter skal legge til rette for dette. Forskningen finner at samarbeidskontrakter fortsatt er nytt for mange, og at det krever et nytt tanke sett. Alle er enige i at bruken har vesentlige fordeler for prosjektet som helhet. Det kommer fram av både dokumentstudiet og et mindretall av informantene at omstillingsvilje og holdningsendringer kreves for å bruke denne nye planleggingsmetodikken. Informantene peker på at holdningsendringer ses på som en utfordring ettersom det er nytt, og dokumentstudiet forteller at forankring og oppfølging ikke må undervurderes. Ved dårlig oppfølging sies det å være stor risiko for at gamle vaner oppstår og dermed også suboptimalisering. Norconsult (2009) underbygger dokumentstudiets utsagn om viktigheten av forankring og oppfølging, og påpeker at nye metoder, som leveranseplanlegging, må presenteres slik at de involverte ser gevinsten av å utføre endring.

6 KONKLUSJON

Dette kapitlet konkluderer oppgavens problemstilling og de tilhørende forskningsspørsmålene. Det blir også presentert anbefalinger for bruk av resultatene i fremtidige prosjekter samt hvilke områder som bør forskes videre på.

6.1 Problemstilling

Kvalitativ casestudie har vært godt egnet til å utforske denne oppgavens problemstilling. Det finnes lite eksisterende litteratur innenfor leveranseplanlegging, men mye litteratur innenfor styring av prosjekteringsprosesser. Resultatene fra de 19 intervjuene har derfor blitt belyst med litteratur fra prosjekteringsledelse, i forsøk på å identifisere hvilke parametere som har størst utslag på prosjekteringskostnadene. Resultatene viser at bruk av leveranseplanlegging er en effektiv prosessplanleggingsstrategi for å skape forutsigbarhet for prosjekteringskostnadene i store komplekse byggeprosjekter. For å dra nytte av disse fordelene er det noen utfordringer som må adresseres og løses. Endringene som må utføres for en forbedret bruk er til dels enkle, men ikke åpenbare uten videre innsikt eksempelvis legge til rette for samhandling gjennom bruk av «big room». Dersom prosjektet er av et omfang som krever involvering av mange interessenter i prosjekteringsfasen konkluderer denne forskningen med at prosjektet bør ta i bruk leveranseplanlegging i prosjekteringsfasen. Leveranseplanen alene er likevel ikke et godt nok styringsverktøy for prosjektet som helhet, og krever kombinasjon med overordnede planer med lengre perspektiver.

6.2 Bruk av leveranseplanlegging øker kontroll over prosjekteringskostnader

Resultatene viser at leveranseplaner kan gi økt kontroll over prosjekteringskostnadene. At bruk av leveranseplanlegging reduserer iterasjoner er bevist gjennom forskningens funn. Prosjektansatte får en økt kontroll over hvilke leveranser som er utført, og som dermed ikke er fremtidige kostnadsdrivere. Det er flere fordeler som resultat av leveranseplanlegging som skylder dette. Den største enkeltfordelen er om å være økt transparent. Det er en tydelig tendens fra informantene om at vage leveranser er en stor fallgrube for å ikke oppnå den økte kontrollen som leveranseplanlegging kan gi. Det skyldes at en underkjent leveranse ved tverrfaglig kontroll medfører iterasjoner som gjør at prosessen må gå tilbake til et stadium som i teorien skulle tilhørt fortiden. Unngåelse av slike iterasjoner gir vesentlig økt kontroll over kostnadene. Forskningen viser at dette kan løses ved å sette av mer tid til prosjektering, kombinere leveranseplanen med MMI samt sørge for en onboardingprosess som gir eierskap til planen for samtlige involverte parter.

6.3 Slik bør KPI'er brukes for å øke kontroll over prosjekteringskostnader

Forskningens funn indikerer at det er på KPI-fronten det eksisterer størst forbedringspotensial. Leveranseplanen ses på som en god metode for å forutse kommende utfordringer, men for å kunne arbeide proaktivt er det essensielt med kontinuerlig måling av planens ytelse. I dag gjøres dette blant annet gjennom KPI'en PPU. Denne er i midlertidig ikke tilstrekkelig alene, og det anbefales å utforme en KPI som hensyntar hvor mange ganger en leveranse har blitt flyttet samt hvor ofte ulike fag flytter sine leveranser. Informantene uttrykker også et ønske om å kunne se hvor stor arbeidsmengde en kommende leveranse krever. Dette for å gi et bilde på hvor hardt de ulike interessentene er presset på tid, og til å forutse fremtidige flaskehalsar.

LVB har hatt lav oppslutning rundt sin KPI-strategi. For å produsere tallmaterieil som prosjektet kan styres etter er det en viktig forutsetning at alle drar i samme retning. Det må derfor settes av mer ressurser slik at alle i prosjektet forstår viktigheten av dette. Særlig rådgiverne var misfornøyd med hvor mye tid som gikk med til rapportering. Det ses derfor på som essensielt å benytte seg av gode digitale plattformer som legger til rette for enkel rapportering og visualisering av KPI'er. En måte å gjøre dette på kan være integrering opp mot BIM, der progresjon i planen oppdateres i takt med at det gjøres endringer i BIM-modellen. Dette vil redusere mye av det manuelle arbeidet som bransjen er misfornøyd med og det antas å ha en positiv effekt på oppslutning rundt KPI-strategi.

6.4 Effekten av bred involvering

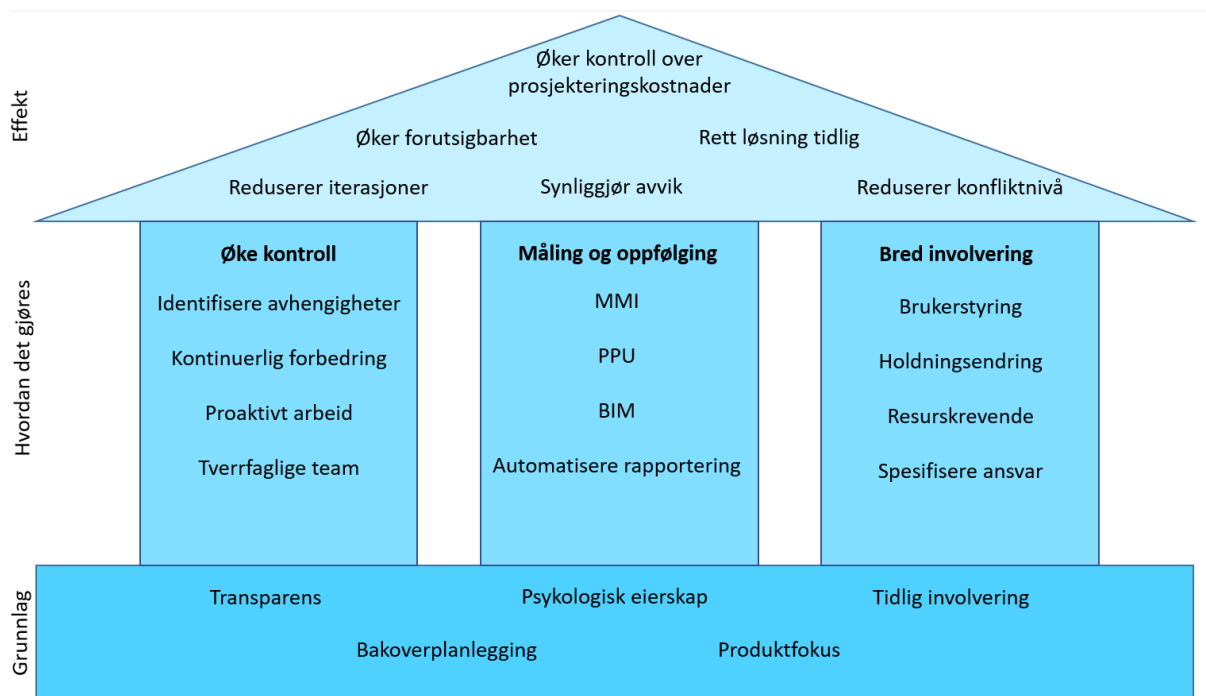
Forskningen viser at leveranseplanlegging i prosjekteringsfasen egner seg i prosjekter som krever tidlig involvering av flere interessenter. Tidlig og bred involvering innebærer vesentlig kostnadsbruk på et tidligere stadium kontra tradisjonell planlegging, og kostnadene løper raskt om ressursene ikke settes i system og sørger for å tilføre prosjektet nytte. Det settes derfor store krav til prosjektledelsen om sterk styring for å sikre at forutsigbarheten bevares, samt at budsjettet nås. Forskningen finner også at ressursbruken i utarbeidelsen av leveranseplanen ikke må undervurderes. Et urealistisk utgangspunkt, på enten tid eller kostnad, er en umulig oppgave.

Spesielt muligheten til å legge til rette for en brukerstyrt prosess er en stor fordel ved leveranseplanlegging. Tidlig involvering av bruker sørger for å unngå unødvendige iterasjoner, og involvering av entreprenørene sørger for at den prosjekterte løsningen er byggbar. Et vellykket leveransestyrt prosjekt er avhengig av samarbeid fra start, og det må etterstrebes å unngå suboptimalisering av fag. Det er viktig å prosjektere i samarbeid før prosessen går over i

detaljprosjektering for enkeltfagene. Samtlige informanter er enige i at dette er veien å gå, men noen uttrykker at det er nytt og krever en holdningsendring kontra tidligere erfaringer. Resultatene viser at det er helt nødvendig å samarbeide med korte kommunikasjonslinjer for å ende opp med det beste resultatet på mest effektivt vis. Resultatene viser også at leveranseplanlegging slik det er gjort på LVB har muliggjort kortere kommunikasjonslinjer.

6.5 Hva oppgaven tilfører byggenæringen

Oppgaven avdekker evidens for at leveranseplanlegging er et hensiktsmessig verktøy for å øke kontrollen over prosjekteringskostnadene i store byggeprosjekter. Det eksisterer lite litteratur innenfor leveranseplanlegging, og forskerne har ikke klart å finne en liknende studie. Det er funnet at byggebransjen mangler gode KPI'er for å følge opp leveranseplanen, og at dette er en av utfordringene som må løses for å jobbe mer proaktivt i fremtiden. Oppgaven tilfører kunnskap om fordelene av tidlig involvering i arbeidet med leveranseplanen, som at gode løsninger blir identifisert på et tidligere stadium. Det er viktig å lede disse store tverrfaglige planleggingsmøtene på en god måte for at det ikke bare skal bli en stor kostnadsdriver. Det er utarbeidet en anbefaling til byggebransjen som indikerer hvilke faktorer som skal til for å lykkes med leveranseplanlegging, se figur 11.



Figur 11: Anbefalinger for bruk av leveranseplanlegging.

6.6 Anbefaling for videre forskning

Integrering av leveranseplanlegging i prosjekteringsfasen er en omfattende prosess. Studiet har funnet en rekke interessante funn som bransjen kan dra nytte av. Grunnet studiets omfang og avgrensninger har flere interessante observasjoner ikke blitt undersøkt videre. Nedenfor presenteres disse observasjonene og anbefalinger til videre forskning.

Forskningen baserer seg i hovedsak på en casestudie, og for å få mer generaliserbare data ville det vært interessant med en større studie som undersøker flere prosjekter og et tilfeldig utvalg av informanter. Det er også muligheter å inkludere prosjekter med lavere grad av kompleksitet. Med dette kan man se om leveranseplanlegging er noe som er hensiktsmessig i flere typer prosjekter, enn kun store offentlige byggeprosjekter, som denne studien har fokusert på.

Forskningen konkluderer med at leveranseplanlegging kan gi økt kontroll over prosjekteringskostnadene. Det ville vært interessant med en kvantitativ undersøkelse på om leveransestyrte prosjekteringsprosesser reduserer prosjekteringskostnader og eventuelt utslag på total kostnader til prosjektet. Å måle kost nytte vil skape nyttig innsikt for bransjen.

Forskerne ønsket å lage en oversikt over hvilke KPI'er som bør brukes i en leveransestyrt prosjekteringsprosess. Grunnet prosjekt LVB sin umodenhet innenfor dette feltet ble det ikke avdekket nok data til å kunne utarbeide en konkret liste. Det anbefales derfor å gjennomføre en studie som avdekker hvilke KPI'er et leveransestyrt prosjekt bør ha. Forskerne har erfart at den norske byggebransjen har mye å lære innenfor dette feltet. Det kan derfor være aktuelt å se internasjonalt, eller eventuelt til andre næringer for å opparbeide nødvendig innsikt.

Det eksperimenteres med å bruke BIM-modellen til å automatisk rapportere opp mot MMI. Det ville vært interessant å se hvordan arbeidet i BIM kan linkes opp mot rapportering på leveranseplanen. Rapportering har vært en av de større utfordringene ved LVB, så det er naturlig å tenke at en automatisering av deler av denne prosessen vil være fordelaktig. En studie som utforsker hvordan en slik integrasjon kan fungere i praksis vil være en naturlig start.

Det ble funnet evidens for at bred involvering i prosjekteringsfasen er hensiktsmessig og høyst nødvendig. Videre anbefales det å forske på når ulike aktører bør involveres. Bred involvering har stort

potensiale til å tilføre positiv nytte for prosjektet, men det forutsetter at disse prosessene blir styrt på riktig måte. En utarbeidelse av et rammeverk for når ulike interessenter bør involveres sammen med hvordan en slik prosess bør styres kan tilføre mye til byggenæringen.

7 REFERANSER

- Abdullah, S., Abdul Razak, A. & Mohammad, I. S. (2009). *Towards Producing Best Practice in the Malaysian Construction Industry: The Barriers in Implementing the Lean Construction Approach*.
- Adler, P., Goldoftas, B. & Levine, D. (2007). Flexibility Versus Efficiency? A Case Study of Model Changeovers in the Toyota Production System. *Organization Science*, 10. doi: 10.1287/orsc.10.1.43.
- Alarcon, L., Grillo, A., Freire, J. & Diethelm, S. (2001). Learning from collaborative benchmarking in the construction industry. *Proceedings of the 9th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*.
- Andersen, E. & Sannes, R. (2017). Hva er digitalisering?
- Ayoko, O. B., Callan, V. J. & Härtel, C. E. (2008). The influence of team emotional intelligence climate on conflict and team members' reactions to conflict. *Small Group Research*, 39 (2): 121-149.
- Azhar, S. (2011). *Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry: Leadership and Management in Engineering*. Tilgjengelig fra: https://www.researchgate.net/publication/276166483_Building_Information_Modeling_BIM_Trends_Benefits_Risks_and_Challenges_for_the_AEC_Industry (lest 04.04.2022).
- Babalola, O., Ibem, E. O. & Ezema, I. C. (2019). Implementation of lean practices in the construction industry: A systematic review. *Building and Environment*, 148: 34-43.
- Baines, T., Lightfoot, H., Williams, G. M. & Greenough, R. (2006). State-of-the-art in lean design engineering: a literature review on white collar lean. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 220 (9): 1539-1547.
- Bartko, J. J. & Carpenter, W. T. (1976). On the methods and theory of reliability. *Journal of Nervous and Mental Disease*.
- Beatham, S., Anumba, C., Thorpe, T. & Hedges, I. (2004). KPIs: a critical appraisal of their use in construction. *Benchmarking: an international journal*.
- Bell, E., Bryman, A. & Harley, B. (2018). *Business research methods*: Oxford university press.
- Bergene, M. W. (2009). *Faktorer som påvirker kontinuerlig forbedring: hva påvirker kontinuerlig forbedring i en bedrift som har innført Lean? Hvilke faktorer hemmer? Hvilke faktorer fremmer?*
- Bertelsen, S. (2005). Håndbog i Trimmert Byggeri. *Foreningen Lean Construction-DK, Version, 1*.
- Blumberg, B., Cooper, D. & Schindler, P. (2014). *EBOOK: Business Research Methods*: McGraw Hill.
- Boge, K., Haddadi, A., Klakegg, O. J. & Salaj, A. T. (2021). Facilitating Building Projects' Short-Term and Long-Term Value Creation. *Buildings*, 11 (8): 332.
- Borgstrand, O. (2019). *Entreprenører lever med høy risiko*. Tilgjengelig fra: <https://www.vvsaktuelt.no/entreprenorer-lever-med-hoy-risiko-157472/nyhet.html> (lest 31.03.2022).
- Borsboom, D., Mellenbergh, G. J. & Van Heerden, J. (2004). The concept of validity. *Psychological review*, 111 (4): 1061.
- Brekhus, A. (2019, 11.01. 2010). Den viktigste erfaringsoverføringen. *bygg.no*. Tilgjengelig fra: <https://www.bygg.no/den-viktige-erfaringsoverforingen/1379347/> (lest 04.01.2022).
- Bygg21. (2019). *Tenk nytt – bruk kjente løsninger*. Tilgjengelig fra: https://bygg21.no/wp-content/uploads/2021/03/00000_interaktiv_arb.gr_.5_veileder_industrialisering.pdf (lest 06.01.2022).
- Carmona, J. I., K. (2017). *BIM: who, what, how and why. building OPERATING management*. Tilgjengelig fra: <https://www.facilitiesnet.com/software/article.aspx?id=7546> (lest 04.04.2022).
- Chan, A. P. C. & Chan, A. P. L. (2004). Key performance indicators for measuring construction success. *Benchmarking: An International Journal*, 11 (2): 203-221. doi: 10.1108/14635770410532624.

- Dalland, O. (2012). Metode og oppgaveskriving for studenter (4. utgave 2012. utg.). Oslo: Gyldendal.
- Daniel, E. I., Pasquire, C. & Dickens, G. (2015). Exploring the implementation of the Last Planner® System through IGLC community: Twenty one years of experience.
- Dejaco, M. C., Cecconi, F. R. & Maltese, S. (2017). Key performance indicators for building condition assessment. *Journal of Building Engineering*, 9: 17-28.
- Desouza, K. C., Awazu, Y., Jha, S., Dombrowski, C., Papagari, S., Baloh, P. & Kim, J. Y. (2008). Customer-driven innovation. *Research-Technology Management*, 51 (3): 35-44.
- Dictionary, M.-W. (2021). *Learner's dictionary standardize*. Tilgjengelig fra: <https://www.learnersdictionary.com/definition/standardize> (lest 04.01.2022).
- Digitaliseringsdirektoratet. (2020). *Digital transformasjon*. Tilgjengelig fra: <https://www.digdir.no/innovasjon/digital-transformasjon/1589> (lest 10.01.2022).
- Digitaliseringsdirektoratet. (2021). *Leveranseprosjekter*. Tilgjengelig fra: <https://www.prosjektveiviseren.no/hva-er-prosjektveiviseren/planlegge/etablere-prosjektorganisasjonen/leveranseprosjekter> (lest 06.01.2022).
- Domitrovich, C. E., Bradshaw, C. P., Poduska, J. M., Hoagwood, K., Buckley, J. A., Olin, S., Romanelli, L. H., Leaf, P. J., Greenberg, M. T. & Lalongo, N. S. (2008). Maximizing the Implementation Quality of Evidence-Based Preventive Interventions in Schools: A Conceptual Framework. *Adv Sch Ment Health Promot*, 1 (3): 6-28. doi: 10.1080/1754730x.2008.9715730.
- dPlan. (2022). *Metodikk, Taktplanlegging*. Tilgjengelig fra: <https://www.dplanproject.no/metodikk/> (lest 17.01.2022).
- Dubois, A. & Gadde, L.-E. (2002). Systematic combining: an abductive approach to case research. *Journal of business research*, 55 (7): 553-560.
- El. Reifi, M. & Emmitt, S. (2013). Perceptions of lean design management. *Architectural Engineering and Design Management*, 9 (3): 195-208.
- Ericsson, K. A. & Smith, J. (1991). Prospects and limits of the empirical study of. *Toward a general theory of expertise: Prospects and limits*, 1 (1).
- Everett, E. L. & Furuseth, I. (2012). *Masteroppgaven Hvordan begynne-og fullføre, 2 red:* Universitetsforlaget.
- Fangen, K. (2015). *Kvalitativ metode*. Tilgjengelig fra: https://www.forskningsetikk.no/ressurser/fbib/metoder/kvalitativ-metode/?fbclid=IwAR1J1AHsuZPeQa-X1NMfgXSn2KxiH-zM6R7c-YJK9XEJX3ujG_PyMXm7KNY (lest 06.01.2022).
- Fixsen, D. L., Naoom, S. F., Blase, K. A., Friedman, R. M. & Wallace, F. (2005). Implementation research: A synthesis of the literature.
- Flatås, A. D. (2013). *Virtual Design and Construction: Fører dette til bedre produksjonsunderlag?:* Institutt for bygg, anlegg og transport.
- Flyvbjerg, B. (2006). *Five misunderstandings about case-study research*. *Qual Inq* 12 (2): 219-245.
- Fløisbonn, H. W., Skeie, G. m.fl. (2018). *MMI - Modell Modenhets Indeks*. Tilgjengelig fra: <https://www.rif.no/wp-content/uploads/2018/11/mmi-modell-modenhets-indeks.pdf> (lest 06.01.2022).
- Franco, J. V. & Picchi, F. A. (2016). *Lean design in building projects: Guiding principles and exploratory collection of good practices*. Proceedings of the 24th annual conference of the International Group for Lean Construction, Boston, MA, USA.
- Gann, D. M. & Salter, A. J. (2000). Innovation in project-based, service-enhanced firms: the construction of complex products and systems. *Research Policy*, 29 (7): 955-972. doi: [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(00\)00114-1](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(00)00114-1).
- Gibb, A. G. F. & Isack, F. (2001). Client drivers for construction projects: implications for standardisation. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 8 (1): 46-58. doi: 10.1108/eb021169.
- Grenness, T. (1997). *Innføring i vitenskapsteori og metode:* Tano Aschehoug.

- Gripsrud, G., Olsson, U. H. & Silkoset, R. (2016). *Metode og dataanalyse: beslutningsstøtte for bedrifter ved bruk av JMP, Excel og SPSS*: Cappelen Damm akademisk.
- Gulliksen, J., Göransson, B., Boivie, I., Blomkvist, S., Persson, J. & Cajander, Å. (2003). Key principles for user-centred systems design. *Behaviour and Information Technology*, 22 (6): 397-409.
- Gutiérrez, E., Sandström, G., Janhager, J. & Ritzen, S. (2008). *Innovation and Decision Making: Understanding Selection and Prioritization of Development Projects*.
- Haponava, T. & Al-Jibouri, S. (2009). Identifying key performance indicators for use in control of pre-project stage process in construction. *International Journal of Productivity and Performance Management*.
- Hautala, K., Järvenpää, M. E. & Pulkkinen, P. (2017). Digitalization transforms the construction sector throughout asset's life-cycle from design to operation and maintenance. *Stahlbau*, 86 (4): 340-345.
- Herfjord, E. & Adolfsen, T. S. (2021). *Digitalisering i bygg-og anleggsbransjen*: NTNU.
- Holm, H., Veen, A., Wertebach, S. & Johansen, P. (2018). Lean metodikk i praksis. *Ad Notam Forlag*.
- Holm, H. (2022). *Intervju leveranseplanlegging LVB*. Nilssen, A. W. (red.).
- Höök, M. (2008). *Lean Culture in Industrialized Housing - a study of Timber Volume Element Prefabrication*. Doktoravhandling. Luleå: University of Technology. Tilgjengelig fra: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:998900/FULLTEXT01.pdf> (lest 04.01.2022).
- Iden, J., Andestad, M., Grung-Olsen, H.-C. & Handelshøyskole, N.-N. (2013). *Prosessledelse og innovasjon: en litteraturstudie*. Norsk konferanse for organisasjoners bruk av informasjonsteknologi.
- Institute, L. C. (2019). Lean construction defined.
- Jaffar, N., Tharim, A. A. & Shuib, M. (2011). Factors of conflict in construction industry: a literature review. *Procedia Engineering*, 20: 193-202.
- Jensen, A. S. (2018). *Utfordringen med implementering av kontinuerlig forbedring i form av Lean, i Agder Energi*: Universitetet i Agder; University of Agder.
- Johansen, E. L. & Johansen, N. V. (2021). *Systematisk ferdigstilling i norske byggeprosjekter: utfordringer, elementer for å lykkes og effekter*: Norwegian University of Life Sciences, Ås.
- Johansen, P. R. (2016). *Veileder - Systematisk ferdigstilling*. Tilgjengelig fra: <https://www.prosjektnorge.no/wp-content/uploads/2017/12/BA2015-systematisk-ferdigstilling.pdf> (lest 06.01.2022).
- Kim, T. W., Cha, S. H. & Kim, Y. (2016). A framework for evaluating user involvement methods in architectural, engineering, and construction projects. *Architectural Science Review*, 59 (2): 136-147.
- Klakegg, O. J. (2020). *Optimaltid: Bærekraftig mobilitet gjennom tidlig involvering av entreprenør*. Tilgjengelig fra: <https://www.prosjektnorge.no/wp-content/uploads/2020/11/Optimaltid-PN-Webinar-1.pdf> (lest 11.01.2022).
- Knotten, V., Svalestuen, F., Aslesen, S. & Dammerud, H. (2014). *Integrated methodology for design management—a research project to improve design management for the AEC industry in Norway*. Proceedings of the 22nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction.
- Koskela, L., Ballard, G. & Tanhuanpaa, V. (1997). Towards Lean Design Management.
- Koskela, L. (2000). An Exploration Towards a Production Theory and its Application to Construction. *VTT Publications*.
- Koskela, L. (2004). *Making do - the eighth category of waste*, in: *12th Annual Conference of the International Group for Lean construction, 3-5 August 2004*, Helsingor, Denmark: University of Salford.
- Kristensen, K. H. (2016). *Veileder - Lean i byggeprosjekter*.
- Lander, E. & Liker, J. (2007). The Toyota Production System and art: Making highly customized and creative products the Toyota way. *International Journal of Production Research - INT J PROD RES*, 45: 3681-3698. doi: 10.1080/00207540701223519.

- Landet, R. R., Langlo, J. A., Andersen, B., Bakken, S., Karud, O. J., Olsen, A. S. & Hajikazemi, S. (2015). *Prestasjonsmåling i norsk BAE-næring*. Sluttrapport oktober 2017. Tilgjengelig fra: https://www.bnl.no/siteassets/dokumenter/rapporter/2017-11-09-sluttrapport-maleprosjektet---prestasjonsmaling-i-norsk-bae-naring_endelig.pdf (lest 11.01.2022).
- Larsson, J., Eriksson, P. E., Olofsson, T. & Simonsson, P. (2014). Industrialized construction in the Swedish infrastructure sector: core elements and barriers. *Construction Management and Economics*, 32 (1-2): 83-96. doi: 10.1080/01446193.2013.833666.
- Lilleland-Olsen, M. (2022). *Samtale med biveileder Magne Lilleland-Olsen* (07.02.2022).
- Lindland, K. (2018). Tverrfaglig samarbeid i produktutviklingsarbeid. *Tidsskrift for Arbejdsliv*, 18: 42-57. doi: 10.7146/tfa.v18i4.110823.
- Marr, B. (2012). *Key Performance Indicators (KPI): The 75 measures every manager needs to know*: Pearson UK.
- Meng, X. (2011). The effect of relationship management on project performance in construction. *International Journal of Project Management*, 30 (2): 188-198.
- Midthassel, U. V. & Ertesvåg, S. (2009). Utfordringer ved implementering av skoleomfattende endringsarbeid. *Spesialpedagogikk*, 1: 12-19.
- Modig, N. & Åhlström, P. (2012). *Dette er lean*. Stockholm: Rheologica AB.
- Moum, A., Høilund-Kaupang, H., Olsson, N. & Bredeli, M. (2017). *Industrialisering av byggeprosessene*. Status og trender: SINTEF Fag. Tilgjengelig fra: https://www.sintefbok.no/book/index/1127/industrialisering_av_byggeprosessene_status_og_trender (lest 04.01.2022).
- Mujumdar, P. & Maheswari, J. U. (2018). Design iteration in construction projects—Review and directions. *Alexandria Engineering Journal*, 57 (1): 321-329.
- Nelfo. (2020). *VR-briller et naturlig verktøy*. Tilgjengelig fra: <https://www.nelfo.no/artikler/2020/vr-briller-et-naturlig-verktoy/> (lest 06.01.2022).
- Nesheim, T. (2011). Balancing Process Ownership and Line Management in a Matrix-like Organization. *Knowledge and Process Management*, 18. doi: 10.1002/kpm.377.
- NMBU. (2015). *Etiske retningslinjer*. Tilgjengelig fra: <https://www.nmbu.no/om/utvalg/etikk/retningslinjer> (lest 06.01.2022).
- Norconsult. (2009). *bygg ned barrierene! fokuser pa SAMHANDLING!* Tilgjengelig fra: <http://v1.prosjektnorge.no/files/pages/362/bygg-ned-barrierene-fokuser-pa-samhandling-sluttrapport.pdf> (lest 04.01.2022).
- Norheim, A., Haugbotn, A., Dahl, G., Smith, H. B., Nygård, J. A., Johannesdottir, K., Kristoffersen, K., Norgren, M., Sigurdsson, S. J., Rasmussen, S. G., et al. (2020). MMI –Modell Modenhets Indeks for samferdsel. *EBA*.
- Olsen, T. H. (2020). *Entreprenørens bidrag til måloppnåelse gjennom tidlig involvering i byggeprosjekt*. Masteroppgave. Trondheim: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. Tilgjengelig fra: <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/2779301/no.ntnu%3ainspera%3a50403903%3a25699368.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (lest 11.01.2022).
- Oppermann, M. (2000). Triangulation—A methodological discussion. *International Journal of Tourism Research*, 2 (2): 141-145.
- Pasquire, C. & Gibb, A. (2002). Considerations for assessing the benefits of standardisation and pre-assembly in construction. *Journal of Financial Management of Property and Construction*, 7.
- Power, W. & Taylor, D. (2019). Last Planner® System and Percent Plan Complete: An Examination of Trade Contractor Performance. *Lean Construction Journal*.
- ProsjektNorge. (2018a). *Digitalisering - Kontinuerlig forbedring av prosjektgjennomføring*. Tilgjengelig fra: <https://www.prosjektnorge.no/ikt-bransjeklynge/> (lest 10.03.2022).
- ProsjektNorge. (2018b). *Ny kunnskap om prosjekter* (lest 31.03.2022).

- Regjeringen.no. (2014). *Digitalisering i offentlig sektor*. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/tema/statlig-forvaltning/ikt-politikk/digitaliseringen-i-offentlig-sektor/id2340245/> (lest 10.01.2022).
- Rolstadås, A., Olsson, N., Johansen, A. & Langlo, J. A. (2020). *Praktisk prosjektledelse*, b. 2: Fagbokforlaget.
- Rooke, J., Seymour, D. & Fellows, R. (2003). The claims culture: a taxonomy of attitudes in the industry. *Construction Management and Economics*, 21 (2): 167-174. doi: 10.1080/0144619032000079707.
- Røtvold, P. B. B. (2017). *Implementering av taktplanlegging i byggeprosjekt for første gang- Casestudie av prosjekt Strandgata 41*: NTNU.
- Salem, O., Solomon, J., Genaidy, A. M. & Minkarah, I. A. (2006). Lean Construction: From Theory to Implementation. *Journal of Management in Engineering*, 22: 168-175.
- Sarhan, J., Xia, B., Fawzia, S., Karim, A. & Olanipekun, A. (2018). Barriers to implementing lean construction practices in the Kingdom of Saudi Arabia (KSA) construction industry. *Construction Innovation*, 18: 246-272. doi: 10.1108/CI-04-2017-0033.
- Scheepbouwer, E. & Humphries, A. B. (2011). Transition in adopting project delivery method with early contractor involvement. *Transportation research record*, 2228 (1): 44-50.
- Schmidt, C. (2004). The analysis of semi-structured interviews. *A companion to qualitative research*, 253 (41): 258.
- Seaden, G. & Manseau, A. (2001). Public policy and construction innovation. *Building Research & Information*, 29 (3): s. 182-196. doi: 10.1080/09613210010027701.
- Seehusen, J. (2013). *Byggebransjen begynner å bygge før de er ferdige med prosjekteringen*: Teknisk Ukeblad. Tilgjengelig fra: <https://www.tu.no/artikler/byggebransjen-begynner-a-bygge-for-de-er-ferdige-med-prosjekteringen/235189> (lest 04.04.2022).
- Senge, P. M. & Lillebø, A. (1999). *Den femte disiplin: kunsten å utvikle den lærende organisasjon*. Oslo: Egmont Hjemmets bokforl.
- Silverman, D. (2015). *Interpreting qualitative data*.
- Siniarski, L. & Winsnes, E. B. (2021). *Standardisering av detaljprosjekteringsfasen: muligheter, utfordringer og forutsetninger*: Norwegian University of Life Sciences, Ås.
- Skinnarland, S. (2015). Tverrfaglig samarbeid i byggeprosessen. *Erfaringer med prosjekteringsverksted hos Kruse Smith. Fafo-report*, 2015: 24-52.
- Smidt Olsen, A., Jermstad, O. & Sunder Eriksen, L. (2013). *Prosjekteringsprosess i byggeprosjekter PROBY*. Prosjekteringsprosess i byggeprosjekter PROBY. Tilgjengelig fra: <http://v1.prosjektnorge.no/files/pages/360/proby-hovedrapport-v1.0-300613.pdf> (lest 26.02.2022).
- Smith, J. D., Schneider, B., Smith, P. & Ananiadou, K. (2004). The Effectiveness of Whole-School Antibullying Programs: A Synthesis of Evaluation Research. *School Psychology Review*, 33. doi: 10.1080/02796015.2004.12086267.
- Solberg, M. G. (2014, 11. august). Byggenæringen satser minst på forskning og utvikling. *Teknisk Ukeblad*. Tilgjengelig fra: <https://www.tu.no/artikler/byggenaeringen-satser-minst-pa-forskning-og-utvikling/230277> (lest 04.01.2022).
- Song, L., Mohamed, Y. & AbouRizk, S. M. (2009). Early contractor involvement in design and its impact on construction schedule performance. *Journal of Management in Engineering*, 25 (1): 12-20.
- SSB. (2019a). *Kostnader til egenutført FoU-aktivitet i næringslivet (mill. kr), etter næring (SN2007), statistikkvariabel og år*. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/statbank/table/07963/tableViewLayout1/> (lest 27.11.2017).
- SSB. (2019b). *Næringenes økonomiske utvikling*. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/virksomheter-foretak-og-regnskap/virksomheter-og-foretak/statistikk/naeringenes-okonomiske-utvikling> (lest 04.04.2022).

- Standardization, E. C. f. (2021). *European Standards What is a standard*. Tilgjengelig fra: <https://www.cencenelec.eu/european-standardization/european-standards/> (lest 04.01.2022).
- Statsbygg. (2018). *Digitaliseringsstrategi*. Upublisert manuskript.
- Statsbygg. (2022). *LIVSVITENSKAPSBYGGET*. Tilgjengelig fra: <https://www.statsbygg.no/prosjekter-og-eiendommer/uoio-livsvitenskap> (lest 01.04.2022).
- Stoyanova, M. (2020). Good Practices and Recommendations for Success in Construction Digitalization. *TEM Journal*, 9 (1): 42-47.
- Svalestuen, F., Knotten, V., Lædre, O., Drevland, F. & Lohne, J. (2017). Using building information model (BIM) devices to improve information flow and collaboration on construction sites. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 22: 204-219. doi: <https://www.itcon.org/paper/2017/11>.
- Sørli, M.-A., Ogden, T., Solholm, R. & Olseth, A. (2010). Implementeringskvalitet - om å få tiltak til å virke: En oversikt (Optimizing the quality of implementation in ordinary practise: an integrative approach). *Tidsskrift for norsk psykologforening*, 47: 315-321.
- Tam, N., Toan, N., Phong, V. & Durdyev, S. (2021). Impact of BIM-related Factors Affecting Construction Project Performance. *International Journal of Building Pathology and Adaptation*. doi: 10.1108/IJBPA-05-2021-0068.
- Tauriainen, M., Marttinen, P., Dave, B. & Koskela, L. (2016). The effects of BIM and lean construction on design management practices. *Procedia engineering*, 164: 567-574.
- Theisohn, T. & Lopes, C. (2013). *Ownership leadership and transformation: Can we do better for capacity development*: Routledge.
- Thomas, G. (2017). *How to do your research project: A guide for students*.
- Tjora, A. (2017). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis* (3. utg.) Gyldendal Akademisk.
- Tranvik, T. (2009). *Dokumentstudier, innholdsanalyse og narrativ analyse*: Universitetet i Oslo–FINF4002: Masterskole i forvaltningsinformatikk. Hentet
- TU.no. (2019). *Norges største universitetsbygg blir også Statsbyggs største byggeprosjekt*. Tilgjengelig fra: <https://www.tu.no/artikler/norges-storste-universitetsbygg-blir-ogsaa-statsbyggs-storste-byggeprosjekt/456974> (lest 31.03.2022).
- UB, N. (2017). *Kildekritikk av artikler: T-O-N-E prinsippet*. Tilgjengelig fra: <https://www.youtube.com/watch?v=rs5PFX5SIHc> (lest 11.01.2022).
- Uusitalo, P., Seppänen, O., Peltokorpi, A. & Olivieri, H. (2019). A lean design management process based on planning the level of detail in BIM-based design. I: *Advances in informatics and computing in civil and construction engineering*, s. 147-152: Springer.
- van der Walt, J., Botha, P. & Scheepbouwer, E. (2019). When to Engage the Contractor for Pre-Construction Services in New Zealand. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2673: 036119811882351. doi: 10.1177/0361198118823516.
- Vandewalle, D., Van Dyne, L. & Kostova, T. (1995). Psychological ownership: An empirical examination of its consequences. *Group & Organization Management*, 20 (2): 210-226.
- Wondimu, P. A. (2020). *Tidlig involvering av entreprenør*. Concept-programmet. Tilgjengelig fra: <https://www.ntnu.no/documents/1261860271/1262010610/Paulos+temahefte+FINAL+sept.+2020+web.pdf/e8097e15-4416-8284-df57-c76870554e7d?t=1600762243201> (lest 11.01.2022).
- Yin, R. K. (2009). *Case study research: Design and methods*, b. 5.
- Yu, I., Kim, K., Jung, Y. & Chin, S. (2007). Comparable performance measurement system for construction companies. *Journal of Management in Engineering*, 23 (3): 131-139.
- Ødven, A. & Sporse, T. T. (2019). *Realiserte gevinster av prestasjonsmåling. Erfaringer fra prestasjonsmåling av prosjekter i norsk BAE-næring*. Masteroppgave. Trondheim. Tilgjengelig fra: <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/handle/11250/2623326>.
- Aapaoja, A. & Haapasalo, H. (2014). *The Challenges of Standardization of Products and Processes in Construction*.

8 VEDLEGG

Vedlegg A: Funn fra eksisterende litteratur

Tabell 13: Funn fra eksisterende litteratur til forskningens diskusjon.

Forfatter	Tittel	Hovedfunn koblet til oppgavens problemstilling
Tauriainen et al. (2016)	The effects of BIM and Lean Construction on Design management practices	Artikkelen tar for seg effekten av BIM-bruk og Lean-tankegang i prosjekteringsprosesser. Fokuset ligger på muligheter å øke produktiviteten
Lindland (2018)	Tverrfaglig samarbeid i produktutviklingsarbeid	Litteraturen presenterer fordelene ved tverrfaglig samarbeid. Det legges vekt på mulighetene digitale verktøy gir for et godt samarbeid og hvilke utfordringer som er sentrale
Vandewalle et al. (1995)	Psychological ownership: An empirical examination of its consequences	Forskningen tar for seg fordeler og utfordringer med å gi eierskap. Forskningen er på organisatorisk nivå, og er høyaktuell for byggebransjen
Theisohn & Lopes (2013)	Ownership, leadership and transformation: Can we do better for capacity development	Forfatterne tar for seg hvilke fordeler som kommer som et resultat av at involverte parter føler økt eierskap til det de er en del av
Chan & Chan (2004)	Key performance indicators for measuring construction success	Forskningen forteller om viktigheten av gode KPI'er og rapporteringssystemer i byggebransjen, og hvordan de kan brukes til å oppnå suksess
Alarcon et al. (2001)	Learning from collaborative benchmarking in the construction industry	Forskningen viser potensialer for bruk av KPI'er i byggebransjen. Det legges stor vekt på ulikheten mellom KPI'er som muliggjør proaktivt arbeid og tradisjonelle KPI'er
Marr (2012)	Key Performance Indicators (KPI): The 75 measures every manager needs to know	Litteraturen diskuterer KPI'er som anses som gode på tvers av bransjer og gir bred innsikt. Det fokuseres på viktigheten av KPI'ens innhold og datagrunnlag
Song et al. (2009)	Early contractor involvement in design and its impact on construction schedule performance	Forfatterne tar for seg fordeler og utfordringer med tidlig involvering av entreprenør i forbindelse med kvaliteten på prosjekteringen og tilhørende kostnadsbilde
Desouza et al. (2008)	Customer-driven innovation	Forskning på brukerstyrte innovasjonsprosesser som gir denne forskningen mulighet til å trekke paralleller på områder hvor det foreligger lite forskning
Rolstadås et al. (2020)	Praktisk prosjektledelse: Fra idé til gevinst	Litteratur som understreker viktighet av å vurdere den ekstra kostnaden som tidlig bred involvering innebærer oppimot den tilleggsnyttens som blir tilført prosjektet
Boge et al. (2021)	Facilitating Building Projects' Short-Term and Long-Term Value Creation	Tar for seg langsiktige fordeler av involvering av brukere i prosjekteringsprosesser og hvordan det påvirker kostnader samt risikobildet for de prosjekterende

Vedlegg B: Eksempel på søkestreng

Tabell 14: Eksempel på søkestreng.

Søkestreng: (Google Scholar, Oria, Resarchgate og Web of Science)
("backward planning") OR ("backward design") OR ("backward mapping") OR ("detailed design") OR ("detailed planning") OR ("lean design") OR ("digital design") OR ("design phase") OR ("bakoverplanlegging") OR ("detaljprosjektering") OR ("detailed engineering"))
("delivery plan") OR ("leveranseplan") OR ("design plan") OR ("project planning") OR ("delivery"))
("Key performance indicators") OR ("KPI construction") OR ("KPI nøkkelpunkt") OR ("Last planner system") OR ("LPS") OR ("Lean KPI") OR ("Integrated project delivery"))

Vedlegg C: Eksempel på vurderingsskjema

Tabell 15: Eksempel på vurderingsskjema av kilde.

Informasjon	Vår kommentar
Tittel:	The Effects of BIM and Lean Construction on Design Management Practices
Forfatter:	Tauriainen, M., Marttinen, P., Dave, B., Koskela, L.
Utgiver:	Procedia Engineering, Journal
Tema:	Artikkelen tar for seg effekten av BIM-bruk og Lean-tankegang på prosjekteringsprosesser
Database:	Science Direct
Antall siteringer:	101
Publisert:	2016
Vurdering av kilden:	
Interessekonflikt:	Funnene i artikkelen samsvarer med tidligere forskning. Videre er artikkelen skrevet på en måte som presenterer og informerer uten forsøk om å overbevise Karakter 5
Troverdighet:	Forskningen er et samarbeid mellom to finske og et britisk universitet, samt et privat selskap. Forskerne har god tverrfaglig bakgrunn Karakter 5
Relevans for forskningen:	Kilden tar for seg effekten av digitalisering og implementering av Lean på prosjekteringsfasen. Den gir god innsikt i hvilke parametere som påvirker prosjekteringsprosessen Karakter 4
Kvalitet:	Artikkelen er publisert i en anerkjent journal og har gjennomgått peer-review Karakter 5
Helhetsvurdering:	Kilden egner seg til bruk i forskningen Total karaktersum: 19

Vil du delta i forskningsprosjektet «Kan Statsbygg få økt kontroll over prosjekteringskostnadene ved hjelp av leveranseplanlegging?»

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å effektivisere detaljprosjekteringsfasen hos Statsbygg på prosjekt Livsvitenskap. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

Vi skal i denne oppgaven se nærmere på Statsbygg sin gjennomføring av leveranseplanlegging i prosjektet Livsvitenskap (LVB). Vi ønsker å finne ut hvordan leveranseplanlegging påvirker detaljprosjekteringsfasen og utarbeide en anbefaling for hvordan lignende prosjekter kan bruke leveranseplanlegging.

Prosjektet er i anledning vår avsluttende masteroppgave for studiet Industriell Økonomi ved NMBU i samarbeid med Statsbygg og Metier OEC. For å gi Statsbygg et optimalt utbytte av masteren skal vi utarbeide en praktisk anvendbar artikkel basert på funnene fra oppgaven. I tillegg skal vi også å utarbeide en journalartikkel med bakgrunn i funnene fra oppgaven.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Norges miljø- og biovitenskapelige universitet ved veileder Asmamaw er ansvarlig for prosjektet.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Du blir spurt om å delta i dette prosjektet da du har en relevant posisjon ved statsbygg sitt prosjekt Livsvitenskap. Det vil være et utvalg fra flere nivåer i prosjektet som også vil få en slik henvendelse. Vi har fått en godkjenning fra prosjekt Livsvitenskap om å innhente opplysninger til besvarelse av problemstilling og forskningsspørsmål for vår masteroppgave. Fra våre kontaktpersoner hos Statsbygg har vi fått en liste med relevante aktører/personer å ta kontakt med.

Hva innebærer det for deg å delta?

Dersom du takker ja til å delta i vår undersøkelse innebærer det at du blir deltakende på et personlig dybdeintervju som tar utgangspunkt i vår problemstilling. Grunnet korona situasjonen vil intervjuet bli avholdt digitalt. Intervjuet vil ta mellom 45-60 minutter. Vi vil ta videoopptak og notere fra intervjuet, og vil i ettertid transkribere. Du vil få anledning til å overse materiell etter endt intervju, og bekrefte at intervjuet gjenspeiler det du selv mener. Deretter vil vi anvende innholdet i analyse og-diskusjonspittelet i masteroppgaven.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle dine opplysninger vil da bli anonymisert. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrivet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

- De som vil ha tilgang til dataene er undertegnede (Studenter) og prosjektansvarlig (Veileder).
- Dataene som blir samlet inn, blir lagret og anonymisert i passordbeskyttede lukkede databaser.
- Deltageren vil bli anonymisert i prosjektet og blir referert til som «informant A», «informant B» og «informant C» osv. i oppgaven
- Du som informant vil ikke være gjenkjennelig i publikasjoner relatert til oppgaven.

Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?

Opplysningene anonymiseres når prosjektet avsluttes/oppgaven er godkjent, noe som etter planen er 20.06.2021.

Dine rettigheter

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

- innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene,
- å få rettet personopplysninger om deg,
- å få slettet personopplysninger om deg, og
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke. På oppdrag fra Norges miljø og biovitenskapelig universitet har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Hvor kan jeg finne ut mer?

Hvis du har spørsmål til studiet, eller ønsker å benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

- Norges miljø og- biovitenskapelig universitet ved Asmamaw Tadege Shiferaw, tlf. 672 31 533, mail: asmamaw.tadege.shiferaw@nmbu.no eller student Anders Walberg Nilssen, tlf. 900 38 013, mail: anders.walberg.nilssen@nmbu.no eller student Jørgen Kolberg, tlf. 950 14 243, mail: jorgen.kolberg@nmbu.no.
- Vårt personvernombud: Personvernombudet på Norges miljø og -biovitenskapelig universitet, mail: personvernombud@nmbu.no
- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS på epost (personverntjenester@nsd.no) eller på telefon: 55 58 21 17.

Med vennlig hilsen

Asmamaw Tadege Shiferaw
Prosjektansvarlig
(Forsker/veileder)

Anders Walberg Nilssen
Student

Jørgen Kolberg
Student

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet "Kan Statsbygg effektivisere detaljprosjekteringen ved å definere generiske modenhetsnivåer for prosjekteringen", og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i intervju
- å bli tatt opp video av i løpet av intervjuet

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet, ca 20.06.2021

Navn på prosjektdeltaker _____

Signatur prosjektdeltaker _____

Dato _____

Samtykket kan gis muntlig ved oppstart av intervju.

Intervju

Problemstilling: «Hvordan kan bruk av leveranseplanlegging gi økt kontroll over prosjekteringskostnadene i store byggeprosjekter?»

Introduksjon

1. Informere om at det aktuelle intervjuobjektet vil bli tilsendt intervjunotater for godkjenning i etterkant
2. Avklaring rundt personvern og lyd/videooptak

Hvem informanten er, ansiennitet og rolle i prosjektet (5 min)

1. Hvem er du?
2. Hvilken bakgrunn og erfaring har du?
3. Hvilken rolle har du i prosjektet?
4. Hvordan vil du definere begrepet leveranseplanlegging og har du tidligere erfaring med dette i prosjektering?

(15 min) Kan bruk av leveranseplanlegging i prosjekteringsfasen øke kontroll over prosjekteringskostnadene?

1. Hva er dine tanker og meninger rundt leveranseplanlegging av prosjekteringen ved LVB?

2. På hvilken måte har leveranseplanleggingen påvirket din effektivitet og kontroll?

3. Ser du behovet for bruk av leveranseplanlegging i prosjekteringsarbeid?

(15 min) Hvilke KPI'er bør brukes i et leveransestyrt prosjekt for å øke kontroll over prosjekteringskostnadene?

1. Hvilke KPI'er mener du er nyttige i forbindelse med Lean prosjektering?

2. Hvilke KPI'er mener du er nyttige i forbindelse med å overholde leveranseplaner?

3. Hvilke KPI'er ser du som hensiktsmessige for å måle prosjekterings effektivitet/kontroll?

(15 min) Hvilke utfordringer og fordeler eksisterer ved bred involvering av (byggherre, entreprenør, rådgivende og brukere) interessenter i prosjekteringsfasen?

1. Hva tenker du er de største fordelene knyttet til økonomi og kontroll ved å bruke bred involvering i leveranseplanleggingen?

2. Hva tenker du er de største utfordringene knyttet til økonomi og kontroll ved å bruke bred involvering i leveranseplanleggingen?

3. Hvordan ser du LVB sin tilnærming til leveranseplanlegging og er det noe den norske byggenæringen kan lære av dette?

Avslutningsvis (10 min)

- Oppklaring av usikkerheter og undersøke om vi har tolket det informantene har sagt på riktig måte.

- Gjennomføre en oppsummering av intervjuobjektets holdning og tanker til problemstillingen.

Vedlegg E: Artikkel sendt til journalen Science Direct i forbindelse ProjMan 2022

Delivery planning as a method to increase control over design costs

Anders Walberg Nilssen^a, Jørgen Kolberg^a, Asmamaw Tadege Shiferaw^a

^a*Department of Mechanical Engineering and Technology Management, Faculty of Science and Technology, NMBU Norwegian University of Life Sciences, 1432 Ås, Norway*

Abstract

Delivery planning is a planning process that determines which deliveries are expected to be delivered at any given time, and the dependency between different deliveries and stakeholders. This study aims to investigate whether the use of the delivery plan increases control over projects' design costs, how Key Performance Indicators (KPI) are being used to increase the control over the project's design costs, and it identifies the benefits and disadvantages of early involvement of stakeholders in the planning process. The research is a qualitative case study with LVB project as the primary case. Supplementary data are collected through interviews from four Norwegian projects and one Dutch project. This study is limited to large construction projects and does not cover other types of projects.

This study has documented results that indicate delivery planning increases the control over projects' design costs. The results of the study show that using delivery planning reduces the need for iterations and increases predictability. Similarly, the proactive use of KPIs in delivery planning is found to be beneficial in controlling project design costs. Furthermore, the study identifies the benefits and disadvantages of early-stage broad involvement of stakeholders in the design phase. The researchers underline the need for further research in this area, as it indicates that it will have a positive impact on the productivity of the construction industry.

Keywords: Delivery planning; design costs; Lean design; design management; Key Performance Indicators; interdisciplinary collaboration; early involvement

1. Introduction

The construction industry has over the last decade faced challenges of large cost overrun and decreasing productivity. Over the last couple of years, there have been efforts to get out of this downward going spiral. Tools and methods are introduced to increase the productivity as well as finishing the project on budget [1],[2],[3]. The actions that have been taken earlier belong mostly to the project's construction phase. It includes the implementation of Lean methodology in the way of further usage of KPIs and creating a more streamlined process from start to end. Evidence shows that those actions have had a positive contribution to controlling the project costs. On the other hand, little has been done in the design phase for complex construction projects. The design phase has challenges of slow progress and several unnecessary iterations which results in extra costs. Lately in Norway, Statsbygg has introduced and applied innovative methods in the project's design phase that aims to solve those challenges [4]. Delivery planning is one of the methods that is being implemented.

Delivery planning is an innovative planning method that aims to solve the challenges that the construction industry faces in connection with high design costs and low productivity. This alternative way of planning is developed based on several principles from Lean management and tools that increase transparency and interdisciplinary cooperation. Delivery planning focuses on deliveries and functions, over actions. The main aim of implementing this planning strategy is to increase control over design costs and increase the predictability of the design phase.

Implementing line of reasoning from Lean methodology into the design phase of the construction industry is an innovative way of working [5],[6]. Today there is little literature and evidence available about delivery planning. Documents and evidences are barely available on this topic. Statsbygg is currently implementing delivery planning as a key strategic management tool in the project "Livsvitenskapsbygget (LVB)" and it is one of the companies at the forefront in exploring this method. This study aims to address how delivery planning can be used as a tool to increase control over projects' design costs. Additionally, the study aims to contribute knowledge in improving the productivity and cost performance of the design phase of construction projects. The study is a qualitative research and data are collected from the case project through interviews and document reviews. The case project that is covered in this study is the LVB project. Key information about the case project is presented in Table 1.

Table 1: Key information LVB.

Key information LVB	
Client	The Ministry of Education and Research with South-Eastern Norway Regional Health Authority as co-client
Users	University of Oslo and Oslo University Hospital Division of Laboratory Medicine
Preliminary area frame	97.500 sq m gross area
Start-up / completion	Q1 2019/2026
Proposed cost framework	11.97B NOK (approximately 11,18B €)
Contract	Design and building with prior interaction

The study addresses the following research questions:

- Can delivery planning increase the control of design costs in large construction projects?
- How to use Key Performance Indicators in a delivery-controlled project?
- Benefits and challenges of early involvement of stakeholders in the design phase of a delivery-controlled project?

2. Method

Since there was not enough prior research on delivery planning this study was primarily designed as an exploratory research. The research used a qualitative case study methodology. A qualitative case study methodology was chosen because the methodology was designed to help researchers to better understand more about a particular topic of interest. In this study the researchers chose qualitative case study to explore the delivery planning in depth using various data sources.

The research work started with literature review. The literature was reviewed on the general domain of the research (delivery planning), together with other fundamental theories underpinning the main aim of the study. Then data collection started with a study of different relevant documents. Then it followed with semi-structured interviews with the main actors of the case project. The Statsbyggs´ project “Livsvitenskapsbygget” was the main case project in this study. Then the interview expanded to the reference interviewees - to the experts who were involved in other relevant projects in Norway and Dutch.

The primary data were collected digitally using Microsoft Teams platform. 19 key informants were interviewed with semi structured interviews, each with a duration of one-hour. The semi structured interviews helped the researchers to dig deep into particular areas while maintaining necessary coherence and similarity between the interviews. Then the interviews were transcribed and analyzed. Figure 1 illustrates the framework of the research strategy. Key informants from the main case project consisted of design managers, Vice President (VP) design, VP project management, contractor management, project planner, PGL-management, and BIM manager. Other informants, who were used as reference, had roles as design project manager, progress planer, chief architect, and the construction manager.

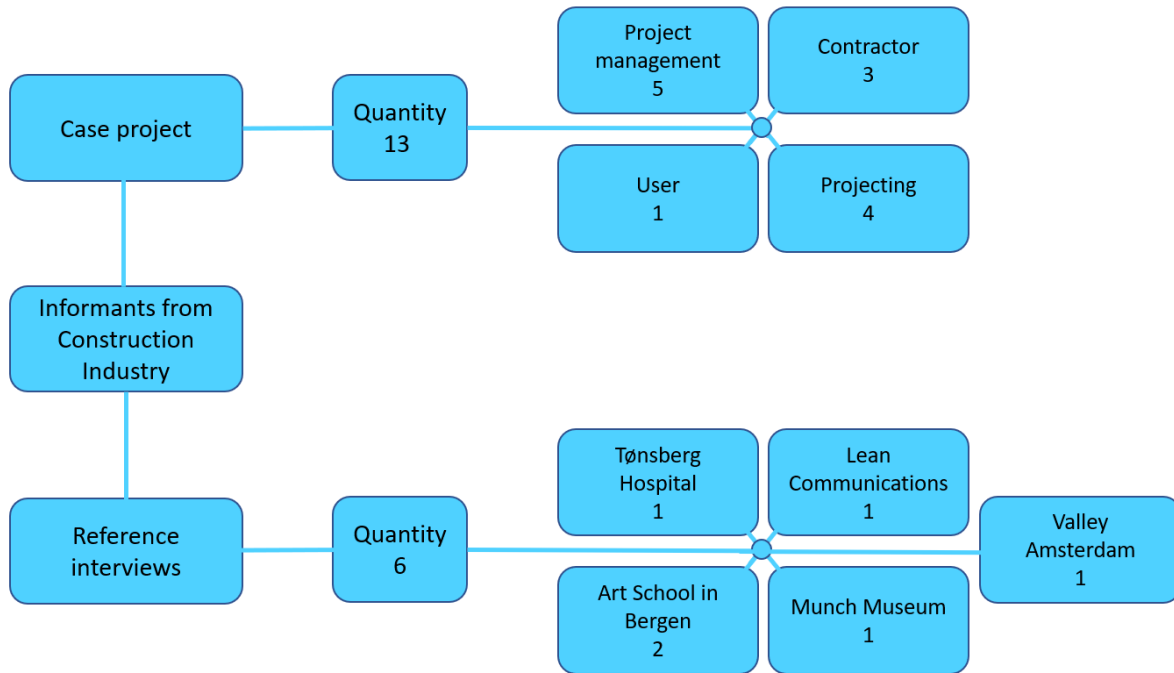


Fig. 1: Framework of the research strategy.

Secondary data were collected from examination of extensive documentation provided by Statsbygg and literature review. Relevant literatures were identified with systematic search from online sources. Each source has been given a score of 1-5 in the categories of renown of authors and publication channel, possibility for conflict of interest, the credibility of the research, the relevance to this paper, and overall quality. Literature has been discarded if the total score is below 15, or if the score in one of the categories is two or lower. The researchers had access to LVBs internal document portal. By doing that the researchers could objectively measure how the project worked with delivery planning by investigating minutes of meetings and strategic plans and reports. Looking at the research questions from three different angles gives a good foundation to generalize the findings and make them applicable to a broader section of the construction industry.

3. Theory

Lean Design is designed for construction projects' design phase and aims to increase control over project cost and better productivity, as well as reduce waste and risk. Delivery planning develops from the Lean Design. Lean Design is the general strategic way to introduce innovative principles from Lean methodology into the construction industry's design phase, while delivery planning prioritizes the principles in a concrete functional system. The delivery plan shows what's expected to be delivered, and the dependencies between different deliveries. The delivery plan breaks down complex milestones into specific key points. Each key point consists of its own deliveries, and each delivery consists of different actions [7]. The level of detail in each delivery package is determined by the uncertainty in the project [8]. The delivery plan facilitates transparency in the work environment and gives designers increased control over their tasks [9]. Early involvement of stakeholders in the planning process increases value-creating while decreasing the level of conflict [10],[11].

Key Performance Indicators (KPIs) are key figures that are valuable for management leaders for navigating and controlling how great the project performs [12]. KPIs can be divided into two main groups: result parameters and performance measurements [13]. Result parameters belong to the typical KPI usage in the construction industry. Those key figures measure the outcomes after the actual execution. An example of this is measuring how well the project performs compared to the project budget. Performance measurements on the other hand are measured proactively when the project progresses and are therefore able to predict upcoming challenges. PPC, percent plan complete, is an example of a performance measurement KPI [14]. Performance measurements are relevant when one studies delivery planning.

4. Results and discussion

Table 2: Main findings from the research, per research question.

Research question	Key finding
Delivery planning increases the control over design costs	Transparency creates predictability and increases control Reducing number of iterations, but inconclusive about efficiency Synergizing with MMI increases control Depended on increased trust and ownership to the plan
How to use KPIs in a delivery controlled project to increase the control of design costs?	Perceive deviations and their effect Facilitates proactive work Facilitate easy to use report and follow-up routines
Benefits with broad involvement of stakeholders	Correct solution is identified earlier Facilitates a user-driven design phase Eases lines of communication and reduces level of conflict
Disadvantages with broad involvement of stakeholders	Resource intensive Risk of too early detail focus Demands concrete responsibilities and firm project management

The research finds that delivery planning increases control over design costs. Delivery planning increases transparency across all levels of the design team. The increased transparency helps the entire design team to understand the progress of the project and to know where the project is currently at, compared to the plan. Transparency in delivery planning increases the predictability of work progress particularly the project's schedule and cost. This is in line with the research of Johansen [9], which explains how delivery planning increases transparency. The study has also found that delivery planning facilitates a more streamlined approach, compared to the traditional design process. A streamlined design process reduces the need for redesigns, reduces the number of iterations, which is one of the key factors for the ineffectiveness of the design phase.

Furthermore, this research identifies Model Maturity Index (MMI) as another helpful tool that synergizes well with delivery planning and reduces the number of iterations. MMI is important in controlling the level of details that the design phase requires in each delivery. Too low level of details means low progress and less control, and on the other side too high level of details is a challenge for creativity. So, using MMI is an effective way to reach an agreement about the optimal level of detail. According to Fløisbø [15], MMI increases the quality and control of the design, and it is a necessary foundation for the delivery plan to be efficient. The large majority of the informants of this study recommends extensive use of MMI in delivery planning.

Trust and ownership feelings on the project delivery plan are another important findings of this study that help to increase the control over the design costs. For the delivery plan to be efficient developing psychological ownership is necessary. The level of psychological ownership of the plan corresponds to overall loyalty to the plan [16]. On the other hand, lack of ownership feeling in the delivery plan had a negative consequence on the performance of workers at LVB.

Proactive work while executing the delivery plan requires extensive measuring and reporting. Currently, there exists a few KPIs specifically made to measure the delivery plans' performance and to make visible deviations from the plan. Another important finding of this research regarding the use of KPIs is that they are digital, and they facilitate proactive work, and provide opportunities for continuous improvement. Percent Plan Complete (PPC) is the most referred useful KPI in this study. This supports the claim of Power and Taylor [14], who claim projects using PPC achieve better results compared to projects that don't. Hence, delivery plan needs more performance-related KPIs, as is true for the construction industry in general [17]. The majority of the informants express a desire for more use of KPIs, and some see this as a natural focus area for better success with the delivery plan. Another important result of this study is the need for proper report routines, which is well described by Chan and Chan [18]. Key informants of this study are discontent with the amount of time required to make proper reports. Simplifying report routines will increase the overall loyalty to the plan. It also increases the quality of the reports and thereby help to create a more accurate picture of the current standing of the project. Delivery planning, like systematic completion, is a process driven by backward planning. By integrating the concept of systematic completion, which involves consecutive function testing into specific deliveries, it is possible to reduce the numbers of time consuming errors [19].

Broad involvement of stakeholders early in the planning process has benefits and disadvantages. Evidences of this study point out that the stakeholders deem it beneficial to involve contractors in the early delivery planning process, which helps to identify the right solutions at an early stage of the planning. Interdisciplinary planning at an early stage is key to the success of a plan, which is also confirmed by Skinnerland [20]. Similarly, Kim et al. [21] mention that the success of a project depends on the users involvement. A delivery planned project creates a concise framework, which facilitates user involvement. Getting the correct input from the users at the early-stage

reduces the number of comprehensive iterations and thereby increases the predictability of future design costs. Jaffar et al. [22] mention poor communication causes rising conflicts in the construction industry. The involvement of stakeholders like designers, users, contractors, and project management at an early stage in the planning process, provides opportunities for stakeholders to know each other. This leads to shorter lines of communication between stakeholders, and helps problems get solved in a short time, without the need for interference from the project management. Early involvement of stakeholders can be resource intensive. Every additional participant increases the design cost. Firm project management is important when handling an interdisciplinary design group. Informants describe the involvement of different stakeholders as demanding and suggest the need for developing a clear routine for early involvement. In addition, the research identifies that in the LVB project, too much emphasis has been placed on details of delivery at an earlier phase than it is appropriate. This in turn affects the room for creativity.

4. Conclusion

The study concludes that the use of delivery planning is an effective method to create predictability and increases control over the design costs for large and complex construction projects. Early-stage involvement of stakeholders, which helps to identify the right solutions early in the planning process, is found to be important in delivery planning. Delivery planning reduces the number of comprehensive iterations and thereby increases the predictability of future design costs.

Delivery planning facilitates proactive work through performance-driving KPIs. Delivery planning method synergizes with MMI and BIM and helps to keep the planning work to progress at a solid pace together with increased control over costs and quality. However, it is also important to be aware that the delivery planning method has challenges that must be overcome to make the method function properly. Lack of firm and effective project management between the short-term delivery plan and the long-term overall goal is one of the challenges that must be avoided. The optimal amount of firm management is individual to every project, as too loose management will lose track of progress and too firm will lose needed flexibility. Failing to do so increases costs while contributing little additional utility. The use of early broad involvement involves lots of resources and determining the optimal number of participants and involvement time is necessary. It is also critical to develop a framework from the outset to effectively utilize the potential of delivery planning.

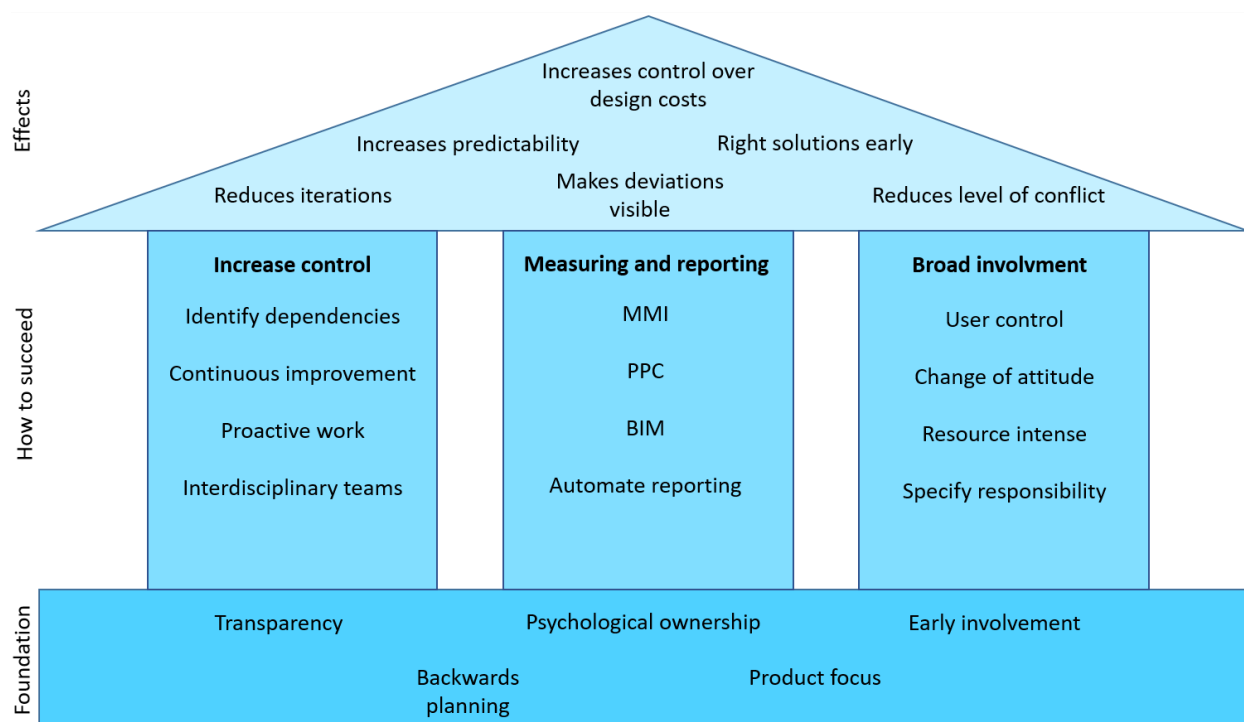


Fig. 2: Recommendations to the construction industry for how to succeed with delivery planning.

Acknowledgements

This research is a part of a master thesis at the Norwegian University of Life Sciences (NMBU). It is a collaboration between NMBU, Statsbygg and the consulting firm Metier OEC. NMBU is represented by Anders

Walberg Nilssen, Jørgen Kolberg and Asmamaw Tadege Shiferaw. Statsbygg is represented by Hans Thomas Holm and Metier OEC is represented by Magne Lilleland-Olsen.

References

- [1] Tauriainen, Matti, Pasi Marttinen, Bhargav Dave, and Lauri Koskela. (2016) "The effects of BIM and lean construction on design management practices." *Procedia engineering*. **164**: p. 567-574.
- [2] Dave, Bhargav, Sylvain Kubler, Kary Främling, and Lauri Koskela. (2016) "Opportunities for enhanced lean construction management using Internet of Things standards." *Automation in construction*. **61**: p. 86-97.
- [3] Zimina, Daria, Glenn Ballard, and Christine Pasquire. (2012) "Target value design: using collaboration and a lean approach to reduce construction cost." *Construction management and economics*. **30**(5): p. 383-398.
- [4] Lindland, Kristiane. (2018) "Tverrfaglig samarbeid i produktutviklingsarbeid." *Tidsskrift for Arbejdsliv*. **18**: p. 42-57.
- [5] Jørgensen, Bo, and Stephen Emmitt. (2009) "Investigating the integration of design and construction from a "lean" perspective." *Construction innovation*.
- [6] Aziz, Remon Fayek, and Sherif Mohamed Hafez. (2013) "Applying lean thinking in construction and performance improvement." *Alexandria Engineering Journal*. **52**(4): p. 679-695.
- [7] Statsbygg. (2018) "Digitaliseringsstrategi."
- [8] Digitaliseringsdirektoratet. *Leveranseprosjekter*. 2021 06.01.2022]; Available from: <https://www.prosjektveiviseren.no/hva-er-prosjektveiviseren/planlegge/etablere-prosjektorganisasjonen/leveranseprosjekter>.
- [9] Johansen, P. R. . *Veileder - Systematisk ferdigstilling*. 2016 06.01.2022]; Available from: <https://www.prosjekt norge.no/wp-content/uploads/2017/12/BA2015-systematisk-ferdigstillingse.pdf>.
- [10] Boge, Knut, Amin Haddadi, Ole Jonny Klakegg, and Alenka Temeljotov Salaj. (2021) "Facilitating Building Projects' Short-Term and Long-Term Value Creation." *Buildings*. **11**(8): p. 332.
- [11] Heravi, Amirhossein, Vaughan Coffey, and Bambang Trigunaryah. (2015) "Evaluating the level of stakeholder involvement during the project planning processes of building projects." *International Journal of Project Management*. **33**(5): p. 985-997.
- [12] Marr, Bernard. (2012) "Key Performance Indicators (KPI): The 75 measures every manager needs to know." *Pearson UK*.
- [13] Yu, Ilhan, Kyungrai Kim, Youngsoo Jung, and Sangyoon Chin. (2007) "Comparable performance measurement system for construction companies." *Journal of Management in Engineering*. **23**(3): p. 131-139.
- [14] Power, William, and Darrin Taylor. (2019) "Last Planner® System and Percent Plan Complete: An Examination of Trade Contractor Performance." *Lean Construction Journal*.
- [15] Fløisbonn, H. W., Skeie, G. m.fl. *MMI - Modell Modenhets Indeks*. 2018 06.01.2022]; Available from: <https://www.rif.no/wp-content/uploads/2018/11/mmi-modell-modenhets-indeks.pdf>.
- [16] Theisohn, Thomas, and Carlos Lopes. (2013) "Ownership leadership and transformation: Can we do better for capacity development." *Routledge*.
- [17] Alarcon, Luis, Alejandro Grillo, Javier Freire, and Sven Diethelm. (2001) "Learning from collaborative benchmarking in the construction industry." *Proceedings of the 9th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*.
- [18] Chan, Albert P. C., and Ada P. L. Chan. (2004) "Key performance indicators for measuring construction success." *Benchmarking: An International Journal*. **11**(2): p. 203-221.
- [19] Dejaco, Mario Claudio, Fulvio Re Cecconi, and Sebastiano Maltese. (2017) "Key performance indicators for building condition assessment." *Journal of Building Engineering*. **9**: p. 17-28.
- [20] Skinnarland, Sol. (2015) "Tverrfaglig samarbeid i byggeprosessen." *Erfaringer med prosjekteringsverksted hos Kruse Smith. Fafo-report*. **2015**: p. 24-52.
- [21] Kim, Tae Wan, Seung Hyun Cha, and Youngchul Kim. (2016) "A framework for evaluating user involvement methods in architectural, engineering, and construction projects." *Architectural Science Review*. **59**(2): p. 136-147.
- [22] Jaffar, N, AH Abdul Tharim, and MN Shuib. (2011) "Factors of conflict in construction industry: a literature review." *Procedia Engineering*. **20**: p. 193-202.



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

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway