



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2024 30 stp.
Fakultet for realfag og teknologi

Systematisk ferdigstilling i byggeprosjekt: en studie med fokus på oppfatninger og effekter

Systematic Completion in Construction Projects: A
study with Focus on Perceptions and Effects

Sohail Ahmed
Industriell økonomi

Forord

Denne masteroppgaven er utarbeidet høsten 2024 ved fakultet for realfag og teknologi på Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU). Oppgaven har et omfang på 30 studiepoeng og markerer det avsluttende arbeidet av en femårig mastergrad i industriell økonomi, med spesialisering innen byggeteknikk og prosjektledelse.

Først og fremst, ønsker jeg å rette en takk til min hovedveileder Tor Kristian Stevik for forslag til et nytt, spennende, lærerikt og ikke minst et høyt aktuelt tema, og for veiledning gjennom perioden.

Det rettes også en takk til Christine Aronsen ved Advansia for hjelp med innhentning av data ved byggeprosjektet Oslo Storbylegevakt. Videre ønsker jeg å takke alle informanter som stilte opp og supplerte denne oppgaven med informasjon og data som gjorde det mulig å løse problemstillingen.

Avslutningsvis, ønsker jeg å rette en stor takk til venner, familie og min forlovede for korrekturlesing og for støtte og motivasjon gjennom hele studieperioden min.

Viken, Norge – Mars, 2024

Sohail Ahmed

Sohail Ahmed

Sammendrag

Systematisk ferdigstilling er en metodikk utviklet for å forbedre prosjektgjennomføringen av byggeprosjekter. Det er en prosess som er ledelsesstyrt fra planlegging til overtakelse, med fokus på å sikre tidlig igangsetting av teknisk utstyr, testing, og verifisering for å avdekke og rette opp feil og mangler så tidlig som mulig. Metodikken har som mål å unngå sen oppdagelse av feil og mangler i blant annet tekniske funksjoner, noe som har vært en langvarig utfordring i bygge-, anleggs-, og eiendomsbransjen. Dette er både kostbart for virksomheter og miljøet, da det brukes unødvendige store ressurser på oppretting av feil. Systematisk ferdigstilling beskrives som en sikkerhet for at et prosjekt oppfyller alle funksjonskrav innenfor gitte tids-, kostnads- og kvalitetskrav.

Fra tidligere studier og prosjekter viser det seg at det oppfattes usikkerheter og misforståelser rundt hva systematisk ferdigstilling innebærer, og hvilke gevinster det medfører. For å utforske dette problemet, har følgende forskningsspørsmål blitt utarbeidet: *Hvordan oppfattes systematisk ferdigstilling blant aktører i et byggeprosjekt og hva er effektene ved å ta i bruk metodikken?* Masteroppgaven har utført én casestudie som tar utgangspunkt i byggeprosjektet Oslo storbylegevakt, som har tatt i bruk systematisk ferdigstilling i hele prosjektløpet. I tillegg har det blitt utført dokumentanalyse og åtte semistrukturerte-intervjuer med aktører fra byggeprosjektet.

Funnene i denne studien viser at aktørene i prosjektet har noe varierende oppfatning av systematisk ferdigstilling, men at de fleste har god forståelse for hva prosessen innebærer og hvilke gevinster det medfører. Samtidig fremheves behovet for forventningsavklaring tidlig i prosjektet, for å enes om definisjoner og forståelser av metodikken. Videre viser resultatene at anvendelsen av systematisk ferdigstilling gir aktørene økt forutsigbarhet og bedre kontroll over prosjektet, noe som resulterer i en mer effektiv prosjektgjennomføring, samt bærekraftige, kvalitetsmessige byggeprosjekter.

Abstract

Systematic completion is a methodology developed to improve the project execution of construction projects. It is a process that is management-driven from planning to handover, focusing on ensuring early commissioning of technical equipment, testing, and verification to detect and correct faults and deficiencies as early as possible. The methodology aims to avoid late discovery of errors in technical functions, which has been a challenge for many years in the construction industry. This is costly for businesses and the environment, as unnecessary resources are spent on correcting errors. Systematic completion is described as a guarantee that a project meets all functional requirements within given time, cost, and quality requirements.

From previous studies and projects, it appears that there are uncertainties and misunderstandings about what systematic completion entails and what benefits it yields. To explore this issue, the following research question has been formulated: How is systematic completion perceived among actors in a construction project, and what are the effects of using the methodology? The master's thesis has conducted one case study based on the construction project "Oslo storbylegevakt", which has utilized systematic completion throughout the whole project. In addition, there have also been conducted document analysis and eight semi-structured interviews with actors from the construction project.

The findings in this study show that the actors in the project have somewhat varying perceptions of systematic completion, but most have a good understanding of what the process entails and what benefits it yields. At the same time, there is emphasized a need for early clarification of expectation to agree on definitions and understandings of the methodology. Furthermore, the results indicate that the use of systematic completion gives increased predictability and better control over the project, resulting in a more efficient project execution, as well as sustainable, quality construction projects.

Innholdsfortegnelse

Forord	i
Sammendrag.....	ii
Abstract	iii
Innholdsfortegnelse.....	iv
Figurliste	vi
Tabelliste.....	vi
1 Innledning.....	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Problemstilling og forskningsspørsmål.....	3
1.3 Avgrensning	4
1.4 Oppgavens struktur	5
2 Teori.....	6
2.1 Prosjekteringsledelse i tidligfase	6
2.1.1 Suksessfaktorer for endringsledelse og prosjekteringsledelse	8
2.2 Systematisk ferdigstilling.....	10
2.2.1 Ledelse, innholdskompetanse og systematikk	11
2.2.2 Gjennomføring av prosjekt med systematisk ferdigstilling.....	13
2.2.3 Andre viktige prinsipper	18
2.3 LEAN	19
2.3.1 Lean bygging.....	19
3 Metode	22
3.1 Undersøkellesdesign og forskningsmetoder.....	22
3.2 Valgt metode	23
3.2.1 Litteraturstudie	23

3.2.2	Casestudie	24
3.2.3	Dokumentstudie	25
3.2.4	Intervju	25
3.3	Kvalitetsvurdering.....	26
3.3.1	Validitet, reliabilitet og generaliserbarhet.....	27
4	Casebeskrivelse - Oslo storbylegevakt.....	29
5	Resultat.....	32
5.1	Oppfatning av systematisk ferdigstillelse i prosjektet	32
5.2	Effekter ved bruk av systematisk ferdigstillelse.....	33
5.3	Suksessfaktorer.....	35
5.4	Forbedringsmuligheter	36
6	Diskusjon	39
6.1	Oppfatning av systematisk ferdigstillelse i prosjektet	39
6.2	Effekter ved bruk av systematisk ferdigstillelse.....	40
6.3	Suksessfaktorer.....	42
6.4	Forbedringsmuligheter	45
7	Konklusjon og videre arbeid	48
7.1	Hvordan oppfattes systematisk ferdigstillelse blant aktører i et byggeprosjekt?	48
7.2	Hva er effektene ved bruk av systematisk ferdigstillelse?	48
7.3	Suksessfaktorer og forbedringsmuligheter	49
7.4	Videre arbeid	49
7.5	Avsluttende tanker	50
8	Referanser.....	51
	Vedlegg 1: Intervjuguide.....	54

Figurliste

Figur 2.1: Sammenhengen mellom tidligfase og prosjektets sluttverdi (Olsen, 2019).	7
Figur 2.2: Prosjektmodell for systematisk ferdigstillelse (egenprodusert, inspirert av Johansen & Hoel 2016).....	13
Figur 2.3: V-modell for bygge- og anleggsprosjekter (Johansen & Hoel, 2016)	21
Figur 4: Sammenhengen mellom validitet og reliabilitet (Analyseskolen, u.d.).....	28
Figur 5: Oslo storbylegevakt (Siemens Healthcare AS, 2023).	29

Tabelliste

Tabell 1: Oversikt over oppgavens struktur	5
Tabell 2: Diverse tester ved systematisk ferdigstillelse (Johansen & Hoel, 2016)	17
Tabell 3: Liste over litteraturstudie	24
Tabell 4: Oversikt over informanter	26
Tabell 5: Oversikt over diverse aktører ved Oslo storbylegevakt.	30

1 Innledning

Innledningskapittelet vil først presentere bakgrunn og hensikt for denne masteroppgaven. Deretter vil oppgavens problemstilling og forskningsspørsmål belyses, før det til slutt gis en forklaring på oppgavens avgrensninger og oppsett.

1.1 Bakgrunn

Bygge-, anleggs- og eiendomsnæringen (BAE), er en næring hvor det skjer store endringer i miljø- og energikrav og teknologiutvikling. Samtidig kritiseres næringen for å ha lav produktivitet, samt at produktene som leveres har mange feil (Knotten, 2017). Bransjen har i mange år hatt utfordringer med prosjekter som har for dårlig ferdigstillelse, blant annet i form av feil og mangler, leveranser som ikke er i tråd med det som er ønsket, og tids- og kostnadsoverskridelser (Johansen & Hoel, 2016). I 2013 anslo SINTEF at byggefeil i etterkant av byggeprosessen tilsvarte fem prosent av summen det totalt bygges for. I 2011 tilsvarte dette et beløp på 8,9 milliarder kroner (SINTEF, 2013). Det gjør at en unødvendig stor del av investeringene i bygg- og anleggsbransjen går til retting av feil (Galaasen, 2023). Dette krever enorme mengder ressurser og er kostbart for både samfunnet og miljøet. Samtidig har en stadig utvikling i teknologien, ført til en økende kompleksitet i bygg og tekniske bygginstallasjoner. I en bransje med en allerede lav produktivitetsutvikling, har dette ført til et stort behov for en endring i prosjektgjennomføringen (Byggeindustrien, 2015).

I kjølvannet av disse utfordringene, ble det i 2015 utviklet flere veiledere som skulle bidra til å løfte næringen, blant annet veileder - Systematisk ferdigstillelse. Veilederen skulle bidra til å bedre produktiviteten i bransjen og sørge for at sluttproduktet oppfylte kundenes krav, ved å hindre for sen oppdagelse av feil i byggeprosessen og vanskeligheter med idriftsettelse grunnet sen planlegging av sluttfasen. Veilederen skulle i tillegg være et hjelpemiddel for å sikre at systematisk ferdigstillelse ble implementert i byggeprosjekter (BA 2015, 2015). I årene etter utgivelsen, var T2-prosjektet på Oslo Lufthavn blant de første til å ta i bruk systematisk ferdigstillelse. I etterkant av prosjektet, ble det utarbeidet en rapport om

erfaringene fra T2-prosjektet, hvor systematisk ferdigstilling ble trukket fram som et område som fremtidige prosjekter bør lære og ta i bruk (Langlo, et al., 2018).

I dag er systematisk ferdigstilling derimot et fortsatt relativt ungt begrep.

«I de 7 årene som har gått siden veilederen ble ferdigstilt i 2015 har Systematisk Ferdigstilling fått relativt stor oppmerksomhet, men bransjen har i liten grad investert i økt kompetanse om Systematisk Ferdigstilling. Det er fortsatt få prosjekteiere og prosjektledere som har satt seg inn i hva systematisk ferdigstilling faktisk betyr for prosjektgjennomføringen og hvilke gevinster det gir i slutfasen.» (Langholm, 2024). Med andre ord, er metodikken systematisk ferdigstilling ikke blitt en bransjestandard. Til tross for at veilederen beskriver systematisk ferdigstilling som: «en sikkerhet for at et prosjekt skal oppfylle alle funksjonskrav innenfor gitte tids-, kostnads- og kvalitetskrav, gjennom en strukturert prosess som er ledelsesstyrt fra planlegging til overtakelse.» (Johansen & Hoel, 2016).

I et intervju om systematisk ferdigstilling gjort av (Galaasen, 2023) sier avdelingsleder ved Fokus Rådgiving Ketil Kufås Gjerde følgende: «Selv om prosessen er godt beskrevet opplever fortsatt mange usikkerhet og misforståelser i forbindelse med bruk av systematisk ferdigstilling.» Tidligere studier om systematisk ferdigstilling har vært med på å belyse og øke kunnskapen rundt tematikken. Blant annet har tidligere masteroppgaver tatt for seg utfordringer, elementer som er viktig for å lykkes og effekter av metodikken. Likevel sier Gjerde i intervjuet: «Jeg ser at mange prosjekter ikke får til systematisk ferdigstilling og i de prosjektene som sier at de bruker systematisk ferdigstilling, ser jeg at det ofte bare brukes halvveis. Det er et stort behov for å opplæring i hva systematisk ferdigstilling faktisk innebærer.» (Galaasen, 2023).

1.2 Problemstilling og forskningsspørsmål

Ut ifra bakgrunnen i denne oppgaven, viser det seg at systematisk ferdigstillelse fortsatt har en vei å gå før metodikken får den anerkjennelsen som var tiltenkt da veilederen kom ut i 2015. Metodikken er i mer bruk i dag, enn da den først kom ut, men er ikke blitt en standard i byggeprosjekter. Som beskrevet, ligger problemet i forståelsen av: hva systematisk ferdigstillelse innebærer, usikkerhet og misforståelser ved bruk av systematisk ferdigstillelse og hvilke gevinster det medfører.

Basert på det ovennevnte, har denne masteroppgaven som hensikt å dykke dypere ned i metodikken ved å se hvordan prosessen med systematisk ferdigstillelse faktisk utføres i et byggeprosjekt. Formålet med dette er å belyse styrker, svakheter og muligheter ved systematisk ferdigstillelse og hvordan bruken av metodikken oppfattes og praktiseres i et prosjekt. Dette vil øke forståelsen og kunnskapen rundt systematisk ferdigstillelse i et prosjekt og bidra til at aktører får et mer helhetlig bilde av hva systematisk ferdigstillelse faktisk innebærer og hvilke potensielle effekter det har.

For å kunne svare på problemkomplekset og formålet med denne oppgaven, har følgende forskningsspørsmål blitt utarbeidet:

Hvordan oppfattes systematisk ferdigstillelse blant aktører i et byggeprosjekt og hva er effektene ved å ta i bruk metodikken?

1.3 Avgrensning

Oppgavens tematikk avgrenser oppgaven til en viss grad, da systematisk ferdigstilling er et relativt ungt og lite forsket tema. Til tross for at det finnes noen studier om systematisk ferdigstilling, er det fremdeles begrenset med empiri og teori om tematikken. Dette fører til et behov for å øke kunnskapsnivået om systematisk ferdigstilling og åpner opp for mange potensielle muligheter. Oppgaven har derfor også tatt for seg annen litteratur som anses å være viktig i forbindelse med systematisk ferdigstilling. Blant annet prosjekteringsledelse og Lean. Samtidig er det begrenset med tid, da masteroppgaven har et tidsomfang på ca. 4 måneder og derfor er kun det som anses å være viktigst tatt med.

Det er begrenset med antall prosjekter som har tatt i bruk metodikken og dette begrenser mulighetene for å studere flere prosjekter. Oppgaven har derfor avgrenset seg til et prosjekt og valgt å gå i detalj på dette prosjektet, istedenfor å ha fokus på flere prosjekter på et overordnet nivå. Dette begrenser mulighetene for å studere hvordan påvirkningsmuligheter systematisk ferdigstilling har på ulike entreprisformer. Det anses derimot at systematisk ferdigstilling kan tas i bruk i alle prosjekter, uavhengig av entreprisemodell.

Videre har tidsomfanget og den begrensede kunnskapen om tematikken også vært med på å avgrense antall intervjuobjekter.

1.4 Oppgavens struktur

Tabell 1: Oversikt over oppgavens struktur

Kapittel	Innhold
1 Innledning	I dette kapitlet presenteres bakgrunn, hensikt og problemstilling for oppgaven. I tillegg opplyses det om avgrensningene og disposisjon for oppgaven.
2 Teori	Teorikapitlet tar for seg teori som er lagt frem som relevant for oppgaven. Det legges vekt på systematisk ferdigstillelse og annen teori som LEAN.
3 Metode	Beskrivelse av ulike forskningsmetoder, hvilke metoder som har blitt brukt for å besvare problemstillingen, og hvorfor disse har blitt brukt. Samt en kvalitetssikring av innhentet data.
4 Casebeskrivelse	Presentasjon av byggeprosjektet som har blitt sett på i oppgaven.
5 Resultat	Resultater av innhentet data/informasjon.
6 Diskusjon	Drøfting av resultater og funn.
7 Konklusjon og videre arbeid	Oppsummering av hovedfunn og konklusjon på problemstillingen, samt videre forskning.

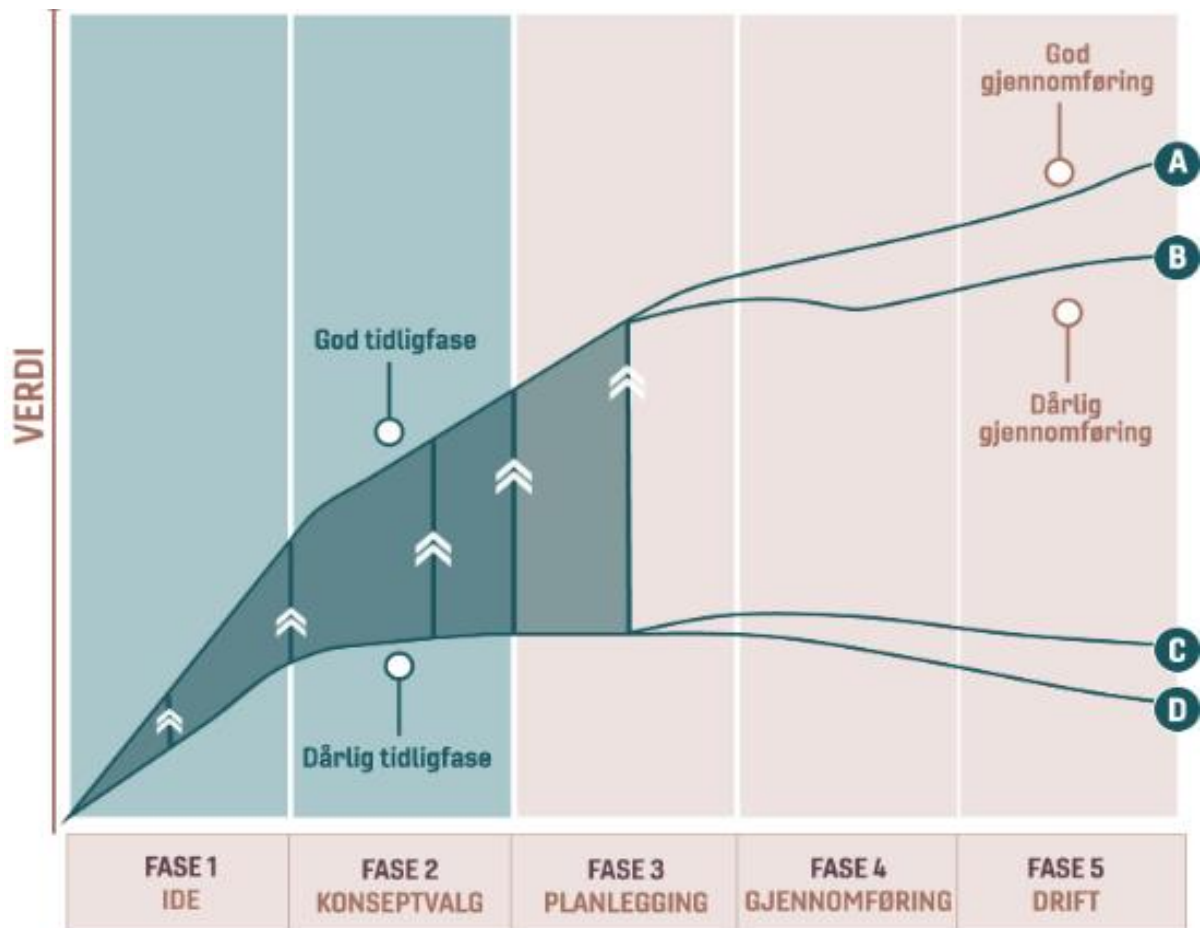
2 Teori

I dette kapittelet vil det teoretiske rammeverket for oppgaven presenteres, og dette vil sette grunnlaget for oppgavens diskusjon. Teoridelen konsentrerer seg primært om temaet systematisk ferdigstilling, og inkluderer også annen viktig litteratur som er relevant for å forstå systematisk ferdigstilling. Teorikapittelet innledes med et delkapittel om prosjekteringsledelse, da systematisk ferdigstilling representerer en utvidelse av prinsippene for prosjektledelse. Deretter følger det et underkapittel som belyser hva systematisk ferdigstilling innebærer, samt dets positive virkninger. I tillegg identifiseres sentrale faktorer som optimaliserer prosessen, beskrivelse av selve implementeringen av systematisk ferdigstilling og de nødvendige testene som må utføres. Avslutningsvis behandles Lean-filosofien i et eget avsnitt, da både tankegangen og metodikken i Lean og systematisk ferdigstilling deler flere likhetstrekk.

2.1 Prosjekteringsledelse i tidligfase

Som påpekt i kapittel 1.1, har bygge-, anleggs- og eiendomsbransjen i flere år oppvist lavere produktivitetsnivå sammenlignet med andre sektorer i Norge. Videre har teknologisk utvikling fortsatt å bidra til økt kompleksitet i byggeprosjekter. For å effektivt møte de utfordringene BAE-bransjen står ovenfor, har det blitt nødvendig å endre tidligere praksiser knyttet til planlegging og prosjektering. Prosjekteringsledelse tidligere i prosjektforløpet er dermed blitt viktigere enn noensinne (Knotten, 2017).

I tidligfase av et prosjekt, defineres det forutsetninger som er styrende for de påfølgende fasene av prosjektet. Dette inkluderer behov, mål, konsepter og diverse løsningsalternativer (BA 2015, 2015). Det er i de tidlige fasene et prosjekt har størst påvirkningsmulighet, med tanke på risikostyring og økonomi. Kostandene knyttet til endringer i tidlig fase er lavere, sammenlignet med senere stadier av prosjektet (Kathrine & Foss, 2017). Derfor betegnes også de tidlige fasene som grunnlaget for et prosjekts lønnsomhet, fleksibilitet og kostnader (Olsen, 2019). Figur 2.1 illustrerer sammenhengen mellom tidligfase, gjennomføring og den langsiktige verdien det tilfører prosjektet.



Figur 2.1: Sammenhengen mellom tidligfase og prosjektets sluttverdi (Olsen, 2019).

Slik figuren 2.1 viser, vil god tidligfase gi høy verdi for et prosjekt. Sett bort i fra de to første fasene, viser det seg at planleggingsfasen også tilfører høy verdi til prosjekt og at denne fasen gir større innvirkning på verdien av prosjektet, enn det selve gjennomføringen gir. Med andre ord, er det i fasene før gjennomføring verdiskapningen i prosjektet blir lagt for alle aktørene (Hansen, 2017).

Samtidig regnes de tidlige fasene av prosjektet som de mest utfordrende og mest krevende å lede. Dette kommer av at det er størst usikkerhet og minst kunnskap om prosjektets fremtid. Videre ligger utfordringen i prosjekteringsprosessens natur - ingen prosjekter er like og må dermed styres på forskjellige måter for å skape verdi. Derfor finnes det heller ikke en fremgangsmåte for hvordan et prosjekt skal gjennomføres (Knotten, 2017). I BAE-bransjen benyttes det som regel prosjektmodeller som er en overordnet plan for gjennomføring av prosjekter. En prosjektmodell tar for seg ulike faser i et prosjekt og viktige aktiviteter ved disse fasene. De fleste prosjektmodeller har tydelige likheter med tanke på faser og

beslutninger (Klakegg, 2022). Figur 2,2 under kapittel 2.2.2 illustrerer prosjektmodell for prosjekter som skal ta i bruk systematisk ferdigstilling.

I tillegg til en god prosjektmodell, kreves det også god prosjekteringsledelse for å gjennomføre et suksessfullt prosjekt. «Prosjekteringsledelse kan defineres som det å organisere, planlegge og styre personer, deres kunnskap og informasjonsflyt.» (Hansen, 2017). God prosjekteringsledelse betegnes som en prosess med et godt resultat, hvor sluttproduktet tilfredsstiller byggherrens krav og behov og som leverer innen gitte tids-, kostnads- og kvalitetsrammer (Hansen, 2017). God prosjekteringsledelse av komplekse prosjekter i tidligfase handler om kunnskap, struktur og gjennomføringsevne. Det krever stabile team, tydelig organisering og rollefordeling. Det må tilegnes mer kunnskap om selve prosjekteringen av prosjektet og de avhengighetene som skal koordineres. Noe som fører til et stort behov for samhandling mellom de involverte aktørene i prosjektet. Dermed må det legges til rette for møter hvor aktørene utveksler informasjon, samhandler om problemløsningen og kommer frem til beslutninger (Kalsaas, 2017).

2.1.1 Suksessfaktorer for endringsledelse og prosjekteringsledelse

Samtidig som det er behov for en endring, har byggebransjen i mange år blitt ansett som en konservativ og tradisjonell bransje med lite endring. Mye av dette kommer på grunn av at ingen prosjekter er like og at de må styres på ulike måter. I tillegg er også sammensetningen av organisasjoner og aktører nytt for hvert prosjekt (Solberg, 2014). Endringer kan oppleves som krevende, da det fører til at ting må gjøres på nye måter. Derfor kan det også skape usikkerhet blant de involverte aktørene (Stai, 2022). Ledelsen har derfor et stort ansvar når det kommer til endringsledelse i organisasjonen (Johansen & Hoel, 2016). Kotter trekker frem en rekke suksessfaktorer for å lykkes med endring. Det nevnes blant annet at det må skapes en følelse av nødvendighet samt forståelse for endring, Videre må det skapes forankring i organisasjonen, ved å utvikle en visjon og strategi som følges opp av ledelsen (Kotter, 1995). (Knotten, et al., 2017) trekker i tillegg til de ovennevnte faktorene, frem en rekke suksessfaktorer for prosjekteringsledelse.

Kommunikasjon regnes som nøkkelfaktoren for suksess i et byggeprosjekt (Svalestuen, 2017). Den økende kompleksiteten fører til at det må håndteres en vesentlig større informasjonsmengde enn før, noe som krever større grad av tverrfaglig samhandling og forståelse blant involverte aktører (Johansen & Hoel, 2016). Med tanke på at et prosjekt involverer en rekke ulike aktører som skal forstå hverandres perspektiv, er det viktig at kommunikasjonen er effektiv, slik at den når fram til de tiltenkte aktørene. Dette viser seg å være en utfordring i noen byggeprosjekter, hvor det ikke enes om hvilke typer kommunikasjonskanaler som skal benyttes (Svalestuen, 2017).

En annen viktig suksessfaktor for prosjekteringsledelse, er planlegging. Ifølge (Amundsen, 2017) fremtrer dagens prosjekter i høyere grad enn tidligere som multifunksjonelle. Tradisjonelt har dette blitt styrt gjennom ovenfra og ned-ledelse, som vil si at det har vært et tydelig hierarki, hvor beslutningene har blitt tatt blant øverste lederne. Den nye tilnærmingen er samhandling mellom alle aktørene i prosjektet, for å håndtere kompleksiteten på en bedre måte (Amundsen, 2017). Dette betyr at hele prosjektforløpet må planlegges grundigere enn tidligere, med fokus på å forstå funksjonenes avhengigheter og grensesnitt. Gjennom samarbeid og planlegging med alle relevante parter kan det tas strukturerte beslutninger knyttet til prosjektgjennomføringen, med hensyn til de ulike fagområdene (Amundsen, 2017).

Knotten trekker frem prosjektevaluering midtveis i prosjektet, som en suksessfaktor for prosjekteringsledelse (Knotten, 2017). Typisk gjennomføres slike evalueringer kun etter prosjektets ferdigstilling, men dette anses å ha liten effekt, da den spesifikke sammensetningen av aktører og arbeidsprosesser ofte kun vil gjelde for det ene prosjektet og dermed vil det heller ikke forbedre prosjektet. Av den grunn, bør det legges til rette for prosjektevalueringer midtveis i prosjektet som har som hensikt å forbedre prosjekteringen. På den måten kan prosjektets team og presentasjoner forbedres (Knotten, 2017). Et verktøy for evaluering av prosjekter kan for eksempel være bruk av presentasjonsmålinger eller KPI-er, som tar for seg ulike faser av prosjektet som prosjektering, bygging og testing. Ifølge Langlo, vil bruken av presentasjonsmålinger raskt vise områder for forbedring og gi en bekreftelse for iverksettelse av forbedringstiltak. I tillegg vil det bidra til å skape en kultur for forbedring og styrke virksomhetens evne til endring (Langlo, 2017).

Økende kompleksitet er erkjent som hovedårsaken til at prosjekter mislykkes i å oppnå sine mål om leveranser til rett tid, pris og kvalitet (Amundsen, 2017). For å løse denne utfordringen har systematisk ferdigstilling blitt fremhevet som en metode som skal bistå byggeprosjekter med å unngå feil og uoverensstemmelser (BA 2015, 2015).

2.2 Systematisk ferdigstilling

Som nevnt i kapittel 1.1, står bygg- og anleggsbransjen overfor den velkjente utfordringen med å bruke betydelige ressurser på å rette opp feil i prosjektering, utførelse eller produkter. Dette medfører en merkostnad for kunder og aktører, og er også et samfunnsøkonomisk problem (Galaasen, 2023). Ifølge Beste, vil bruken av systematisk ferdigstilling bidra til å løse noen av utfordringene byggebransjen står ovenfor, som f.eks. at et prosjekt fullføres innen gitte tids- og kostnadsrammer. I tillegg vil det føre til færre feil, som vil gi besparelser i form av ressursbruk og kostnadsoverskridelser, samt bedre kvalitet (Beste, 2020). Systematisk ferdigstilling er en prosess som begynner i oppstartsfasen av prosjektet og følges nøye gjennom prosjektering, bygging, overtakelse og drift. Sentrale aspekter av denne tilnærmingen inkluderer planlegging av prosjektering, gjennomføring, testing og drift av tekniske systemer på en kontrollert og feilfri måte (Holm et al., 2018).

Det viktigste elementet for å få til en god systematisk ferdigstilling prosess i et prosjekt, er å legge til rette for systematisk ferdigstilling allerede i planleggingsfasen. Ved å starte planleggingsprosessen tidlig, vil det være lettere å etablere beskrivelser og planer som støtter opp under systematisk ferdigstilling prosessen (Beste, 2020). De ulike beskrivelsene og planene som skal etableres er beskrevet i kapittel 2.2.2.

Veileder – Systematisk ferdigstilling, er et generisk dokument som kan benyttes i enhver byggeprosess, uavhengig av entreprisemodell eller kontraktsform. Den tar for seg når, hvordan og hvorfor arbeidet med systematisk ferdigstilling utføres, samt hva det er viktig å fokusere på. Målet er å fremme kontinuerlig forbedring ved å ha vedvarende oppmerksomhet på det endelige resultatet, samt riktig utførelse av oppgavene fra første stund (Johansen & Hoel, 2016).

Veilederen beskriver flere suksessfaktorer som et prosjekt kan oppnå ved å legge vekt på systematisk ferdigstillelse tidlig, og ved å kontinuerlig arbeide med prosessen gjennom prosjektets levetid.

- Feil oppdages før driftsfasen og rettes opp i tidligere
- Færre feil og bedre kvalitet på bygg og installasjoner
- Riktigere driftskostnader
- Mindre stress og konflikter i prosjektet og i bransjen
- Fornøyde brukere
- God sluttdokumentasjon

2.2.1 Ledelse, innholdskompetanse og systematikk

(Johansen & Hoel, 2016) nevner spesielt tre elementer i veilederen som må være til stede for å få størst utbytte av prosessen – ledelse, innholdskompetanse og systematikk.

Ledelse

Ledelsen spiller en kritisk rolle i implementeringen av systematisk ferdigstillelse i et prosjekt. Det krever et vedvarende fokus fra både byggherre og prosjektledelse gjennom hele prosjektets varighet. For å sikre en god systematisk ferdigstillelse prosess, må det etableres klare mål og strategier rettet mot planlegging og gjennomføring. Dette innebærer å legge til rette for og ta beslutninger som fremmer arbeidsprosesser som støtter opp under systematisk ferdigstillelse og holder prosessen i gang. Ledelsen må også definere tydelige roller og ansvarsområder og motivere alle deltakerne i prosjektet til kontinuerlig å engasjere seg i og tenke på systematisk ferdigstillelse (Johansen & Hoel, 2016). I tillegg er inkludering av systematisk ferdigstillelse i kontraktsavtaler og etablering av prosjektleder(e) for systematisk ferdigstillelse, viktige faktorer for å implementere og bygge opp en prosjektkultur for systematisk ferdigstillelse (Beste, 2020).

Innholdskompetanse

Uavhengig av fagfelt, er kompetanse en viktig faktor for å utføre et suksessfullt prosjekt. Med fokus på systematisk ferdigstillelse, er teknisk, kompliserte, byggeprosjekter avhengig av

personer som har kompetanse innenfor gode tekniske løsninger og funksjoner i et bygg, samt etablering av arbeidsprosesser for systematisk ferdigstilling.

Prosjektet er også avhengig av personer med sterk tverrfaglig kompetanse, for å kunne etablere tydelige og målbare krav til funksjonalitet, gode planer for testing og verifisering og gode tverrfaglige løsninger. Dette foregår gjennom planlagte aktiviteter mellom aktørene og fører til at prosjektet utarbeider riktige planer og krav. Resultatet blir et sluttprodukt som er verifisert og levert i henhold til forutsetninger og krav (Johansen & Hoel, 2016).

Systematikk

Veileder – Systematisk ferdigstilling, beskriver en klart definert systematikk som en kritisk suksessfaktor for et prosjekt som gjennomføres med systematisk ferdigstilling. Dette innebærer blant annet:

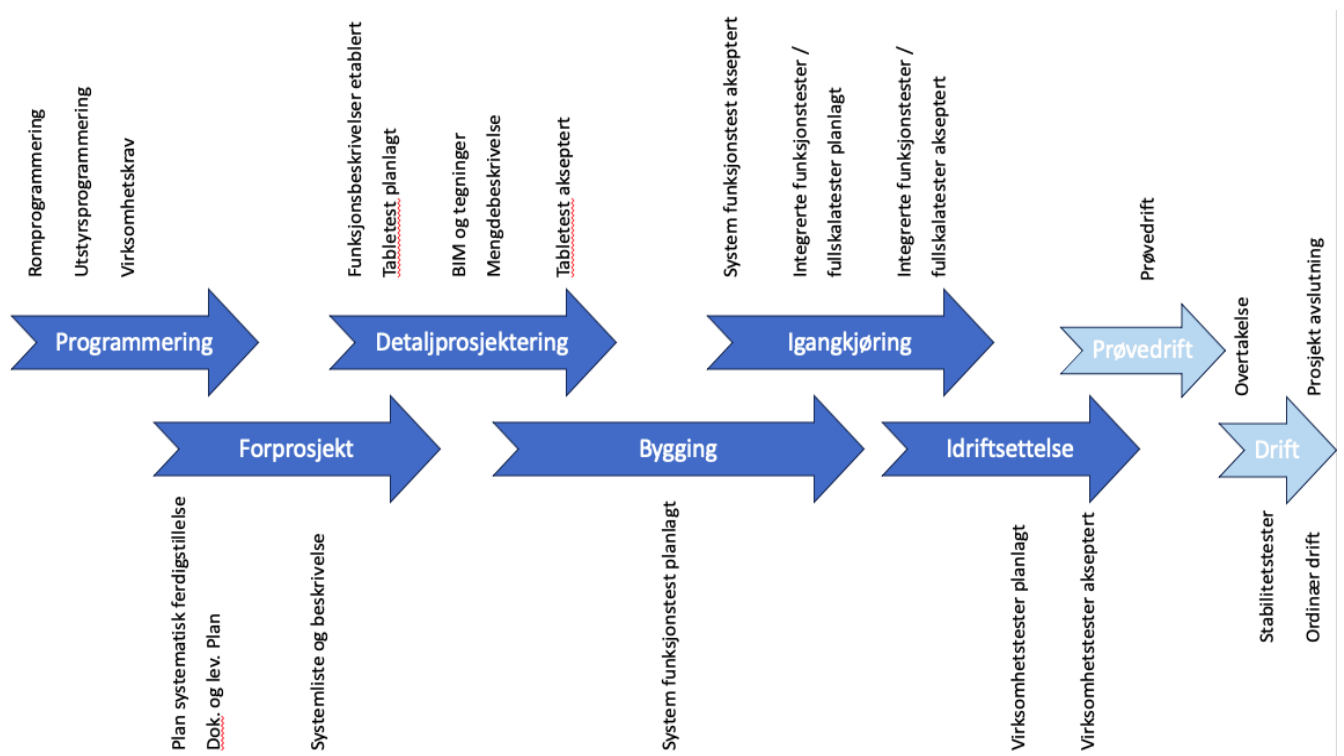
- Utarbeidelse av en plan for systematisk ferdigstilling ved oppstart av prosjektet.
- Etablering av; grensesnitthåndtering, tydelig krav til dokumentleveranser og kvalitetssikring av disse, gode beskrivelser av målbare funksjonelle krav for ulike systemer, testplaner og tidlig kontroll.
- Planlegging av opplæring for driftspersonell som en integrert del av systematisk ferdigstilling gjennom krav, testing og utbedring.

I tillegg må det suppleres med nødvendig verktøy for informasjonshåndtering, som bør tas i bruk allerede ved oppstart av prosjektet. Verktøyene bør inneholde krav, planer, registreringer, avvik, m.m. På denne måten sørges det for at informasjonsflyten mellom aktører ivaretas på en tydelig og effektiv måte (Johansen & Hoel, 2016).

Erfaringer fra tidligere prosjekter med systematisk ferdigstilling, viser at prosessen med å etablere de ovennevnte punktene må starte tidlig og at det må legges inn mer innsats i planleggingen. I tillegg må tidsbruken for forberedelser og utførelse av tester balanseres, slik at prosjektet oppnår mål for kvalitet og funksjonalitet, uten å føre til ineffektivitet eller unødige forsinkelser (Beste, 2020).

2.2.2 Gjennomføring av prosjekt med systematisk ferdigstillelse

Som tidligere nevnt, er systematisk ferdigstillelse en prosess som skal fokuseres på gjennom hele prosjektets levetid og dermed gjennom prosjektets ulike faser. Figur 2.2 nedenfor er en prosjektmodell som tar for seg de ulike fasene i et byggeprosjekt, samt diverse leveranser som må være på plass ved de ulike fasene. De ulike leveransene har en viktig funksjon når det kommer til systematisk ferdigstillelse. «Det er derfor viktig at den prinsipielle rekkefølgen blir fulgt og at leveransene har den nødvendige kvaliteten før en går videre med de neste leveransene.» (Johansen & Hoel, 2016).



Figur 2.2: Prosjektmodell for systematisk ferdigstillelse (egenprodusert, inspirert av Johansen & Hoel 2016)

Programmering

Programmeringen er en planleggingsfase ved prosjektets oppstart. Her bør det generelt brukes god tid på planlegging, og spesielt ved prosjekter med systematisk ferdigstillelse. Påvirkningsmulighetene reduseres utover i et prosjekt, mens kostnadene for endringer øker merkbart. Det er dermed mindre kostbart å gjøre vurderinger og endringer tidlig i prosjektet, enn i de senere fasene (Johansen & Hoel, 2016). I denne fasen skal det først og fremst kartlegges for hvordan anlegget/bygget skal brukes og driftes i fremtiden. Videre må diverse

funksjonsbeskrivelser utarbeides gjennom dokumenter som virksomhetskrav, rom- og utstyrsprogrammering. Det er ved programmeringen grunnlaget for virksomhetsproduktiviteten ligger. Dersom programmeringen ved prosjektoppstart er feil eller unøyaktig, kan prosjektet fortsatt være godt gjennomført, men med for lav virksomhetsproduktivitet (Johansen & Hoel, 2016).

Prosjektering

«Systematisk ferdigstillelse fokuserer på en dynamisk prosjektering, med hovedfokus på krevende tekniske grensesnitt og leveranser.» (Johansen & Hoel, 2016). Dette fører til et behov for å endre arbeidsform i prosjekteringsfasen. Blant annet tas det i bruk samtidig prosjektering og en agil tilnærming. Dette foregår gjennom arbeidsgrupper med ulike aktører som jobber sammen for å utarbeide gode tverrfaglige løsninger. Dette bryter med den tradisjonelle prosjekteringen, seriell prosjektering, hvor aktører gjennomfører hvert sitt arbeid som sendes frem og tilbake med revideringer (Johansen & Hoel, 2016).

Ved systematisk ferdigstillelse gjennomføres prosjekteringen som iterativ prosjektering. Det vil si at man kontinuerlig vurderer, justerer, kvalitetssikrer og produserer løsninger. Dette bidrar blant annet til at prosjekteringen tydeliggjør prosjekterendes krav til leveranse. Dermed kan entreprenørene levere riktig kvalitet og funksjonalitet, til riktig pris. På denne måten får byggherren en god oversikt over hva bygget skal inneholde (Johansen & Hoel, 2016).

Som nevnt over, har de ulike leveransene en viktig funksjon ved systematisk ferdigstillelse. Et prosjekt vil bestå av et antall varierende leveranser fra ulike leverandører. For å ha en oversikt over prosjekteringen og de kravene som stilles til leveranser, kvalitet og framdrift er det viktig at det utarbeides en rekke dokumenter (Johansen & Hoel, 2016):

1. Dokument- og leveranseplan:

Dokument- og leveranseplan skal beskrive alle dokumentene og leveransene som skal komme fra de prosjekterende. Det er viktig at det er et felles dokument, slik at alle har oversikt over hvilke dokumenter som påvirker hverandre.

2. Systemliste:

For å ha en oversikt over alle tekniske systemer som skal etableres i prosjektet, må de føres opp i systemlisten. Det kan være alt fra for eksempel aggregat, til heis og brannalarm. Dette er viktig for å forstå innholdet i prosjektet. Systemlisten angir blant annet hvor systemene er plassert og hvilket område i bygget de skal betjene.

3. Grensesnittmatrise:

En grensesnittmatrise er et dokument som tar for seg de tekniske grensesnittene mellom ulike fag. Det skal etableres et grensesnitt mellom ulike systemtyper, samt fastlegges hvilken aktør som er ansvarlig og hvordan grensesnittet skal håndteres.

4. Funksjonsbeskrivelse:

Funksjonsbeskrivelsene er blant de viktigste dokumentene som utarbeides i systematisk ferdigstilling. Den skal redegjøre for hvordan systemer styres og reguleres. Det danner grunnlaget for prosjekteringen, utførelsen og for testing og verifisering. Det vil være en iterativ prosess som utarbeides for alle systemer som har en funksjon (Johansen & Hoel, 2016).

5. Integrerte funksjonsbeskrivelser

De integrerte funksjonsbeskrivelsene skal beskrive hvordan alle systemene virker sammen.

6. Testplan

En plan utarbeidet av byggherre som tar for seg diverse systemer som må testes, samt rekkefølgen, hvem som er ansvarlig for planlegging og utførelse av testene og forutsetningene for gjennomføring av testene.

7. Testprosedyrer

Testprosedyrene baserer seg på de ovennevnte dokumentene og inneholder akseptanskriterier for godkjenning av testene.

Bygging

Ved prosjekter som gjennomføres på tradisjonell byggemetode, vil systematisk ferdigstillelse medføre en planlagt og dokumentert prosjektgjennomføring gjennom nødvendige kontroller underveis, samt en plan for avsluttende tester og verifisering. Dersom det oppstår for store avvik mellom krav og utførelse på et produkt, må prosjektet stanse arbeid som bygger videre på produktet. Det må på forhånd være beskrevet hvem som tar en slik en beslutning og hvordan prosjektet skal stanses (Johansen & Hoel, 2016).

Byggemetoden ved systematisk ferdigstillelse er basert på LEAN eller taktplanlegging. Det krever at prosjektet gjennomfører en omfattende planlegging av byggeprosessen og akseptansekriterier. Dette er beskrevet nærmere i kapittel 2.3.1. Hvordan et prosjekt utføres, bestemmes av kontraktene. Det er derfor viktig at kontraktene inneholder krav til systematisk ferdigstillelse. For prosjekter som skal ta i bruk systematisk ferdigstillelse, utarbeides det et dokument kalt «krav til plan for systematisk ferdigstillelse». Dette dokumentet tar for seg hvordan arbeidet med systematisk ferdigstillelse skal utføres i prosjektet (Johansen & Hoel, 2016).

Testing og verifisering

Til tross for at et byggeprosjekt er bygget etter norske eller internasjonale standarder, er det likevel nødvendig med testing og verifisering underveis. Dette kommer av at det gjøres mange feil som kvitteres som kvalitetssikret. Det prosjekteres løsninger hvor entreprenører er mer opptatt av egne forpliktelser og mindre opptatt av krav til riktig funksjonalitet. Mange av aktørene i bransjen har heller ikke den tilstrekkelige erfaringen til å gjennomføre tester på en måte hvor alle feil blir funnet. Bransjen har også en dårlig tradisjon med å bygge ferdig først og deretter kontrollere utførelsen. Noen prosjekter har løsninger som benyttes flere ganger og her er det viktig å teste utførelsen underveis, da det er svært kostbart å rette opp i feilene i etterkant (Johansen & Hoel, 2016).

Ved systematisk ferdigstillelse er det som nevnt et stort fokus på testing og verifisering. Det skal testes så mye så tidlig som mulig. For at testene skal gjennomføres som planlagt, må alle aktører få varsel på når det nærmer seg testgjennomføring. Ved gjennomføring av testene, skal den som har ansvaret sørge for at testprosedyren blir fulgt og at testrapporter utarbeides, samt beslutte om testresultatet er godkjent. I tillegg må det utarbeides en liste

over eventuelle feil og mangler (Johansen & Hoel, 2016). De ulike testene som gjennomføres er beskrevet i tabell 2 nedenfor.

Tabell 2: Diverse tester ved systematisk ferdigstilling (Johansen & Hoel, 2016)

Type test	Innebærer	Forutsetning
System funksjonstest	Test av systemet på byggeplass for å vurdere om de tekniske ytelsene opprettholder kravspesifikasjonene.	Det aktuelle systemet er ferdig og at forvaltning, drift og vedlikehold (FDV) for systemet er levert.
Integrerte tester	Test av to eller flere tekniske systemer for å dokumentere om samspillet mellom dem fungerer.	Systemene som inngår i testene er ferdigstilt og har bestått eventuelle påkrevde funksjonstester.
Fullskalatest	En test av alle sammenkoblede systemer i et bygg, som dokumenterer byggets funksjon.	Funksjonstester og integrerte tester må være gjennomført og bestått.
Stabilitets- og ytelsestest	Test av tekniske systemer for å dokumentere at de fungerer stabilt og yter som forutsatt i kravspesifikasjon.	Fullskalatest må være godkjent.
Virksomhetstest	Som fullskalatest, med alt av virksomhetenes utstyr.	Fullskalatest må være gjennomført og bestått.

Overlevering og drift

Ved gjennomføring av systematisk ferdigstilling, skal overføringen av prosjektet til driftsorganisasjonen håndteres på en effektiv måte. En god overleveringsprosess innebærer blant annet en forventningsavklaring, feil- og mangellister og FDV-dokumentasjon.

I forventningsavklaringen må det være samsvar mellom de funksjonene byggherren forventer å få overlevert og det som faktisk leveres. For diverse feil og mangler, må det settes en tidsfrist som holdes av prosjektet, slik at disse rettes opp før overlevering (Johansen & Hoel, 2016).

2.2.3 Andre viktige prinsipper

For å ha en god systematisk ferdigstilling prosess hvor ting gjøres riktig første gang, er det essensielt at prosjektet understøtter prinsipper og strategier som støtter opp under systematisk ferdigstilling. Eksempler på slike prinsipper er bruk av milepæler og KPI'er. Som nevnt i kapittel 2.1.1, vil bruken av presentasjonsmålinger i et prosjekt gi en bekreftelse for iverksettelse av forbedringstiltak. Det er ofte utfordrende å definere målbare milepæler i et prosjekt, men heller vanlig å ha milepæler for viktige hendelser som gjennomføring av tester (Johansen & Hoel, 2016). I veilederen nevnes blant annet disse KPI'ene:

1. Hvor stor andel av arbeid utført ble ferdigstilt og kvalitetssikret til riktig tid (montert, idriftsatt, systemtestet og integrert testet)?
2. I hvor stor andel av testene identifiseres feil som skulle vært funnet i egenkontroll før test?
3. Hvor stor andel av systemene har beskrevet en funksjon som ikke er riktig og som oppdages under testing?

Dette kan brukes til å gi en pekepinn i framdriften av prosjektet, til feil og manglutbedring og til å bevisstgjøre de ulike aktørenes forbedringsmuligheter i eget arbeid (Johansen & Hoel, 2016, s. 20).

2.3 LEAN

Som nevnt i kapittel 2.2.2, er byggemetoden ved systematisk ferdigstilling basert på LEAN-filosofien. LEAN er bredt begrep og kan tolkes på mange av ulike måter, men i byggebransjen tolkes ofte begrepet som blant annet flyt i byggeprosessen, kontinuerlig forbedring, fjerning av sløsing og verdiskaping (Holm et al., 2018). Tankesettet til Lean og prosessen systematisk ferdigstilling passer godt sammen, og det er dermed naturlig at Lean prosjektering er en del av systematisk ferdigstilling prosessen (Holm et al., 2018).

2.3.1 Lean bygging

Lean har de siste årene blitt et veldig populært tema i ulike bransjer. Det finnes mye litteratur om LEAN generelt og derfor vil ikke selve teorien utdypes nærmere her. Det skal derimot ses nærmere på de prinsippene innenfor LEAN prosjektering som også er en del av systematisk ferdigstilling. Lean bygging innebærer bruk av ulike metoder for å optimalisere byggeprosessen, forbedre effektiviteten og øke kvaliteten på byggeprosjekter (Koskela, 1992). Taktplanlegging, bakover-planlegging, trinnvis testing og kontinuerlig kvalitetssikring er blant de metodene som anvendes ved Lean bygging (Holm et al., 2018).

Taktplanlegging

Taktplanlegging handler om å identifisere de ulike aktivitetene som vil finne sted på byggeplassen, planlegge varigheten av disse og deretter oppstart for de ulike aktivitetene. I tillegg må man identifisere elementer som av erfaring skaper utfordringer og hvilke leveranser det tar lang tid å anskaffe. På den måten vil man ha best mulig oversikt over byggeprosjektet, slik at de ulike arbeidsoppgavene kan planlegges i riktig rekkefølge. Ved taktplanlegging deles et bygg opp i ulike kontrollområder basert på de arbeidsoppgavene som skal utføres. Dermed kan diverse fag arbeide hver for seg på sitt område, på samme tidspunkt i en planlagt tid. Når et fag er ferdig med sitt kontrollområde, kan neste fag påbegynne sitt arbeid på dette området. Dette er spesielt nyttig for byggeprosjekter med gjentakende arbeidsoppgaver (Holm et al., 2018).

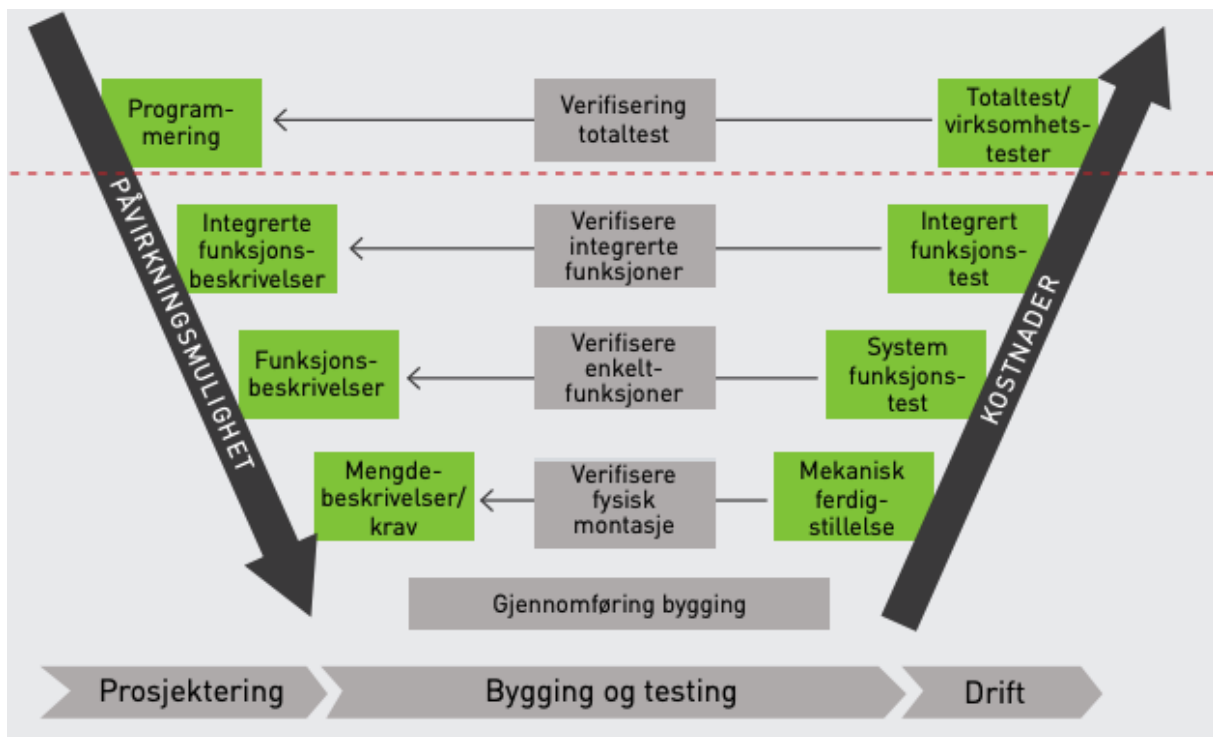
Ved å ta i bruk taktplanelegging vil byggeprosjekter få jevnere framdrift og bedre påvirkningsmuligheter. Blant annet vil det være mulig å forutse eventuelle avvik tidligere som også vil redusere risikoen for forsinkelser som følge av avvikene. Dette fører til at et prosjekt utføres med færre feil og bedre kvalitet, til en lavere pris (Johansen & Hoel, 2016).

Bakover-planlegging

En annen metodikk ved Lean bygging som også er en viktig del ved systematisk ferdigstillelse er bakover-planlegging. Bakover-planlegging omhandler som navnet tilsier å planlegge bakover, fra slutt til start. Ved å starte med det resultatet som ønskes for prosjektet, kan man jobbe seg bakover og planlegge arbeidet gjennom alle prosessene. Bakover-planlegging er nyttig for å etablere realistiske tidsrammer, i tillegg gir det en oversikt over viktige prosesser og en bedre forutsetning for taktplanleggingen (Lean Construction NO, 2024).

Trinnvis testing og kontinuerlig kvalitetssikring

Et av de viktigste prinsippene ved Lean-filosofien er kontinuerlig forbedring (Koskela, 1992). Uansett bransje skal det alltid fokuseres på kontinuerlig forbedring ved å identifisere områder for forbedring. Ved Lean bygging er man opptatt av kontinuerlig kvalitetssikring, og dette kan gjøres ved trinnvis testing som er et av hovedprinsippene ved systematisk ferdigstillelse (BA 2015, 2015). Kapittel 2.2.2 testing og verifisering, belyser viktigheten av tester og diverse tester som skal gjennomføres ved systematisk ferdigstillelse. Kontinuerlig kvalitetssikring gjennom trinnvis testing fører til at feil oppdages tidligere, slik at det er større påvirkningsmuligheter og lavere kostnader (Johansen & Hoel, 2016). Dette er illustrert i veilederen gjennom V-modellen vist nedenfor.



Figur 2.3: V-modell for bygge- og anleggsprosjekter (Johansen & Hoel, 2016)

Figur 2.3 viser at påvirkningsmulighetene i et prosjekt er større i en tidlig fase av prosjektet og reduseres gjennom prosjektets faser, mens for kostnadene er det derimot motsatt. Det er billigere å endre noe eller rette opp i en feil i en tidlig fase når påvirkningsmulighetene er store, enn i en slutfase hvor det meste er på plass og det er lite påvirkningsmuligheter. Slik figuren viser er det dermed viktig å begynne med testing og verifisering tidlig, gjennom utarbeidede dokumenter.

Det at feil kan oppdages og rettes opp i tidligere, til lavere kostnader, fører også til en reduksjon av sløsing av blant annet økonomi og ressurser. Dette er et viktig prinsipp i LEAN-filosofien som også er fordelaktig for de ulike aktørene i et prosjekt, samt et viktig tiltak for et bærekraftig bygg (Johansen & Hoel, 2016).

3 Metode

I dette kapitlet drøftes det blant annet om ulike forskningsmetoder, hvilke metoder som har blitt brukt for å besvare problemstillingen, og hvorfor disse har blitt brukt. Videre blir det gitt en forklaring på hvordan de ulike metodene har blitt brukt, og hvordan oppgaven og den innhentede dataen har blitt kvalitetssikret.

3.1 Undersøkellesdesign og forskningsmetoder

Ved vitenskapelig forskning på en studie finnes det flere framgangsmåter som kan tas i bruk, også kjent som undersøkelsesdesign.

Det skilles som regel mellom to undersøkelsesdesign, induktivt design og deduktivt design. Førstnevnte er en eksplorerende metode, hvor en søker etter ny kunnskap på områder det finnes lite forhåndskunnskap om. Deduktivt design handler derimot å bekrefte eller avkrefte antagelser på områder hvor det finnes mye forhåndskunnskap (Jacobsen, 2022).

De to vanligste metodene for forskning er kvalitativ og kvantitativ metode. Kvantitativ metode brukes ved innsamling og analyse av data, i form av tall. Innsamlingen skjer for eksempel gjennom målinger og kalkulasjoner som presenteres ved hjelp av tabeller eller grafer. Ved kvantitativ metode oppnås det en bredere forståelse av det aktuelle emnet, i motsetning til kvalitativ metode som gir dybdeforståelse. Kvalitativ metode brukes ved innsamling og analyse av data i form av tekst og dreier seg som regel om på personers meninger, hendelser og erfaringer. Informasjonen kan samles inn via intervjuer, spørreundersøkelser, observasjoner, osv. De nevnte forskningsmetodene utfyller hverandre og kan kombineres for å en best mulig forståelse av det som undersøkes. Metoden kalles for metodetriangulering eller blandet metode, og vil gi både bredde og dybde i forskningen. (Grønmo, 2023).

3.2 Valgt metode

Tematikken systematisk ferdigstillelse er som tidligere nevnt, et relativt nytt begrep med begrenset forskning. Det er et begrenset antall prosjekter som har tatt i bruk metodikken gjennom hele prosjektløpet. I tillegg finnes det prosjekter som tar i bruk metodikken i dag, men som ikke er ferdigstilt enda. Det finnes dermed begrenset med kunnskap og data rundt systematisk ferdigstillelse. Av den grunn, har det vært naturlig med induktiv tilnærming, med formål om å søke etter ny kunnskap og skape teori fra empiri.

Valget av metode styres ofte basert på problemstillingen (Jacobsen, 2022). Da tematikken var relativ fersk, skapte det også usikkerheter rundt mengden relevant og tilgjengelig data og kunnskap. Ifølge Jacobsen, er en som forsker på en studie friere til å endre retning på forskningen, ved å ta i bruk av kvalitativ metode (Jacobsen, 2022). For at det skulle være fleksibilitet for ny informasjon og best mulighet til å svare på problemstillingen, ble det derfor tatt i bruk kvalitativ metode. Dette har i etterkant vist seg å være fordelaktig, med tanke på dybdekunnskapen forfatter har tilegnet seg gjennom studie.

Ved bruk av kvalitativ metode har det blitt samlet inn informasjon med hovedvekt på semi-strukturerte intervjuer. I tillegg, har det i forkant av intervjuene blitt gjort litteratur-, dokument- og casestudie. Hvordan og hvorfor de ulike metodene har blitt brukt, er beskrevet nærmere i kapitlene 3.2.1 – 3.2.4.

3.2.1 Litteraturstudie

Med tanke på den begrensede forskningen innen systematisk ferdigstillelse, var det svært viktig å innhente informasjon for å gjennomføre studien. I forkant av alt annet arbeid med oppgaven, ble det derfor først utført en litteraturstudie for å innhente relevant kunnskap om systematisk ferdigstillelse. Her ble det sett på tidligere forskning og litteratur om tematikken. Dette var med på å sette det teoretiske rammeverket for oppgaven og problemstillingen rundt tematikken. Tabell 3 nedenfor viser en liste over litteratur som ble brukt for å tilegne seg kunnskap om systematisk ferdigstillelse.

Tabell 3: Liste over litteraturstudie

Tittel	Type litteratur	Forfatter(e)
Veileder – Systematisk ferdigstilling	Rapport/Veileder	Per Roger Johansen & Thor Ingebrit Hoel
Systematisk ferdigstilling i norske byggeprosjekter: Utfordringer, elementer for å lykkes og effekter	Masteroppgave fra NMBU	Emilie Løkting Johansen & Nina Vold Johansen
Systematisk ferdigstilling - Tilrettelegging for færre feil og mangler i byggeprosjekter	Masteroppgave fra NTNU	Frida Nilssen

3.2.2 Casestudie

En casestudie er en empirisk metode med formål om å utvikle kompetanse og helhetlig forståelse av det som studeres, og omfatter i utgangspunktet kun ett enkelt tilfelle (Espen, 2020). Da det var et ønske om å se nærmere på et prosjekt hvor systematisk ferdigstilling var tatt i bruk, var det naturlig at det ville bli gjennomført en casestudie. Oppgaven tok dermed utgangspunkt i byggeprosjektet Oslo storbylegevakt som hadde brukt systematisk ferdigstilling gjennom hele prosjektet. Som en følge av casestudie som ble gjort, ble det tildelt dokumenter fra byggeprosjektet og det ble dermed også gjort en dokumentstudie, beskrevet nærmere i kapittel 3.2.3. Casestudien baserte seg på kvalitativ tilnærming, ved å ha intervjuer med aktører fra byggeprosjektet. Resultatet fra casestudien er presentert i kapittel 4 og resultatet fra intervjuene er presentert i kapittel 5.

3.2.3 Dokumentstudie

I denne masteroppgaven har det blitt sett på byggeprosjektet Oslo Storbylegevakt, som har tatt i bruk systematisk ferdigstilling gjennom hele prosjektet. Ved oppstart av masterperioden var deler av byggeprosjektet overlevert til byggherre, mens resterende del ble overlevert 22. november. Under masterperioden var bygget i full gang med den siste fasen som inngår i systematisk ferdigstilling, prøvedrift. Med tanke på at byggeprosjektet nesten var ferdig, hadde de ulike aktørene noe data som var relevant for forskningen. For å få et større innblikk i byggeprosjektet og hvordan arbeidet med systematisk ferdigstilling var i prosjektet, ble det overlevert dokumenter som omhandlet systematisk ferdigstilling. Dette var med på å tilegne informasjon og data som var relevant for å få bedre forståelse av prosjektet og hvordan prosessen med systematisk ferdigstilling var utført gjennom de ulike fasene.

3.2.4 Intervju

Da det ikke var mye data om tematikken systematisk ferdigstilling, var intervjuer den viktigste metoden for å innsamle data til denne oppgaven. Det var derfor viktig å få mest mulig ut av intervjuene. Av den grunn, ble det gjort ansikt-til-ansikt intervju, som ifølge (Jacobsen, 2022) er den metoden som vil gi mest effekt og best respons.

I den forbindelse, ble det gjennomført åtte semi-strukturerte intervjuer med aktører som hadde diverse roller i byggeprosjektet på Oslo storbylegevakt. Det ble laget en intervju-guide som ble gitt ut til intervjuobjektene i forkant av intervjuene. På denne måten kunne informantene stille forberedt til samtalen, slik at samtalen fikk en bedre flyt. I tillegg var det fokus på å ha en åpen samtale og ikke være for lukket til spørsmålene, slik at intervjuobjektene fikk delt sine meninger og erfaringer med tematikken og prosjektet.

Et byggeprosjekt består av ulike aktører med ulike formål. For eksempel er entreprenørene opptatt av å bygge det som ønskes av byggherren, mens for byggherren er det viktig å få levert det som er ønsket, til dels uavhengig av hvordan det utføres.

Det var derfor klart på forhånd at ulike aktører ville ha ulikt syn på metodikken systematisk ferdigstilling. For å innhente ulike innfallsvinkler på tematikken, var det dermed viktig å få

intervjuet aktører med diverse roller. Samtidig måtte det også settes en begrensning for hvor mange som skulle intervjues, med tanke på tidsrammen for oppgaven og at dette var en tidskrevende metode. Tabell 4 nedenfor er en oversikt over de ulike informantene, deres rolle og varigheten på intervjuene.

Tabell 4: Oversikt over informanter

Intervjuobjekt	Selskap	Rolle & stilling	Varighet
# 1	Oslobygg KF	Byggherre – Prosjektleder	40 min
# 2	Oslobygg KF	Byggherre – Teknisk Prosjektleder	60 min
# 3	Skanska	Entreprenør – Teknisk produksjonsleder	45 min
# 4	Skanska	Entreprenør – Teknisk produksjonsleder	60 min
# 5	Skanska	Entreprenør – Teknisk prosjektleder	50 min
# 6	Oslobygg KF	Byggherre – Teknisk Prosjektleder	55 min
# 7	Skanska	Entreprenør – Teknisk produksjonsleder	50 min
# 8	Skanska	Entreprenør – Prosjektleder / Støtte funksjonær	40 min

Intervjuene begynte med en kort presentasjon om bakgrunn for intervjuet og problemstilling for oppgaven. For at intervjuer kunne ha fokus på samtalen istedenfor å måtte notere, samtykket intervjuobjektene til opptak av intervjuet. Det åpnet opp for en friere samtale mellom intervjuer og intervjuobjektene. Samtidig var det viktig for intervjuer å bruke intervjuguiden aktivt, for å sørge for at samtalen ikke gikk i en retning som var irrelevant for arbeidet. Det ga kontroll over at relevante spørsmål relatert til tema og problemstilling ble besvart.

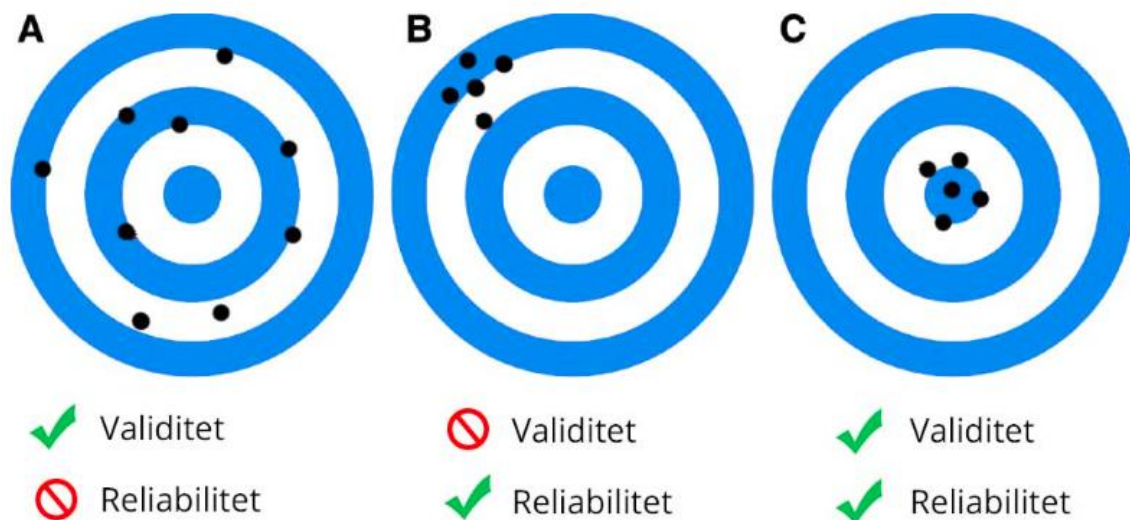
3.3 Kvalitetsvurdering

Med tanke på at systematisk ferdigstillelse var et nytt tema, var det spesielt nødvendig å være kritisk til kildene. Det ble derfor sett på som ekstra viktig å gjøre en grundig vurdering av kvaliteten på kildene. Vurderingen ble gjort ved å se på validitet, reliabilitet og generaliserbarhet.

3.3.1 Validitet, reliabilitet og generaliserbarhet

Validitet defineres som gyldighet og viser i hvilken grad man ut fra resultatene av et forsøk eller en studie kan trekke beslutninger som er relevante for problemstillingen som skal belyses (Dahlum, Svartdal, & Grønmo, 2021). Den viktigste og største delen av dataen i denne oppgaven ble innhentet gjennom intervjuene. Alle intervjuobjektene hadde tett tilknytning til prosjektet og hadde også kjennskap og erfaring med systematisk ferdigstillelse fra bygg- og anleggsprosjekter. Intervjuobjektene var derfor å anse som troverdige og at den innsamlede informasjonen i stor grad ville kunne benyttes til å trekke beslutninger som var relevante for problemstillingen. Kombinasjonen av intervjuer med ulike aktører fra prosjektet ga også en bredere forståelse av tematikken. Informasjonen fra intervjuene ble derfor ansett å ha høy grad av validitet.

Reliabilitet betegnes ofte i sammenheng med validitet og beskriver konsistens i målinger over tid. Det vil si at reliabiliteten uttrykker påliteligheten av den anskaffede dataen, ved å se om de samme målingene vil fremkomme ved seinere anledninger (Svartdal, 2020). Da de samme målingene ikke nødvendigvis kan gjentas under andre forhold, ble det på forhånd konkludert at den innsamlede dataen fra intervjuene ville ha høyere grad av validitet, enn reliabilitet. Reliabiliteten ble uansett ikke ansett som hensiktsmessig, da formålet med studien var å tilegne seg forståelse rundt intervjuobjektene oppfatninger og kunnskap, fremfor å generalisere funnene fra denne studien. For å allikevel vurdere reliabiliteten av den anskaffede informasjonen, ble de ulike intervjuene sammenlignet for å se om det var noe form for konsistens i svarene. I tillegg ble også den anskaffede informasjonen sammenlignet opp mot funn fra tidligere studier. Da det var et fokus på å få ulike aktørers perspektiv, var det en selvfølge at det ville være variasjon i svarene. De ulike aktørene var uansett i mer eller mindre grad like relevante for resultatet av problemstillingen. Figur 4 nedenfor er lagt til for å illustrere sammenhengen mellom validitet og reliabilitet.



Figur 4: Sammenhengen mellom validitet og reliabilitet (Analyseskolen, u.d.)

Generaliserbarhet eller overførbarhet, beskriver hvorvidt resultatet av en studie kan være gjeldene og relevant for andre studier innen samme tema (Grønmo, 2023). Overførbarhet kan dermed ses på i sammenheng med tidligere forskninger og kommende forskninger. Med tanke på at systematisk ferdigstillelse er et lite forsket tema og en metodikk som ikke er tatt i bruk i så mange prosjekter, er det vanskelig å generalisere funnene i denne studien. Noen av funnene fra denne studien kan allikevel generaliseres ut ifra teorien og resultater fra tidligere forskninger. Hovedformålet med denne studien var å bevisstgjøre oppfatningen og øke kunnskapsnivået rundt systematisk ferdigstillelse, ved å gi overføringsverdi til lignende prosjekter og studier. Derfor er det leseren av denne studien som må avgjøre om funnene kan generaliseres til fremtidige forskninger på systematisk ferdigstillelse.

4 Casebeskrivelse - Oslo storbylegevakt

Dette kapitlet omfatter en casestudie av byggeprosjektet som denne studien har valgt å fokusere på i sin masteroppgave. I tillegg til casestudie, vil også resultatene fra dokumentstudiene presenteres i dette kapitlet. Det vil bli gitt en beskrivelse av prosjektet, samt de viktigste funnene fra case- og dokumentstudie.



Figur 5: Oslo storbylegevakt (Siemens Healthcare AS, 2023).

I 2016 besluttet Oslo kommune i samarbeid med Oslo universitetssykehus å etablere et lokalsykehus samt Oslo storbylegevakt på Aker sykehus. Bygget var tiltenkt å være både en erstatning for den gamle legevakten i Oslo og en ortopedisk poliklinikk for OUS.

Oslo kommune er eier og byggherre for prosjektet, hvorav OUS leier omtrent 60 % av arealene. «Oslo storbylegevakt skal være et døgnåpent helse- og sosialtilbud med akutte legetjenester innen somatikk, psykiatri, rus, sosiale kriser og skader, samt ambulente legevaktstjenester. Det nye bygget på rundt 27 000 kvadratmeter skal kunne ta imot 330 000 pasienter årlig. Den største fordel er at pasientene nå slipper å bli henvist videre ved behov for bildediagnostiske undersøkelser og ortopedisk behandling, da alt ligger i ett og samme bygg.» (Siemens Healthcare AS, 2023).

Byggherren Oslobygg, startet forprosjektet allerede i våren 2017 sammen med prosjektledelsen fra Advansia, rådgivende ingeniør COWI, arkitektgruppen Nordic Office of Architecture og brukergruppen. Advansia hadde ansvaret for prosjektledelsen, planlegging, programmering og økonomistyring. Forprosjektet ble brukt til blant annet programmering, hvor prosjekteringsgruppen og brukerne kom fram til hvilke funksjoner bygget skulle ha og hvordan disse best kunne plasseres. Prosjektleder Tor Hoel i Advansia trekker frem programmeringen som en viktig suksessfaktor til prosjektet. «Det er et bygg som vi ikke har bygd før og det er komplekst med tanke på brukerprosesser og tekniske anlegg, men takket være programmeringen var vi veldig trygge på at dette var riktig prosjekt før vi kontraherte entreprenør.» (Sverdrup, 2023).

I årsskiftet 2018/2019 ble Skanska Norge kontrahert som totalentreprenør. Dette året ble satt av til samspill, samt riving av eksisterende bygg og annet forberedende arbeid på tomten. I samspillprosessen ble det skapt en kultur med respekt for prosess og samarbeid ved å bruke Lean-metodikk og lage en plan for Systematisk ferdigstilling. Skanska involverte også sine underentreprenører tidlig i samspillet, slik at alle løsninger kunne forankres i den beste fagkunnskapen på alle nivåer. Noe som er viktig for systematisk ferdigstilling (Sverdrup, 2023).

Tabell 5: Oversikt over diverse aktører ved Oslo storbylegevakt.

Rolle	Selskap
Byggherre	Oslobygg KF
Prosjektleder	Advansia
Totalentreprenør	Skanska Norge
Rådgivende ingeniør	COWI
Arkitekt	Nordic Office of Architecture

I dokumentet utarbeidet av Oslo kommune «Krav til plan for systematisk ferdigstilling», kommer det innledningsvis fram at arbeidet med ferdigstilling og testing i prosjektet skal baseres på kravene stilt i NS 3935, NS 6450 og BA-2015 veileder om systematisk ferdigstilling. «Hensikten med dette er å få klargjort i en tidlig fase hvilke prosesser for Systematisk ferdigstilling prosjektet skal forholde seg til, hvem som har ansvar for å sikre at

de ulike prosessene gjennomføres og at alle leveransene kvalitetssikres fra prosjekteringsfasen til driftsfasen.» Det fremgår også at det overordnede målet med systematisk ferdigstilling er: "at bygget skal være fullt testet og oppnå forventet kvalitet og funksjonalitet før overtakelse og igangsetting av prøvedrift". Målet er at byggets anlegg fungerer individuelt, som integrerte systemer og som en helhet i samsvar med lovpålagte rammebetingelser og kundens krav. Alle aktører i prosjektet er pålagt å følge prosessen for systematisk ferdigstilling.

Totalentreprenøren hadde det overordnede ansvaret for gjennomføringen av systematisk ferdigstilling for kontraktsarbeidene. Dette omfattet blant annet å definere aktiviteter samt fastsette varighet og rekkefølge på disse sammen med underentreprenørene. For å sikre at byggherrens interesser ble ivaretatt, hadde byggherren egne ITB-ansvarlige (Internkontroll av tekniske byggverksinstallasjoner) som skulle følge prosessene og sikre at alle prosedyrer ble fulgt og kvalitetssikret. Byggeprosjektet hadde oppstart i mars 2020 og varte i tre år, frem til overtakelse i april 2023. Allerede tidlig i 2022 var prosjektet i gang med de første testene, funksjons- og integrasjonstestene. Under disse testene ble systemer som ventilasjon, brannslukningssystemer, heis og diverse systemer testet av underentreprenørene. Disse testene foregikk i ett år og parallelt med disse testene ble det også gjennomført fullskalatester og ytelsestester, for å kontrollere at alle de tekniske systemene fungerte før overlevering i mai 2023. Overleveringen markerte den siste fasen som inngår i systematisk ferdigstilling, prøvedrift. Som navnet tilsier, omhandlet denne fasen om å prøve bygget før det skulle driftes. Det ble gitt opplæring av de byggetekniske systemene og diverse brukerutstyr ble mottatt. Etter at brukerutstyret var på plass og i gangkjørt, ble det utført virksomhetstester. 22. november var hele bygget i full drift.

Prosjektet hadde en kostnadsramme på 3,2 milliarder NOK, men havnet under styringsrammen på 2,9 milliarder NOK som ble satt før koronapandemi, krig og økning i priser. Dette kommer blant annet av samspillperioden, med god samhandling og en plan for ferdigstilling av prosjektet. I tillegg har prosjektet hatt lavere energiforbruk, mer gjenbruk og mer effektiv prosjektgjennomføring. «Når du har planlagt ordentlig, og du gjennomfører i henhold til plan, da påvirker det alt – tid, kvalitet, penger, sikkerhet, trivsel – alt.» (Sverdrup, 2023).

5 Resultat

I dette kapitlet presenteres datainnsamlingen fra åtte semi-strukturerte intervjuer. Resultatet er delt opp i fire deler og presenteres på en måte som gir et helhetlig bilde av intervjuene, med noen sitater fra intervjuobjekter som det menes er verdt å legge frem.

5.1 Oppfatning av systematisk ferdigstilling i prosjektet

Systematisk ferdigstilling er et begrep på lik linje med mange andre begreper i byggebransjen, som for eksempel LEAN. Det er et bredt tema med mange forskjellige definisjoner og oppfatninger, men kan i hovedsak ses på som en arbeidsmetodikk og et verktøy for hvordan et byggeprosjekt skal utføres. Systematisk ferdigstilling starter ved prosjektoppstart, og er en prosess som skal gå gjennom hele prosjektet, til og med etter drift. Slik mange vil tro fra navnet, handler det ikke kun om ferdigstilling eller en avsluttende test, men om veien dit gjennom prosjektmodellens faser, og gjennom oppgaver i de ulike fasene for de ulike aktørene. Som blant annet beskrivelse av ulike funksjoner, igangkjøring av teknisk utstyr/komponenter, testing og verifisering, samt dokumentasjon.

For noen av intervjuobjektene på entreprenør-siden, handlet systematisk ferdigstilling i stor grad om slutfasen og testing av det tekniske. Entreprenørene stod for utførelse og kontroll av alt det tekniske og at det faktisk ble testet. Da var det essensielt at det var avsatt nok tid til det. Det handlet om å ha full kontroll over det tekniske til rett tid og ved overlevering. Hvis systematisk ferdigstilling ble utført riktig, ville det gi kontroll over hva som skulle prosjekteres, testes og leveres, samt god tid til slutfasen. På byggherresiden ble systematisk ferdigstilling definert mer som en prosess gjennom prosjektets faser. Hvor det skulle jobbes systematisk for å beskrive kritiske funksjoner, avhengigheter og akseptkriterier i de ulike fasene. Det ga en mye mer forutsigbar prosess både for byggherre og entreprenør.

«Systematisk ferdigstilling fantes før også, men det ikke var noe navn på det. Etter at det kom på plass, har mange velsignet den ordningen og det har ført til at man snur på en kultur som ikke var så bra før.» (Intervjuobjekt #5).

Den kulturen intervjuobjekt 5 refererte til her var en kultur hvor det tidligere hadde vært for dårlig planlegging og tilrettelegging generelt og spesielt av slutfasen. Det som skiller systematisk ferdigstillelse mest fra den tradisjonelle prosjekteringsmetodikken, er den tidlige involveringen av alle parter og den tidlige planleggingen av de ulike fasene. En grundigere tilnærming anvendes for å klargjøre viktige prosesser og forventninger til leveranser, noe som sikrer bedre oversikt og kontroll for alle involverte parter.

Majoriteten av intervjuobjektene fra både byggherre- og entreprenørsiden, ga uttrykk for at noe av det viktigste for en god prosess med systematisk ferdigstillelse var en omforent forståelse av hva systematisk ferdigstillelse innebar. Byggherre hadde lagt fram systematisk ferdigstillelse som et kontrakts-krav i prosjektet og det samme hadde Skanska til sine underentreprenører. I samspillet lagde byggherre og entreprenørene sammen en plan for systematisk ferdigstillelse. De ble enige om å gjøre ting sammen, det skulle gjøres en gang og det skulle gjøres riktig. Allikevel erfarte flere av aktørene at det var misforståelser rundt bruken av systematisk ferdigstillelse. Byggherrene hadde en litt annen forventning og forståelse av systematisk ferdigstillelse enn det entreprenørene hadde. Dette er beskrevet nærmere i kapittel 5.4.

5.2 Effekter ved bruk av systematisk ferdigstillelse

Samtlige av intervjuobjektene nevnte forutsigbarhet, kontroll og trygghet som noen av de største positive effektene som følge av systematisk ferdigstillelse i prosjektet. Oslo storbylegevakt var et unikt prosjekt og noe liknende var ikke bygget før. Derfor var det spesielt viktig for byggherre at hele løpet var forutsigbart. Bruken av systematisk ferdigstillelse i prosjektet krevde at alle fasene i prosjektet ble planlagt tidlig og detaljert nøye. På denne måten bidro systematisk ferdigstillelse til en mer forutsigbar prosess gjennom prosjektet, spesielt i slutfasen.

Ved spørsmål om hvor viktig bruken av systematisk ferdigstillelse var for prosjektet, sa nesten alle intervjuobjektene at det ikke ville være mulig å få et så godt resultat uten metodikken og at det var «Alfa Omega».

«Ut ifra det jeg erfarte i dette prosjektet, så skjønner jeg ikke hvordan en som har ansvar for det tekniske tør å ikke ha et systematisk ferdigstillelses-system. Man har ikke kontroll på prosjektet uten å ha et system hvor dette er ivaretatt.» (Intervjuobjekt #4).

Som nevnt, krevde riktig bruk av systematisk ferdigstilling nøye detaljering av funksjoner, spesielt kritiske funksjoner, grensesnitt, testplaner, osv. Dette ga entreprenørene god kontroll over hva som til enhver tid skulle prosjekteres og at det som ble levert var godt nok testet og fungerte som beskrevet. For å sikre at det tekniske fungerte som forventet, var det avgjørende å starte de ulike testene så tidlig som mulig. Normalen i bransjen tidligere hadde vært å komme i gang med testene veldig seint eller når anlegget var levert. I tillegg ble også mye godkjent kun gjennom leverandørene sine egenkontroller. Det økte risikoen for at feil og mangler ikke ble funnet tidlig nok, som igjen gikk på bekostning av fremdrift og kostnader. I verstefall kunne dette føre til mer etterarbeid, samt fare for dagmulkt dersom fullskalatester ikke var gjennomført og godkjent i tide.

Ved bruk av systematisk ferdigstilling var det derimot vesentlig mindre oppretting av feil og mangler, da det ble testet mye mer og tidligere.

I prosjektet på legevakta ble testingen satt i gang ett år og tre måneder før overlevering. Det ble gjort nærmere 5600 funksjonstester og i over halvparten av disse testene ble det identifisert feil som skulle vært funnet i egenkontroll før test. Mange av disse feilene kunne ha blitt store feil dersom det ikke ble oppdaget. I tillegg til funksjonstestene, ble det gjort ca. 2100 integrasjonstester. Til slutt hadde svært få av systemene feil, og mange av entreprenørene hadde ikke opplevd fullskalatester som hadde så bra utslag. Dette ga også et bygg med mye bedre kvalitet, enn det ville gjort hvis det ikke ble brukt systematisk ferdigstilling. «Systematisk ferdigstilling medfølger noen krav som løfter kvaliteten på det som bygges.» (Intervjuobjekt #6).

En annen fordel som nevnes er all dokumentasjonen som legges til grunn ved testingen. Alle godkjente tester ble dokumentert og brukt til å rapportere fremdrift i prosjektet. Det ga byggherre oversikt over framdriften og hvordan prosjektet lå an med tanke på diverse milepæler. I prosjektet på legevakta hadde Skanska utviklet sitt eget program for å planlegge og dokumentere testene. Dette verktøyet var også tilgjengelig for byggherre slik at byggherre også kunne følge med. Dokumentasjonen hadde også den fordel at det i etterkant var

bevis for det som var gjort og overlevet. Det fører til at det blir mindre reklamasjonssaker i etterkant.

Når det kommer til negative effekter ved bruk systematisk ferdigstillelse, var alle intervjuobjektene enig i at metodikken ikke hadde noen direkte ulemper. Det ble derimot nevnt at bruken av systematisk ferdigstillelse krevde mer tid i form av planlegging og administrativt arbeid. Det tok veldig mye tid i å beskrive testene, sette de opp og få de gjennomført, samt dokumentert. Systematisk ferdigstillelse krevde mye tid fra entreprenørene i slutfasen, men var verdt tiden for å ha kontroll på at bygget fungerte som beskrevet.

Intervjuobjekt #6 er den eneste som nevner at systematisk ferdigstillelse muligens er dyrere i form av administrasjon, men at det på den andre siden kan koste mer ved å ikke ta det i bruk. «Ved å ikke ta i bruk systematisk ferdigstillelse blir hele prosjektet mindre planlagt og mer tilfeldig. Det fører til at det brukes mye tid i slutfasen på en armer og bein prosess, og at feil overses. Disse feilene blir mye dyrere å utbedre i en sein fase.» (Intervjuobjekt #6)

Det ble også nevnt at systematisk ferdigstillelse kunne føre til ulemper eller utfordringer dersom det ikke var en god nok forståelse av prosessen og verdien det medførte.

5.3 Suksessfaktorer

«Systematisk ferdigstillelse er et fint verktøy, men det vil ikke være til noe nytte hvis prosjektet ikke har de riktige ressursene og menneskene til å bruke det.» (Intervjuobjekt #1).

Gjennom intervjuene kom det fram at fokus på systematisk ferdigstillelse fra både entreprenør- og byggherresiden var en viktig suksessfaktor for prosessen med systematisk ferdigstillelse. Byggherren hadde som nevnt satt systematisk ferdigstillelse som et krav i kontrakten og det samme hadde entreprenørene gjort til sine underentreprenører. Det skapte tidlig et fokus på bruken av systematisk ferdigstillelse.

I tillegg ble det også nevnt at det var satt av nok ressurser til å kunne utføre en god systematisk ferdigstillelse prosess. Byggherren stilte med egne folk som hadde ansvaret for oppfølging av systematisk ferdigstillelse. På denne måten kunne entreprenørene og byggherren sammen diskutere og komme frem til en enighet med tanke på arbeidsprosesser som støttet opp under systematisk ferdigstillelse. Dette nevnte noen av intervjuobjektene fra

entreprenørsiden som en viktig suksessfaktor. Intervjuobjektene nevnte også at det i prosjektet var anleggsledere og prosjektledere med god kompetanse, som la gode planer og sørget for en bra systematisk ferdigstillelse prosess. For underentreprenørene var det ganske nytt å følge prosessen med systematisk ferdigstillelse gjennom hele prosjektet. Det var ikke vanlig for dem å måtte levere så mye så tidlig, som f.eks. funksjonsbeskrivelser og testplaner, men på slutten av prosjektet sa de selv at de ikke hadde klart seg uten systematisk ferdigstillelse.

Skanska hadde som nevnt utviklet sitt eget program kalt DSF, «Digital Systematisk Ferdigstillelse». Det var et ganske nytt verktøy som visualiserte og systematiserte ferdigstillelse på en svært oversiktlig måte, ved å legge til rette for samhandling mellom de tekniske fagene, deres avhengigheter og integrasjoner på en enklere måte enn tidligere. Det ga et godt visuelt oversiktsbilde over prosjektets status, noe som var veldig viktig for dette prosjektet med tanke på kompleksiteten og mengden tekniske installasjoner. Dette førte også til at det var større muligheter til å påvirke prosessen i større grad enn før. Alle testene ble lagt til i programmet hvor de ble planlagt og dokumentert ettersom de ble gjennomført. Skanska brukte også dette verktøyet til å rapportere framdriften i prosjektet til byggherren. For entreprenørene var dette programmet svært viktig, da det var et ganske komplekst prosjekt med en god del tester som skulle utføres. Flere av intervjuobjektene ga derfor inntrykk for at det var viktig med et slikt verktøy for å ha kontroll på prosjektet og spesielt med tanke på systematisk ferdigstillelse.

5.4 Forbedringsmuligheter

Flere av intervjuobjektene nevnte at prosessen med planleggingen av systematisk ferdigstillelse burde ha kommet tidligere i gang, for å få en bedre prosess med systematisk ferdigstillelse. Som nevnt, ble det lagt en plan for systematisk ferdigstillelse allerede i samspillet, men det ble videre ikke tatt godt nok tak i det tidlig. I noen av intervjuene ble det nevnt at det tidlig i prosessen burde vært en forventningsavklaring av begreper og forståelse rundt systematisk ferdigstillelse og hva de ulike prosessene innebærer. Det ble også nevnt at det på generell basis er mangel på kunnskap og forståelse rundt metodikken og verdien det gir. Av den grunn, foreslo flere av intervjuobjektene at det utenom prosjektet burde brukes

ressurser på å øke kunnskapsnivået og bevisstheten rundt systematisk ferdigstillelse og fordelene ved bruken. Det ville gjøre det lettere å implementere systematisk ferdigstillelse og få til en bedre prosess i prosjektet som var og i kommende prosjekter. «For fremtidige prosjekter burde det stilles kontrakts krav fra både byggherre og entreprenør om bruk av systematisk ferdigstillelse, slik det er gjort i dette prosjektet. I tillegg bør det gis opplæring i regi av byggherre, hvor for eksempel det som står i veilederen blir presentert.»

(Intervjuobjekt #3)

Intervjuobjekt #2 foreslo at det burde vært en workshop i prosjektet for å øke kompetansen og forståelsen rundt systematisk ferdigstillelse og hvordan diverse ting som testing og rapportering skulle utføres. Intervjuobjekt #2 forklarte også at tidslinjen i veilederen som henholdsvis er illustrert i figur 2.2, var litt for overordnet og at alt ikke skjedde helt i den rekkefølgen.

Blant flere av entreprenørene ble det også nevnt at planleggingen av diverse tester og hva som skulle testes kunne ha kommet i gang tidligere, og at de i tillegg kunne vært strengere mot underentreprenørene med tanke på tidsfrister for ferdigstillelse av systemer. Av naturlige årsaker som sykdom ble noen av underentreprenørene forsinket i arbeidet sitt. Noe som førte til at Skanska måtte gjøre mer arbeid enn planlagt for å holde fremdriften etter planen. Det førte til at Skanska testet mye mer enn de egentlig skulle, men dette ga også Skanska som totalentreprenør kontroll og sikkerhet på at diverse systemer fungerte slik det skulle. Det ble en litt mer hektisk slutfase enn det som var tiltenkt, men allikevel var den mer kontrollerbar og ikke så hektisk som den hadde vært, hvis systematisk ferdigstillelse ikke hadde blitt tatt i bruk.

Det digitale verktøyet DSF, var et svært viktig verktøy for entreprenørene for å ha oversikt over prosjektets status og framdrift. Som nevnt, hadde byggherre full tilgang til dette verktøyet og det var også slik entreprenørene rapporterte framdriften i prosjektet. Byggherrene ga derimot uttrykk for at rapportene kunne være for detaljerte og vanskelige å tolke med tanke på rapportering av framdrift videre i systemet. Rapportene de fikk kunne for eksempel vise hvor mange funksjons- og integrasjonstester som var gjort. Byggherrene ønsket derimot rapportene i en annen format, hvor det f.eks. ble sagt noe om de testene som ikke var godkjente eller som ikke var utført, og om hvordan dette ville påvirke prosessen.

Rapportene de derimot fikk var mer kvantifiserte. Med andre ord, var det noe uenigheter eller misforståelser i hvordan entreprenørene skulle rapportere framdriften. Til å begynne med, visste byggherre derfor ikke hvordan slutfasen lå an, før Skanska endret måten de rapporterte framdriften på. I etterkant av prosjektet har flere av intervjuobjektene sagt at dette burde vært bedre planlagt før prosjektering.

6 Diskusjon

I dette kapitlet vil litteraturen fra teorikapitlet diskuteres opp mot funnene som fremlegges i resultatkapitlet. Bakgrunnen for diskusjonen er problemstillingen og forskningsspørsmålet som ble presentert i kapittel 1.

6.1 Oppfatning av systematisk ferdigstillelse i prosjektet

Gjennom intervjuene med intervjuobjektene har denne studien fått en bekreftelse av problemstillingen. Det er fortsatt noe usikkerhet og misforståelser ved bruk av systematisk ferdigstillelse og hva det innebærer. På den andre siden, viser det seg at metodikken tas mer i bruk nå, enn da veilederen først ble utgitt. Som teorien nevner, er systematisk ferdigstillelse en prosess som starter allerede i oppstartsfasen og som skal foregå gjennom alle prosjektets faser (Johansen & Hoel, 2016). Gjennom intervjuene har det derimot blitt dannet et inntrykk av at flere av aktørene fra entreprenørsiden vektlegger systematisk ferdigstillelse som et verktøy for sluttfasen og testing. Samtidig er det også noen av entreprenørene som ser på systematisk ferdigstillelse som det det er. En prosess med ulike arbeidsoppgaver gjennom alle fasene i et prosjekt, som skal gi en sikkerhet for at et prosjekt oppfyller alle funksjonskrav innenfor gitte tids-, kostnads- og kvalitetskrav (Johansen & Hoel, 2016). På byggherre-siden, er det en god forståelse av hva systematisk ferdigstillelse er. De oppfatter metodikken slik Johansen & Hoel (2016) beskriver den.

Med andre ord, er det en todelt oppfatning i prosjektet om hva systematisk ferdigstillelse innebærer, men majoriteten av intervjuobjektene forstår metodikken slik den er. Når det kommer til kompetansen av systematisk ferdigstillelse blant aktørene i prosjektet, har de fleste av intervjuobjektene god kompetanse rundt metodikken og har også noe erfaring med metodikken fra før. I tillegg har intervjuobjektene vært innforstått med viktigheten av systematisk ferdigstillelse og hatt god holdning og oppfatning til bruken av metodikken. Positive holdninger til metodikken fra alle aktører, fremmer samarbeid og gjør det lettere å etablere mål og strategier for planlegging og gjennomføring av systematisk ferdigstillelse (Beste, 2020). Dette oppleves også på prosjektet som er studert.

Innledningsvis i resultatkapittelet, belyses det hvordan praksisen av systematisk ferdigstillelse fantes før også, men at fokuset på denne metodikken har økt betydelig etter utgivelsen av veilederen. Samtidig, anerkjenner flere av intervjuobjektene viktigheten av tidlig planlegging og det resultatet det medfører seinere i prosjektet. Dette bekrefter Amundsens (2017) påstand om at planlegging er en suksessfaktor for prosjekteringsledelse, Knottens (2017) argument om den økende viktigheten av prosjekteringsledelse i tidlige faser, samt Hansens (2017) påpekning av den langvarige verdien som oppnås gjennom grundig tidligfase arbeid. Videre viser det seg at det er spesielt nytt for underentreprenørene å engasjere seg i systematisk ferdigstillelse fra et tidlig stadium, men at de gjennom dette prosjektet har innsett nytten av det. Dette indikerer et skifte i bransjen der den utvidede anvendelsen av systematisk ferdigstillelse kan lede til forbedret effektivitet og kvalitet i gjennomføringen av byggeprosjekter (Johansen & Hoel, 2016).

6.2 Effekter ved bruk av systematisk ferdigstillelse

Problemstillingen i denne oppgaven tar i tillegg til usikkerhetene rundt systematisk ferdigstillelse, hensyn til usikkerhetene rundt gevinstene ved bruk av metodikken. Gjennom intervjuene med de ulike aktørene, har det vist seg at det ikke er noen usikkerheter rundt gevinstene systematisk ferdigstillelse gir. Alle intervjuobjektene har et positivt syn til metodikken og at det er helt nødvendig med metodikken for å få det sluttresultatet prosjektet har fått. Punktene nedenfor er blant noen av fordelene ved riktig utførelse av systematisk ferdigstillelse, som blir nevnt i veilederen (Johansen & Hoel, 2016):

- Feil oppdages før driftsfasen og rettes opp i tidligere
- Færre feil og bedre kvalitet på bygg og installasjoner
- Mindre stress og konflikter i prosjektet og i bransjen
- Fornøyde brukere
- God sluttokumentasjon

Fordelene som nevnes flest ganger i intervjuene er forutsigbarhet, kontroll og trygghet. Disse kan sammenlignes opp mot fordelene som er listet opp ovenfor.

Som en følge av systematisk ferdigstilling i prosjektet, blir det brukt mer tid på slutfasen og planlegging og utføring av tester. Det fører til at feil blir oppdaget før driftsfasen og blir rettet opp i tidligere, i tillegg gir det bedre kvalitet på bygg og installasjoner, enn dersom systematisk ferdigstilling ikke blir ivaretatt (Beste, 2020). Dette bidrar til å gi entreprenørene bedre kontroll på at de leverer i henhold til beskrivelsene, byggherren en større grad av trygghet på at det som mottas oppfylder kravene, og ikke minst fornøye brukere.

Den nøye planleggingen av de ulike fasene fører til at de ulike aktørene av prosjektet til enhver tid vet hva som skal foregå. Dermed blir hele prosjektløpet mer forutsigbart for både entreprenører og byggherre, noe som gir mindre stress og konflikter i prosjektet. Som entreprenørene i intervjuene nevner, blir det gjort en god del tester som blir dokumentert. Dermed har også entreprenørene god sluttdokumentasjon på det de overleverer. Med andre ord, kan fordelene som nevnes av Johansen & Hoel (2016) bekreftes gjennom resultatene i denne studien.

Gjennom litteraturstudie kommer det fram i både veileder «Systematisk ferdigstilling» og masteroppgavene at riktig bruk av systematisk ferdigstilling vil gi færre kostnadsoverskridelser og riktigere driftskostnader (Johansen & Hoel, 2016). Dette er derimot ikke noe som nevnes under intervjuene. Ved spørsmål om økonomiske effekter som en følge av metodikken, forklarer flere av intervjuobjektene at det er vanskelig å måle eller tallfeste det. I tillegg er det heller ikke noe å sammenligne prosjektet opp mot. For å kunne belyse de økonomiske effektene på en mest riktig måte, må det bygges to helt identiske bygg med de samme ressursene, hvor det ene tar i bruk systematisk ferdigstilling og det andre ikke. Det blir derimot nevnt at det vil brukes mer ressurser på oppretting av feil, dersom systematisk ferdigstilling ikke blir brukt. Dette fremhever Beste (2020) og Johansen & Hoel (2016) sine påstander om at anvendelsen av systematisk ferdigstilling reduserer antallet feil, noe som fører til besparelser i både ressursbruk og kostnadsoverskridelser. Med andre ord, kan det tolkes som at systematisk ferdigstilling også gir positive økonomiske effekter i prosjektet, men i hvor stor grad er det vanskelig å si noe om.

Som nevnt i kapittel fire, hadde prosjektet en kostnadsramme på 3,2 milliarder NOK, men havnet under styringsrammen på 2,9 milliarder NOK. Allikevel er det ingen av

intervjuobjektene som kan si sikkert at dette kommer som en effekt av systematisk ferdigstillelse alene.

I kapittel 5.2 presenteres intervjuobjekt #6 påstand at systematisk ferdigstillelse muligens er dyrere i form av administrativt arbeid. Derfor svarer også vedkommende på spørsmål om økonomiske effekter ved bruk av systematisk ferdigstillelse, at det er et kostnadsspørsmål og at det alltid må gjøres en vurdering for om bruken av metodikken vil gi merverdi, med tanke på den innsatsen som må legges inn tidlig. På den andre siden, viser Olsen (2019) at god tidligfase vil gi langsiktig verdi for prosjektet. Intervjuobjekt #6 forklarer at bakgrunnen for svaret er at det tar mye lenger tid med tanke på planlegging i samspillsfasen og en lenger slutfase, noe flere av intervjuobjektene også gir uttrykk for. Dette koster også ressurser og derfor må det gjøres en vurdering om det er lønnsomt. Dette kan også være grunnen til at intervjuobjektene ikke kan si noe sikkert om de økonomiske effektene ved bruk av systematisk ferdigstillelse. På den andre siden, er det ikke noe tvil om at det vil bli brukt mer ressurser på oppretting av feil i en seinere fase, dersom systematisk ferdigstillelse ikke blir brukt (Johansen & Hoel, 2016). Samtidig krever uansett et godt gjennomført prosjekt god planlegging i tidligfase, uavhengig av prosjektmetodikken som brukes (Amundsen, 2017).

6.3 Suksessfaktorer

Kalsaas (2017) understreker at god prosjekteringsledelse av komplekse prosjekter handler om kunnskap, struktur og gjennomføringsevne. Det krever stabile team, tydelig organisering og rollefordeling. I lys av dette, har prosjektet på Oslo storbylegevakt, som involverte mange forskjellige aktører, hatt god samhandling og forståelse mellom deltakerne for å håndtere kompleksiteten. I stedet for tradisjonell topp-down ledelse, hvor beslutninger hovedsakelig blir tatt av ledelsen (Amundsen, 2017). Ved å i tillegg benytte seg av hovedelementene ved systematisk ferdigstillelse; innholdskompetanse, ledelse og systematikk, bidrar dette til å håndtere kompleksiteten i prosjektet.

I teorien fremheves innholdskompetanse som en av tre hovedelementer for størst utbytte av systematisk ferdigstillelse. Johansen & Hoel (2016) påpeker at byggeprosjekter med kompliserte, integrerte, tekniske bygginstallasjoner som skal ta i bruk systematisk

ferdigstillelse, er avhengig av personer med solid tverrfaglig kompetanse for tekniske løsninger og funksjoner i ett bygg. Prosjektet Oslo storbylegevakt, var et komplisert byggeprosjekt med en god del tekniske bygginstallasjoner. På entreprenør-siden var det fire tekniske produksjonsledere som hadde ansvar for hvert sitt fag. I tillegg stilte også byggherren med sine tekniske prosjektledere og sammen med andre relevante aktører etablerte de blant annet:

- Funksjonsbeskrivelser
- Arbeidsprosesser for systematisk ferdigstillelse
- Planer for testing og verifisering

De fleste aktørene har hatt god erfaring med systematisk ferdigstillelse fra tidligere. Med andre ord, har det vært relativt god kompetanse på prosjektet. Noe som har ført til at prosjektet har utarbeidet riktige planer og krav, og skapt gode tverrfaglige løsninger for bygget og dets funksjoner. Som nevnt i kapittel 5.3 har dette vist seg å være en viktig suksessfaktor og dette bekrefter også Johansen & Hoel (2016) sin påstand om at innholdskompetanse er et hovedelement for optimalt utbytte av prosessen. Som følge av god innholdskompetanse, har prosjektet klart å etablere nødvendige beskrivelser og planer. Noe som har ført til en god systematisk ferdigstillellesprosess gjennom hele prosjektet.

I tillegg til innholdskompetanse, blir også ledelse nevnt som en av hovedelementene for størst utbytte av systematisk ferdigstillelse (Johansen & Hoel, 2016). Teorien understreker at ledelsen har et stort ansvar for å implementere systematisk ferdigstillelse i prosjektet og at det krever at både byggherre og prosjektledelsen har fokus på det fra start til slutt (Johansen & Hoel, 2016). Systematisk ferdigstillelse var nytt for noen av aktørene og dette førte til en endring i deres arbeidsmåte. Derfor fremmer Kotter (1995) viktigheten av at det skapes en følelse av nødvendighet samt forståelse for endring, som en viktig faktor for å gjennomføre en endring. I prosjektet som var, ble det som nevnt lagt fram et krav fra byggherre at systematisk ferdigstillelse skulle være med og dette har skapt nødvendigheten av endring. Inkludering av systematisk ferdigstillelse i kontraktsavtaler, anses også som en viktig faktor for å implementere og bygge opp en prosjektkultur for systematisk ferdigstillelse (Beste, 2020). Samtidig har de fleste av aktørene hatt forståelse for bruken av metodikken. Videre

forklarer Kotter (1995) at det må skapes en forankring i organisasjonen, ved å utvikle en strategi som følges opp av ledelsen. Dette fikk prosjektledelsen godt til i prosjektet, ved å utarbeide en plan for systematisk ferdigstillelse som ble fulgt opp gjennom hele prosjektet.

Litteraturen forklarer også at det er viktig at byggherrene har egne folk som har ansvaret for systematisk ferdigstillelse og at ansvaret ikke ligger hos entreprenørene (Johansen & Hoel, 2016). Galaasen (2023) forklarer at det finnes prosjekter hvor systematisk ferdigstillelse blir lagt fram som et krav fra byggherre, men at det ikke følges opp av byggherre eller prosjektledelsen. Da står entreprenørene mer fritt til å gjøre som de vil, noe som kan resultere i at prosjektet ikke får en god prosess med systematisk ferdigstillelse, eller at det ikke blir fokusert nok på det. I dette prosjektet derimot, har entreprenørene selv vært opptatt av systematisk ferdigstillelse. Gjennom intervjuene gir de tydelig uttrykk for viktigheten av å etablere prosjektleder(e) for systematisk ferdigstillelse på byggherre-siden, som en viktig faktor for å implementere og bygge opp en prosjektkultur for systematisk ferdigstillelse. Dette fremheves også som en sentral årsak til at prosjektet har oppnådd en vellykket prosess med systematisk ferdigstillelse. Dette understreker og gir ytterligere vekt til Beste (2020) sitt funn om at etablering av dedikerte prosjektledere for systematisk ferdigstillelse er en suksessfaktor for å implementere metodikken i et prosjekt. Det bekrefter også Johansen & Hoel (2016) og Kotter (1995) sin teori om ansvaret ledelsen har generelt og med oppfølging, for å lykkes med endring i prosjekt.

Et prosjekt som skal ta i bruk systematisk ferdigstillelse, må suppleres med nødvendig verktøy for å håndtere informasjon, som planer, tester, avvik, osv. Dette vil sørge for at informasjonsflyten mellom aktørene i prosjektet ivaretas på en tydelig og effektiv måte (Johansen & Hoel, 2016). Som nevnt i kapittel 5.4 hadde Skanska et verktøy for nettopp dette. Selv om byggherren ønsket at prosjektets rapportering ble gjort i et annet format, har det vist seg at verktøyet var avgjørende for entreprenørenes muligheter til å opprettholde solid oversikt over prosjektet, spesielt når det gjelder rapportering av fremdriften, samt planlegging og dokumentasjon av ulike tester. Intervjuobjekt #7 bemerket at mens tekniske installasjoner tidligere utgjorde 10 % av et byggs samlede innhold, utgjør de nå nærmere 30 %. Det vil si at det også må testes mye mer enn før, for å sørge for at de tekniske funksjonene er som beskrevet. Når det skal testes så mye, er det derfor viktig med et slikt verktøy for å

kunne håndtere så store mengder informasjon. I lys av resultatet som er presentert, kan Johansen & Hoel (2016) sin forklaring om viktigheten av et verktøy for informasjonshåndtering, bekreftes.

6.4 Forbedringsmuligheter

Det siste hovedelementet for størst utbytte av systematisk ferdigstilling som nevnes er systematikk. Det innebærer at det utarbeides en plan for systematisk ferdigstilling ved oppstart av prosjektet og at det etableres diverse dokumenter som funksjonsbeskrivelser og testplaner (Johansen & Hoel, 2016). Som nevnt i resultatkapittelet, sier flere av intervjuobjektene at disse beskrivelsene kunne vært utarbeidet tidligere. Dette førte ikke til noen ulemper eller forsinkelser for selve prosessen, men kunne vært med å bedre prosessen, dersom dokumentene hadde vært på plass tidligere. Dette bekrefter erfaringene fra tidligere prosjekter med systematisk ferdigstilling, som også uttrykker at det må legges inn mer innsats i planleggingen og etableringen av diverse beskrivelser og planer (Beste, 2020). Årsaken til hvorfor de ulike dokumentene ikke ble utarbeidet tidligere er ikke helt kjent. Det blir derimot nevnt av et intervjuobjekt at noen av funksjonsbeskrivelsene for elektro-faget har vært vanskelig å utarbeide. Dette bekrefter også Knotten (2017) sin teori om at de tidlige fasene er mest utfordrende, på grunn av usikkerhet rundt og kunnskap om prosjektet.

Under noen av intervjuene, gis det i tillegg uttrykk for at det tidlig i prosessen bør være en forventningsavklaring av begreper og forståelse rundt systematisk ferdigstilling.

Johansen & Hoel (2016) tar for seg viktigheten av en ledelse som har fokus på systematisk ferdigstilling, god innholdskompetanse til å etablere arbeidsprosesser som støtter opp under metodikken og en klar definert systematikk til å utarbeide nødvendige dokumenter. Veilederen tar derimot ikke for seg viktigheten av å tidlig skape en felles forståelse av systematisk ferdigstilling og hva de ulike begrepene innebærer. Som intervjuobjekt #2 foreslår, bør det være en workshop med fokus på dette. Dette forslaget kommer som et resultat av blant annet misforståelsene som oppsto mellom byggherre og entreprenørene, med tanke på hvordan framdrift og tester skulle rapporteres. Ved å ha en forventningsavklaring tidlig i prosjektet, vil slike misforståelser unngås. Et annet alternativ kan være slik det nevnes i kapittel 2.1.1, prosjektevalueringer midtveis i prosjektet. Knotten

(2017) nevner det som en suksessfaktor for prosjekteringsledelse, men i prosjektet ble ikke dette utført. Dersom det hadde vært evalueringer midtveis i prosjektet, ville misnøyen rundt rapporteringen mest sannsynlig blitt tatt opp tidligere, slik at aktørene tidligere hadde vært klar over misforståelsene.

Teoridelen omhandler også anvendelsen av nøkkelresultatindikatorer (KPI'er) for å evaluere presentasjonen i eksempelvis bygge- og testfasen. I kapittel 2.2.3 presenteres eksempler på KPI'er som kan implementeres i prosjekter for å forbedre presentasjonen og tilrettelegge for sammenligninger med fremtidige prosjekter (Johansen & Hoel, 2016). Imidlertid ble det ikke benyttet noen KPI'er i prosjektet ved Oslo storbylegevakt.

Selv om alle tester ble dokumentert i verktøyet til entreprenørene, har det vært vanskelig for intervjuobjektene å svare på KPI-ene, da slike målinger ikke ble foretatt. KPI-ene kan anvendes for å måle diverse presentasjoner i prosjektet, som for eksempel antallet feil oppdaget før egenkontroll, eller prosentandelen av systemer som viser seg å ha funksjonalitetsfeil under testing (Johansen & Hoel, 2016). Dette er målinger som direkte kan brukes til å gi et anslag av økonomiske effekter, som en følge av at disse blir rettet opp i tide og ikke på et seint tidspunkt. Bruken av KPI'er legges derfor fram som en forbedringsmulighet, og drøftes videre i kapittel 7.

Integreringen av systematisk ferdigstillelse i prosjektets planleggingsfase fremheves av Beste (2020) som essensielt for å sikre en vellykket gjennomføring av metodikken. Ved å initiere planleggingsprosessen tidlig, legges grunnlaget for å utvikle detaljerte beskrivelser og planer som er avgjørende for effektiv prosjektgjennomføring og en god systematisk ferdigstillelse prosess. Dette er i tråd med teorien om at tidlig involvering og forberedelse er avgjørende for å sikre effektiv prosjektgjennomføring (Johansen & Hoel, 2016).

På den andre siden, understreker tilbakemeldingene fra intervjuobjektene at disse beskrivelsene og planene for testing kunne vært på plass tidligere. Dette indikerer at selv om teorien fremmer tidlig planlegging, kan det i praksis være nødvendig å fremskynde planleggingen ytterligere.

På bakgrunn av at en del tester ble forsinket, kommer intervjuobjekt #5 med et viktig innspill til begrepene i teorien om systematisk ferdigstillelse. Intervjuobjekt #5 forklarer at systematisk ferdigstillelse ikke tar for seg forsinkelser i et prosjekt. Med økende teknisk kompleksitet og integrerte funksjoner i bygg, er diverse fagområder mer avhengige av hverandre enn tidligere (Johansen & Hoel, 2016). «Det øker også sjansene for at det vil forekomme forsinkelser. Noe som er vanlig og ganske sannsynlig.» (Intervjuobjekt #5). Derfor foreslår vedkommende at det bør innføres et begrep under systematisk ferdigstillelse, kalt «re planlegging». I prosjektet på legevakta, ble det som forklart, en del forsinkelser med tanke på testing av ulike funksjoner. Dette gikk ikke utover prosjektet, da Skanska selv påtok seg ansvar for å bistå underentreprenørene med testing.

Det resulterte imidlertid til en mer hektisk slutfase, men var likevel mer kontrollerbar gjennom justeringer i testplanleggingen. Ved å prioritere de viktigste testene sikret prosjektet at framdriften holdt plan. «Re planlegging» bør derfor innføres som et begrep og antas å være en sannsynlighet som vil forekomme i et byggeprosjekt.

Dette forsterker også Beste (2020) sin påstand om at tidsbruken for forberedelser og utførelse av tester må balanseres, slik at prosjektet oppnår mål for kvalitet og funksjonalitet, uten å føre til ineffektivitet eller unødige forsinkelser.

7 Konklusjon og videre arbeid

I dette kapittelet vil hovedfunnene fra studien presenteres, samt forslag til videre arbeid. Problemstillingen i denne oppgaven tar for seg usikkerheter og misforståelser ved bruk av systematisk ferdigstilling, samt gevinstene det medfører. Formålet med denne oppgaven har vært å belyse styrker, svakheter, og muligheter ved systematisk ferdigstilling og hvordan bruken av metodikken oppfattes og praktiseres i et prosjekt. Dette ble utført ved hjelp av forskningsspørsmålet for oppgaven: ***Hvordan oppfattes systematisk ferdigstilling blant aktører i et byggeprosjekt og hva er effektene ved å ta i bruk metodikken?***

7.1 Hvordan oppfattes systematisk ferdigstilling blant aktører i et byggeprosjekt?

Tidligere forskning og litteratur indikerer at det eksisterer usikkerhet og misoppfatninger knyttet til systematisk ferdigstilling og dets betydning. Gjennom denne studien, har dette delvis blitt bekreftet. En del aktører på entreprenørsiden ser primært på systematisk ferdigstilling som et verktøy for en god slutfase med vekt på testing av tekniske komponenter. Imidlertid oppfatter byggherrene og noen entreprenører systematisk ferdigstilling for det det virkelig er: en prosess som starter ved prosjektoppstart og som foregår gjennom alle prosjektets faser, hvor det skal planlegges godt for prosjektgjennomføringen, ved å utarbeide nødvendige beskrivelser, testplaner, akseptkriterier, m.m. før de ulike tekniske funksjonene skal testes, verifiseres og dokumenteres. Generelt har aktørene involvert i prosjektet hatt god kompetanse av systematisk ferdigstilling, samt en positiv oppfatning av metodikken og forståelse for viktigheten av systematisk ferdigstilling og dets effekter.

7.2 Hva er effektene ved bruk av systematisk ferdigstilling?

Når det kommer til positive effekter ved bruk av systematisk ferdigstilling, viser det seg at det ikke er noe usikkerheter blant aktørene i prosjektet. Slik det nevnes innledningsvis i resultatkapittelet, er de positive effektene som nevnes mest blant intervjuobjektene, forutsigbarhet, kontroll og trygghet. Dette kommer som en følge av at systematisk ferdigstilling krever detaljert planlegging av hele prosjektløpet, med tanke på diverse

leveranser, avhengigheter blant ulike fag, testplaner, osv. I tillegg krever bruk av systematisk ferdigstillelse at det legges til rette for nok tid til testing og verifisering. Det gir aktørene en mer forutsigbar prosess, samtidig som det gir entreprenørene bedre kontroll over det som leveres. Effekten er et sluttprodukt som er verifisert og dokumentert i henhold til forutsetninger og krav, med fornøyde brukere. Med andre ord, gir riktig bruk av systematisk ferdigstillelse en trygghet for alle.

Gjennom denne studien og tidligere studier blir det avdekket at bruken av systematisk ferdigstillelse, ikke gir noen direkte negative effekter. Det kommer derimot fram at systematisk ferdigstillelse krever mer tid til administrativt arbeid og planlegging, men at det er verdt tiden for den verdien det medfører.

7.3 Suksessfaktorer og forbedringsmuligheter

De største suksessfaktorene for en god systematisk ferdigstillellesprosess i prosjektet har vært tidlig og jevnt fokus på systematisk ferdigstillelse gjennom hele prosjektet, med oppfølging fra aktører på både byggherre- og entreprenørsiden. I tillegg har det vært nok ressurser og gode verktøy til å drive prosessen, samt generelt god kompetanse blant de involverte i prosjektet. Forbedringsmulighetene ligger i stor grad rundt planleggingen av prosessen med systematisk ferdigstillelse. Flere av intervjuobjektene nevner enda tidligere utarbeidelse av diverse dokumenter, samt en forventningsavklaring av begreper og forståelse rundt systematisk ferdigstillelse, som forbedringsmuligheter for optimal effekt av systematisk ferdigstillelse.

7.4 Videre arbeid

Selv om det har vært noen misforståelser eller ulike tolkninger blant aktørene rundt systematisk ferdigstillelse, har det vist seg at kompetansen i systematisk ferdigstillelse er jevnt over god og bedre enn det den tidligere har vært. For å unngå misforståelser rundt systematisk ferdigstillelse i kommende prosjekter, anbefales det at byggherrer legger opp til en workshop hvor det etableres en felles enighet rundt begreper og prosesser ved systematisk ferdigstillelse. Dette vil også bidra til å øke kompetansen rundt systematisk

ferdigstillelse. Et annet spennende tiltak som foreslås av samtlige intervjuobjekter er opplæring av systematisk ferdigstillelse blant studenter på ingeniørstudier.

Tidligere studier legger frem et behov for å tallfeste økonomiske effekter ved bruk av systematisk ferdigstillelse, som et insentiv til implementering av metodikken. Gjennom denne studien har det vist seg at det ikke er lett å tallfeste de økonomiske effektene ved bruk av systematisk ferdigstillelse, da dette må veies opp mot ressursbruk og andre faktorer. I tillegg er det begrenset med relevant data fra dette prosjektet til å kunne bevise de økonomiske effektene. Av den grunn, er et anbefalt forslag for kommende prosjekter at byggherrer legger frem bruken av KPI'er i prosjektet. Slik det nevnes i kapittel 6.4, kan bruken av KPI'er måle diverse presentasjoner, som for eksempel prosentandelen av systemer som viser seg å ha funksjonalitetsfeil under testing. Ved å se nærmere på disse feilene og hva det vil koste å rette opp i disse i seinere faser, kan det gis anslag i de økonomiske besparelsene ved tidlig oppdagelse og oppretting. Dette vil være et sterkt insentiv for å implementere systematisk ferdigstillelse i byggeprosjekter.

7.5 Avsluttende tanker

Avslutningsvis, ønsker forfatter å beskrive systematisk ferdigstillelse som Hansens (2017) definisjon på god prosjekteringsledelse: en prosess med et godt resultat, hvor sluttproduktet tilfredsstillende bygger krav og behov, og som leverer inne gitte tids-, kostnads- og kvalitetsrammer. Dette har prosjektet på Oslo storbylegevakt truffet svært godt på, gjennom en god systematisk ferdigstillelles prosess som har vært ledelsesstyrt fra start til slutt. Prosjektet ble fullført innenfor tids-, kostnads- og kvalitetsrammer, med minimale feil. Ved å adressere de identifiserte forbedringsmulighetene og aktivt utnytte metodikkens styrker, kan industrien ta viktige skritt mot mer bærekraftige, effektive og kvalitetsmessige byggeprosjekter.

8 Referanser

- Andersen, G. (2020). *Kvalitative intervjuundersøkelser*. Hentet fra ndla.no: <https://ndla.no/nb/subject:1:9bb7b427-3f5b-4c45-9719-efc509f3d9cc/topic:1:432baee9-5671-47ce-870e-48b8fc3b7a42/topic:1:1db7bf3c-3a7b-44af-b632-e3c5ff2a999e/resource:201ce19e-7011-49a6-b415-91fd42d5dfe9>
- BA 2015. (2015). *Sluttrapport BA2015*. Hentet fra Prosjekt Norge: <https://prosjektnorge.no/forskning/fullforte-prosjekter/ba-2015/>
- Beste, T. (2020). *Effect of systematic completion on public construction projects*. Byggeindustrien. (2015). *Økt kompleksitet krever økt fokus på prosjektkompetanse og -gjennomføring*. Hentet fra bygg.no: <https://www.bygg.no/okt-kompleksitet-krever-okt-fokus-pa-prosjektkompetanse-og-gjennomforing/1237356!/>
- Dahlum, S., Svartdal, F., & Grønmo, S. (2021, Mars 9). *Validitet*. Hentet fra Store Norske Leksikon: <https://snl.no/validitet>
- Espen, W. (2020, mai). *Case-studie*. Hentet fra Store norske leksikon: <https://snl.no/case-studie>
- Galaasen, O. P. (2023, November 23). *Systematisk ferdigstilling krever kompetanse og rolleforståelse*. Hentet fra itbaktuelt.no: <https://www.itbaktuelt.no/systematisk-ferdigstilling-krever-kompetanse-og-rolleforstaaelse.6631558-596177.html>
- Grønmo, S. (2023). *Kvalitativ metode*. Hentet fra Store Norske Leksikon: https://snl.no/kvalitativ_metode
- Holm, H. T., Van Veen, A. R., Wertebach, S., & Johansen, R. P. (2018). *Lean metodikk i praksis*. Ad Notam Forlag.
- Jacobsen, D. I. (2022). *Hvordan gjennomføre undersøkelser*. Cappelen Damm.
- Johansen, E. L., & Johansen, N. V. (2021). *Systematisk ferdigstilling i norske byggeprosjekter: Utfordringer, elementer for å lykkes og effekter*.
- Johansen, P. R., & Hoel, T. I. (2016). *Veileder - Systematisk ferdigstilling*. <https://prosjektnorge.no/wp-content/uploads/2017/12/BA2015-systematisk-ferdigstilling.pdf>: BA 2015.

- Johansen, P., & Hoel, T. I. (2023). *Systematisk ferdigstilling FMI-veilederen*.
<https://prosjektnorge.no/wp-content/uploads/2024/01/FMI-veilederen-2023-12-15-ver-2.pdf>: ProsjektNorge.
- Kathrine, A. L., & Foss, M. (2017). *Rapport delprosjekt 1*. Norges Forskningsråd prosjekt nr 235294/O30.
- Klakegg, O. J. (2022). *Prosjektmodell (bygg, anlegg og eiendom)*. Hentet fra Store norske leksikon: https://snl.no/prosjektmodell_-_bygg,_anlegg_og_eiendom
- Knotten, V., Hansen, G. K., Svalestuen, F., Amundsen, L., & Kalsaas, B. T. (2017). *Sluttrapport - Integrert metodikk for prosjekteringsledelse*. Norges forskningsråd.
- Koskela, L. (1992). *APPLICATION OF THE NEW PRODUCTION PHILOSOPHY TO CONSTRUCTION*. Stanford University. CIFE Technical Report #72.
- Kotter, J. P. (1995). *Leading Change: Why Transformation Efforts Fail*. Hentet fra hbr.org: <https://hbr.org/1995/05/leading-change-why-transformation-efforts-fail-2>
- Langholm, W. (2024, Januar 5). *Systematisk ferdigstilling - FMI-veilederen 2023*. Hentet fra ProsjektNorge: <https://prosjektnorge.no/systematisk-ferdigstilling-fmi-veilederen-15des23/>
- Langlo, J. A. (2017). *Prosessveileder – prestasjonsmåling og forbedringsarbeid i prosjektsamarbeid*. https://nordic10-10.org/wp-content/uploads/2018/06/prosessveileder2017_prosjektnorge_elektronisk.pdf: Prosjekt Norge.
- Langlo, J. A., Skotnes, K. E., Klakegg, O. J., Kristensen, K. H., Andersen, B., Olsson, N., . . . Stene, T. (2018). *Evaluering av T2-prosjektet ved Oslo Lufthavn*. SINTEF.
- Lean Construction NO. (2024). *Lean Construction Metoder*. Hentet fra Lean Construction NO: <https://leanconstruction.one/metoder/>
- Nilsen, F. (2021). *Systematisk ferdigstilling - Tilrettelegging for færre feil og mangler i byggeprosjekter*.
- Olsen, M. L. (2019). *Verdien av god tidligfase*. Hentet fra Metier: <https://www.prosjektbloggen.no/verdien-av-god-tidligfase>
- Oslo Universitetssykehus. (2023). *oslo-universitetssykehus.no*. Hentet fra Legevakten 2023: <https://www.oslo-universitetssykehus.no/om-oss/nye-oslo-universitetssykehus/storbylegevakten>

- Sander, K. (2023, November 26). *estudie.no*. Hentet fra Dokumentanalyse/Innholdanalyse:
<https://estudie.no/dokumentanalyse/>
- Siemens Healthcare AS. (2023). *Ny moderne storbylegevakt for innbyggere i Oslo*. Hentet fra SIEMENS Healthineers: <https://www.siemens-healthineers.com/no/nyheter/storbylegevakt-oslo>
- SINTEF. (2013). *Byggefeil for milliarder*. Hentet fra SINTEF: <https://www.sintef.no/siste-nytt/2013/byggefeil-for-milliarder/>
- Solberg, M. G. (2014). *Byggenæringen satser minst på forskning og utvikling*. Hentet fra tu.no: <https://www.tu.no/artikler/byggenæringen-satser-minst-pa-forskning-og-utvikling/230277>
- Stai, S. (2022). *Refleksjon og endringsvile*. Hentet fra ndla.no:
<https://ndla.no/nb/subject:1:03e810db-3560-47b5-a5f6-e7afe1d0a2d6/topic:2:a635e5b5-aaaa-4807-8918-3f45d9901fac/topic:2:b70567a6-c8b0-4382-97a1-61855b4f2970/resource:771c0764-8b5e-47c1-978a-16ceabf67c5f>
- Standard Norge. (2016, Mars). *Standard.no*. Hentet fra Idriftsetting og prøvedrift av tekniske bygningsinstallasjoner – NS 6450: <https://standard.no/fagomrader/riktig-med-en-gang---bygningautomatisering-og-tekniske-installasjoner/idriftsetting-og-provedrift-av-tekniske-bygningsinstallasjoner---ns-6450/>
- Standard Norge. (2019, April). *Standard.no*. Hentet fra Prosjektering, utførelse og idriftsettelse – NS 3935: <https://standard.no/fagomrader/riktig-med-en-gang---bygningautomatisering-og-tekniske-installasjoner/itb-standardens-ns-3935/>
- Sund, I. (2023). *Advansia.no*. Hentet fra Oslo legevakt - Et offensivt byggeprosjekt hvor samhandling og prosjektkultur har stått i sentrum:
<https://www.advansia.no/aktuelt/oslo-legevakt>
- Svartdal, F. (2020, April 3). *Reliabilitet*. Hentet fra Store Norske Leksikon:
<https://snl.no/reliabilitet>
- Sverdrup, S. S. (2023). *Bygg.no*. Hentet fra Det nye legevaktsbygget i Oslo:
<https://www.bygg.no/det-nye-legevaktsbygget-i-oslo/1526463!/>

Vedlegg 1: Intervjuguide

1. Hva er din forståelse av SF?
2. Hvordan var kompetansen på SF, blant aktørene, i prosjektet?
3. Hva er den største forskjellen i et prosjekt som utføres ved bruk av SF og et prosjekt som ikke tar i bruk SF?
 - a. Beskriv ulike prosessløp
4. Nevn eventuelle fordeler/ulempene ved SF-prosessen sett fra din rolle i prosjektet.
 - a. Hva kunne vært gjort annerledes for en bedre prosess?
5. Hvordan vil du si at prosessen med systematisk ferdigstilling var ved prosjektet, sammenlignet med veilederens beskrivelse av prosessen?
6. Hvor viktig har bruken av SF vært for sluttresultatet (ved Oslo storbylegevakt) med tanke på din rolle?
7. Systematisk Ferdigstilling er fortsatt ikke blitt en bransjestandard. Er det noe med prosessen og/eller kunnskap som gjør at systematisk ferdigstilling ikke blir implementert som standard?
8. Har du noe forslag til tiltak som vil gjøre det lettere å implementere SF?
9. Et viktig prinsipp ved systematisk ferdigstilling er igangkjøring av tester så tidlig som mulig. Ble de ulike testene i de ulike fasene kjørt i gang så tidlig som mulig?
10. Eventuelle tiltak for å igangkjøre testene tidligere?

11. Noen tester ble gjennomført tidligere enn planlagt og andre seinere enn planlagt, hadde dette noe påvirkning på prosjektet?

a. Hva var årsaken til avviket?

12. Hvordan var SF-rapporteringen i prosjektet?

13. Hvordan var involveringen av UE i planleggingen av SF?

14. Hva er de største potensielle effektene av SF?

For de som har data til å kunne svare på:

1. Hvor stor andel av arbeid utført ble ferdigstilt og kvalitetssikret til riktig tid (montert, idriftsatt, systemtestet og integrert testet)?

2. I hvor stor andel av testene identifiseres feil som skulle vært funnet i egenkontroll før test?

3. Hvor stor andel av systemene har beskrevet en funksjon som ikke er riktig og som oppdages under testing?



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

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway