

Ludvig Omholt Volden

Planlegging og oppfølging av prosjektering i ett sykehusprosjekt

Masteroppgave i Bygg- og miljøteknikk

Veileder: Ola Lædre

Medveileder: Roar Fosse

Juni 2023

Ludvig Omholt Volden

Planlegging og oppfølging av prosjektering i ett sykehusprosjekt

Masteroppgave i Bygg- og miljøteknikk
Veileder: Ola Lædre
Medveileder: Roar Fosse
Juni 2023

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



Kunnskap for en bedre verden

Sammendrag

Prosjektering av sykehusbygg koster lite sammenliknet med totale livsløpskostnader og har stor påvirkning for driften av sykehuset. Det kan derfor argumenteres for at planlegging av fremdrift i prosjektering er viktig. Rådgivende Ingeniørers Forening (RIF) har laget en veileder for Model Modenhets Indeks (MMI) som kan benyttes i planleggingen av prosjektering. Det er kun de beste bedriftene som er lengst fremme i bransjen som har prøvd metoden. Det finnes derfor lite dokumentasjon av bruken som bransjen kan lære av. Derfor er følgende forskningsspørsmål undersøkt:

1. Hvordan er fremdrift av prosjektering planlagt og fulgt opp i prosjektet?
2. Hva er erfaringen med fremdriftsplanlegging og -oppfølging av prosjektering?
3. Hvordan kan fremdriftsplanlegging og -oppfølging av prosjektering forbedres?

Innhenting av informasjon og data er gjort gjennom en litteraturstudie og casestudie basert på Sykehusbygg og Skanskas forprosjekt for Ahus psykisk helsevern Nordbyhagen. Casestudiet er utført ved ni semistrukturerte intervjuer og dokumentstudier. Forfatteren har underveis i arbeidet med oppgaven blitt ansatt hos Skanska Oslo og derfor måtte være enda mer bevisst på sin objektivitet ved innhenting og fremlegging av data.

Prosjektet praktiserer samlokalisering av prosjektorganisasjonen tirsdag-torsdag hver uke. Flest mulig interessenter og prosjekterende deltar i ICE-møter hver onsdag der MMI benyttes for planlegging av prosjektering. Resultatene viser delte erfaringer med bruk av metodene benyttet for fremdriftsplanlegging av prosjektering. Planleggingen av prosjektering med MMI bidrar til bedret kommunikasjon, planlegging, utførelse og kontroll. Metoden kan derimot være ressurskrevende ved dokumentasjon for fagene i hver sone og til hvert MMI-nivå. Samtidig kan MMI være fremdriftshemmende dersom tekniske systemer og bygningsdeler må ha likt MMI-nivå i samme sone.

Resultatene viser at ICE-metodikken gir høy tilfredshet og forutsigbarhet av prosjekteringsmøtene som følge av enkel, men godt planlagt agenda som følges nøye. Prosjektdeltakere føler sterkere forpliktelser til tilknyttede leveranser gjennom bruk av involverende planlegging med Last Planner™ System (LPS). Prestasjonsmåling ved måling av prosent plan utført (PPU) indikerer fremdriften i prosjekteringen. Målingen er rask og anses som best av de eksisterende målingene, men trenger andre målinger for å vise hele prosjektstatusen. Det blir etterspurt målinger som viser kvaliteten i leveransene som leveres og registreres gjennom PPU.

Basert på praksis, erfaringer og uttrykte forbedringer, anbefaler forfatteren tidlig involvering av interessenter i forprosjektet. Prosjektdeltakere må læres hvordan og hvorfor metoder brukes. Oppdeling og etablering av små nok leveranser, soneinndeling basert på fremdrift i produksjonsfase, aksept for ulikt MMI-nivå innad i soner, samt utarbeidelse av detaljert kravliste for hvert fag inn mot hver sone og MMI-nivå, burde forbedres. Videre burde samlokalisering kombineres med ICE oftere og utsjekk av leveranser digitalt på egenhånd burde muliggjøres. Alle prestasjonsmålingene burde benyttes til å forbedre det pågående prosjektet. For å måle og gi indikasjon på kvalitet i leveransene anbefales måling av antall leveranser som trenger omarbeid.

Abstract

Design of hospital buildings costs little compared to total life cycle costs and has a major impact on the operation of the hospital. It can therefore be argued that planning of design progress is important. The Association of Consulting Engineers (RIF) has prepared a guide for the Model Maturity Index (MMI) that can be used in planning the design. Only the best companies that are at the forefront of the industry have tried the method. There is therefore little documentation of the use that the industry can learn from. Therefore, the following research questions are examined:

1. How is progress of the design planned and followed up in the project?
2. What is the experience with progress planning and follow-up of design?
3. How can progress planning and follow-up of design be improved?

The collection of information and data was done through a literature review and case study based on Sykehusbygg and Skanska's preliminary project for Ahus mental health care Nordbyhagen. The case study was conducted through nine semi-structured interviews and document studies. During the work on the thesis, the author has been employed by Skanska Oslo and therefore had to be even more aware of his objectivity when collecting and submitting data.

The project practice's co-location of the project organization Tuesday-Thursday each week. As many stakeholders and designers as possible participate in ICE meetings every Wednesday where MMI is used for planning design. The results show splitted experiences with the use of the methods for progress planning of design. The planning of design with MMI contributes to better communication, planning, execution and control. The method, on the other hand, can be resource-intensive when preparing documentation for every discipline in each zone and to each MMI level. At the same time, MMI can inhibit progress if technical systems and building components must have the same MMI level in the same zone.

The results show that the ICE methodology provides high satisfaction and predictability of the design meetings as a result of simple but well-planned agendas that are followed closely. Project participants feel stronger commitments to associated deliverables through the use of participatory planning with the Last Planner™ System (LPS). Performance measurement by measuring Percent Plan Complete (PPC) indicates the progress of the design. The measurement is fast and considered the best of the existing metrics but needs other metrics to show the full project status. Measurements showing quality of the deliveries delivered and registered through PPU are requested.

Based on practice, experience and expressed improvements, the author recommends early involvement of stakeholders in the preliminary project. Project participants must be taught how and why methods are used. Division and establishment of small enough deliveries, zoning based on progress in the production phase, acceptance of different MMI levels within zones, as well as preparation of detailed list of requirements for each subject towards each zone and MMI level, should be improved. Furthermore, co-location should be combined with ICE more often and check-out of deliveries digitally on their own should be made possible. All performance metrics should be used to improve the ongoing project. To measure and give an indication of quality in the deliveries, measurement of the number of deliveries that need rework is recommended.

Forord

Masteroppgaven er utarbeidet våren 2023 og indikerer slutten av en 5-årig master ved institutt for bygg- og miljøteknikk ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU). Oppgaven indikerer samtidig slutten på min skolegang (inntil videre), men også begynnelsen på en lang læringsprosess for å benytte kunnskapen i praksis.

Opgavens tematikk rundt fremdriftsplanlegging av prosjektering og bruk av MMI stammer fra inspirasjon av Andreas Nøklebyes gjesteforelesning i faget TBA4127 Prosjekteringsledelse våren 2022. Som følge av interesse for fremdriftsplanlegging tidlig i studietiden, ble forelesningen avgjørende for å bestemme seg for tema. Samtidig ble det klart at bruk av MMI i Norge var lite utbredt, hvilket forsterket interessen min. Etter kontakt med Skanska Oslo og Sykehusbygg HF ble det tydelig at de også ønsket dokumentasjon av hvordan de drev fremdriftsplanlegging og deres erfaringer med samspill.

Jeg vil derfor takke Skanska Oslo som introduserte meg til Sykehusbygg HF og at partene bidro med tid, ressurser og informasjon for å hjelpe meg i oppgaven. Spesielt har informantene som stilte til intervju vært helt avgjørende for innhenting av data til oppgaven. Partene bidro også med synspunkter og vinkling rundt oppgaven. Samtidig vil jeg takke for lærdom rundt hvordan organisasjonene arbeider.

Videre vil jeg takke veilederen min, Professor Ola Lædre for god veiledning fra våren 2022 med utarbeidelse av problemstilling, etablere kontakt med Skanska og etablering av forskningsspørsmål. Videre har Ola bidratt med gode råd og tilbakemeldinger for strukturering og vinkling av oppgaven. Jeg har samtidig satt stor pris på Olas tilstedeværelse på kontoret, slik at jeg har kunnet komme for en uforpliktet prat.

Jeg vil også rette en takk til Roar Fosse i Skanska for gode diskusjoner og synspunkter rundt resultatene fra masteroppgaven. Samtidig sørget Roar for at Lean Construction Norge inviterte meg til å presentere masteroppgaven i forbindelse med deres årsmøte. Dette hjalp meg til å modne innholdet i oppgaven og dens struktur, samtidig som det viste at bransjen hadde interesse av oppgaven.

Jeg vil takke min samboer Eira for å lytte og holde ut praten om masteroppgave, samt verdifull veiledning og konstruktive tilbakemeldinger rundt skriveprosessen. Avslutningsvis vil jeg takke min nære familie for støtte og troa på meg gjennom hele skoleløpet og spesielt da skolearbeidet har stått på som verst.

Trondheim, juni 2023



Ludvig Omholt Volden

Innhold

Sammendrag	v
Abstract	vi
Forord	vii
Figurer	xi
Tabeller	xii
1. Introduksjon	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Forskningsspørsmål	2
1.3 Avgrensning	2
2. Metode.....	3
2.1 Forskningsdesign.....	3
2.1.1 Valg av forskningsdesign.....	3
2.1.2 Utarbeidelse av masteroppgave	4
2.2 Forskningsmetoden	5
2.2.1 Litteraturstudie	5
2.2.2 Casestudiet	8
2.2.3 Intervjustudier.....	9
2.2.4 Dokumentstudier	11
2.2.5 Analyse av data	11
2.2.6 Gjenbruk av materiale fra fordypningsoppgaven	13
3. Teori.....	14
3.1 Totalentreprise med samspill	14
3.1.1 Samspill.....	14
3.1.2 Målpris.....	15
3.1.3 Oppsummering av totalentreprise med samspill	16
3.2 Prosjektering	16
3.2.1 Prosjekteringsprosessen.....	16
3.2.2 Prosjekteringsledelse	19
3.2.3 Oppsummering av prosjektering	19
3.3 Virtual Design and Construction – VDC.....	20
3.3.1 Integrated Concurrent Engineering - ICE.....	20
3.3.2 Building Information Model - BIM	21
3.3.3 Oppsummering av Virtual Design and Construction.....	22
3.4 Fremdriftsplanlegging	23
3.4.1 Last Planner™ System - LPS.....	24
3.4.2 Level of Development - LOD	25

3.4.3	Modell Modenhets Indeks - MMI	27
3.4.4	Oppsummering av fremdriftsplanlegging	29
4.	Resultat	31
4.1	Planlegging av prosjektering	31
4.1.1	Praksis ved planlegging av prosjektering	31
4.1.2	Erfaring ved planlegging av prosjektering	33
4.1.3	Forbedring ved planlegging av prosjektering	36
4.2	Organisering av prosjekteringsmøter	37
4.2.1	Praksis ved organisering av prosjekteringsmøter	37
4.2.2	Erfaring ved organisering av prosjekteringsmøter	38
4.2.3	Forbedring ved organisering av prosjekteringsmøter	40
4.3	Prestasjonsmåling	41
4.3.1	Praksis ved prestasjonsmåling	41
4.3.2	Erfaring ved prestasjonsmåling	42
4.3.3	Forbedring ved prestasjonsmåling	44
5.	Diskusjon	46
5.1	Planlegging av prosjektering	46
5.1.1	Praksis ved planlegging av prosjektering	46
5.1.2	Erfaring ved planlegging av prosjektering	48
5.1.3	Forbedring ved planlegging av prosjektering	52
5.2	Organisering av prosjekteringsmøter	53
5.2.1	Praksis ved organisering av prosjekteringsmøter	53
5.2.2	Erfaring ved organisering av prosjekteringsmøter	55
5.2.3	Forbedring ved organisering av prosjekteringsmøter	58
5.3	Prestasjonsmåling	58
5.3.1	Praksis ved prestasjonsmåling	58
5.3.2	Erfaring ved prestasjonsmåling	60
5.3.3	Forbedring ved prestasjonsmåling	61
6.	Konklusjon	63
6.1	Generaliserbarhet	63
6.2	Planlegging av prosjektering	63
6.2.1	Praksis ved planlegging av prosjektering	63
6.2.2	Erfaring med planlegging av prosjektering	63
6.2.3	Forbedring ved planlegging av prosjektering	64
6.3	Organisering av prosjekteringsmøter	64
6.3.1	Praksis ved organisering av prosjekteringsmøte	64
6.3.2	Erfaring ved organisering av prosjekteringsmøter	65

6.3.3	Forbedring ved organisering av prosjekteringsmøter.....	65
6.4	Prestasjonsmåling	66
6.4.1	Praksis ved prestasjonsmåling	66
6.4.2	Erfaring ved prestasjonsmåling	66
6.4.3	Forbedring ved prestasjonsmåling	66
6.5	Videre forskning	67
	Referanser.....	68
	Vedlegg.....	72

Figurer

Figur 1:	Eksempel fra loggføringen av søkeord, avgrensning, treff, forfatter og utgiver ..	6
Figur 2:	Utviklingen av målpris (Veileder om samspillsentreprise Anskaffelser.no, 2017)	15
Figur 3:	Generiske faser i byggeprosessen (Eikeland, 1998).....	16
Figur 4:	Kompleksiteten av prosjekteringsprosessen basert på avhengigheter i prosjekteringen (Svalestuen et al., 2018)	18
Figur 5:	Den sammensatte kompleksiteten som prosjekteringsleder må beherske (Olsen et al., 2013)	19
Figur 6:	Informasjonsbevaring i tradisjonell og digital arbeidsflyt (Borrmann et al., 2018)	22
Figur 7:	Skisse av Last Planner™ System (Ballard, 2000).	24
Figur 8:	Illustrasjon av mulig LOD-utvikling for et objekt (Mcphee, 2013).....	26
Figur 9:	Prosessen frem mot milepæl ved hjelp av MMI-nivå (Fløisbonn et al., 2022) ...	28
Figur 10:	Eksempel på bruk av MMI i fremdriftsplanlegging (Fløisbonn et al., 2018).....	29
Figur 11:	Leveransekurve i case-prosjektet.....	35
Figur 12:	Prosent plan utført i forprosjektet	39
Figur 13:	Kvalitative og kvantitative målinger i ICE-møtene	43

Tabeller

Tabell 1: Forskningsspørsmål	2
Tabell 2: Intervjuobjekter	9
Tabell 3: Forbedring ved planlegging av prosjektering	64
Tabell 4: Forbedring ved organisering av prosjekteringsmøter	65
Tabell 5: Forbedring ved prestasjonsmåling	66

1. Introduksjon

Introduksjonen har som formål å gi en bakgrunn for studiets problemstilling og hvorfor det er relevant å utforske temaet. Videre er problemstilling og forskningsspørsmål gjort rede for med tilhørende avgrensning.

1.1 Bakgrunn

Prosjektering er transformering av kunders identifiserte behov over til konkrete løsninger (Ballard & Koskela, 1998). Utarbeidelsen av løsningene har stor påvirkning for verdiskapningen som forekommer i bygget, til tross for at prosjekteringskostnaden tradisjonelt er lav målt mot byggekostnaden (Hughes et al., 2004). Sykehusbygg er komplekse bygg som krever særegne og komplekse løsninger. Samtidig vil driftskostnadene av et sykehusbygg være langt større enn selve investeringen. For å oppnå best mulig drift er det viktig med godt prosjekterte løsninger. Riktige beslutninger og endringer av prosjekteringsgrunnlaget burde derfor foretas tidlig, da kostnadene er lavest (Al Hattab & Hamzeh, 2016; Tilley, 2005). Ifølge Koskela et al. (1997) er dårlig kommunikasjon og lav kompetanse årsak til dårlig planlegging av prosjekteringsarbeid. Svak prosjektering fører også til usikkerhet inn mot produksjonsfasen (Styrvold et al., 2019). Dersom byggeprosessen skal bedres, burde prosjekteringen kontrolleres enda bedre (Koskela et al., 1997).

Mangel på etablerte realistiske milepæler og leveranseplaner er en av årsakene til at faktisk fremdrift er dårligere enn planlagt fremdrift i prosjektering (Ramanayaka et al., 2023). Ballard og Koskela (1998) mener at måling av fremdriften i tidlig fase er vanskelig på grunn av manglende tegningsgrunnlag. Ramanayaka et al. (2023) hevder derfor at etablering av en klar strategi for fremdriften fra tidlig fase i prosjektet øker mulighetene for å lykkes og foreta vellykkede endringer senere. Koch et al. (2010) anbefaler å danne flere spesifikke milepæler for prosjektorganisasjonen som kontrollpunkter i prosjekteringen. Det er derfor behov for metoder som forbedrer planlegging og kontroll i utviklingen av prosjekteringen.

Virtual Design and Construction (VDC) er et samlebegrep for kombinert bruk av Last Planner™ System (LPS), Integrated Concurrent Engineering (ICE) og Building Information Model (BIM) (Kunz & Fischer, 2020). VDC omhandler BIM som samarbeidsplattform, LPS som kontroll- og planleggingsverktøy og ICE som møteform (Del Savio et al., 2022; Fosse et al., 2017; Kunz & Fischer, 2020). Ved å samle prosjektdeltakere for å planlegge og løse problemer i prosjekteringen kan terskelen for deling av informasjon senkes, samtidig som tidsbruken reduseres (Rodriguez et al., 2021). Kunz & Fischer (2020) hevder at denne formen for prosjektplanlegging står særlig sterkt i Skandinavia. Ettersom metodene i VDC stadig forbedres (Del Savio et al., 2022) burde også litteraturen oppdateres med «best practice» jevnlig.

Ved å benytte LPS for *pull planning* av leveranser i prosjekteringen, kan utviklingen av modenheten til BIM-modellen beskrives med Modell Modenhets Indeks (MMI) (Fløisbonn et al., 2022). Slike metoder ble først benyttet for prosjekter i offshore-industrien, men er gradvis implementert i byggeprosjekter (Mejlænder-Larsen, 2019; Svalestuen et al., 2018). Erfaringer fra implementering av MMI for fremdriftsplanlegging i norske byggeprosjekter viser at metoden forbedre planleggingen og kontrollen av fremdriften i prosjekteringen (Hansen et al., 2022; Nøklebye et al., 2018). Derimot er metoden lite dokumentert og trenger ytterligere dokumentasjon for å avdekke beste praksis, samt hvilke utfordringer og muligheter som forekommer ved bruk av metoden.

1.2 Forskningsspørsmål

Planlegging av fremdrift har som hensikt å lage en plan for å imøtekomme krav og mål forutbestemt i prosjektet. Dette er vanskelig fordi hvert prosjekt er unikt og varierer i tid, kostnad, ressurser, omfang og naturgitte utfordringer. Planlegging og måling av fremdrift i tidligfase preges av stor usikkerhet knyttet til det uforutsette. For å redusere usikkerheten og forbedre fremdriftsplanlegging av prosjektering, kan bruk av MMI og VDC kombineres. Ved å kontrollere utført arbeid og modenhet i prosjekteringsgrunnlaget kan prosjektledelsen aktivt følge framdriften og iverksette tiltak dersom målingene tilsier det.

Ettersom kontinuerlig forbedring er en viktig del av en bedrifts strategi for å stadig bli bedre, er det naturlig å søke forbedringer i alle prosesser bedriften tar del i. Det vil derfor være interessant for byggebransjen å se hvordan planleggingen av fremdrift i prosjekteringen utføres i dag og hva erfaringen til de prosjekterende er med eksisterende praksis. For å søke kontinuerlig forbedring vil eksisterende praksis være et utgangspunkt for videre forbedringer.

Masteroppgaven vil derfor se på hvordan fremdriftsplanlegging og -oppfølging av prosjektering kan forbedres. Dette skal besvares ved hjelp av forskningsspørsmålene i Tabell 1 nedenfor. Forskningsspørsmål nr. 3 er likt til hovedproblemstillingen, og inkluderes som forskningsspørsmål for å benytte spørsmålet i intervjuguiden. Likevel vil de foreslåtte forbedringene i konklusjonen være basert på mer enn bare informantenes foreslåtte forbedringer.

Tabell 1: Forskningsspørsmål

1. Hvordan er fremdrift av prosjektering planlagt og fulgt opp i prosjektet?
2. Hva er erfaringen med fremdriftsplanleggingen og -oppfølging av prosjektering?
3. Hvordan kan fremdriftsplanlegging og -oppfølging av prosjektering forbedres?

1.3 Avgrensning

Studiet er avgrenset for å sørge for tilstrekkelig omfang og kvalitet i forhold til oppgavens formål, samt å forstå situasjonene og fagfeltet som skal studeres. Masteroppgaven er utformet og bygger videre på arbeid utført i fordypningsoppgaven.

Studiet skal undersøke hvordan to organisasjoner driver prosjektering i et forprosjekt gjennom totalentreprise med samspill og samlokalisering. Studiet vil kun ta utgangspunkt i forprosjektet og dermed ikke i detaljprosjekteringen av bygget. Videre skal praksis for utarbeidelse av fremdriftsplan i prosjekteringen studeres, med tilhørende erfaringer. Studiet undersøker bruk av BIM-baserte prosjektering med MMI i forprosjektet. Oppgaven baseres på intervjuer av ni personer fra samspillsorganisasjonen.

Gjenbruk

Introduksjonens underkapittel 1.1 er basert på fordypningsoppgaven med flere av de samme kildene, men betydelig endret i innhold og struktur.

Introduksjonens underkapittel 1.2 og 1.3 er i stor grad gjenbruk, med enkelte endringer.

2. Metode

Metodekapittelet har som formål å gjengi den valgte fremgangsmåten for utarbeidelsen av masteroppgaven best mulig. Forskningsmetoden skal gi oppgaven større pålitelighet og tyngde for at funnene er oppriktige og objektivt vurdert basert på empirisk data. Empiri er det som grunner seg på erfaring og brukes i forskning om systematiske observasjoner og undersøkelser som fører til etablering av kunnskap (Malt & Tranøy, 2021; Tjora, 2017). Konsekvenser av svakheter ved metoden vil også bli lagt frem. Forskningsmetoden presenteres gjennom valgt forskningsdesign og forskningsmetode.

2.1 Forskningsdesign

Forskningsdesign er hvordan det gjennomførte studiet kan koble funnene opp mot forskningsspørsmålene og om relevant rammeverk er benyttet (Langdridge, 2007). Innen forskningsdesign har man to hovedtilnærminger (Tjora, 2017); kvalitativ og kvantitativ metode. Studiets vinkling og forskningsspørsmål er avgjørende for valg av forskningsmetode. Påfølgende underkapitler vil derfor legge frem oppgavens forskningsspørsmål, valg av metode og utførelsen av studien.

2.1.1 Valg av forskningsdesign

Valget av forskningsdesign er avhengig av oppgavens formål og forskningsspørsmål ettersom empiri fra studien skal besvare 1. Hvordan er fremdrift av prosjektering planlagt og fulgt opp i prosjektet? 2. Hva er erfaringen med fremdriftsplanleggingen og -oppfølging av prosjektering? Og 3. Hvordan kan fremdriftsplanlegging og -oppfølging av prosjektering forbedres? Det er derfor hensiktsmessig med en kort innføring i kvalitativ og kvantitativ forskningsdesign med fordeler og ulemper ved bruk av metodene.

Kvalitativ forskning kan karakteriseres ut fra ulikheten fra kvantitativ forskning (Tjora, 2017). Det kommer frem at kvalitativ forskning baseres på forståelse av det undersøkte temaet fremfor rene forklaringer. Forskningen tar utgangspunkt i en nære relasjon mellom forskeren og informanten, og tolkning av tekst fremfor tall. Kvalitative studier utforsker sammenhenger, prosesser og mekanismer og er en induktiv fremgangsmåte som binder årsaker og konsekvenser (Langdridge, 2007; Tjora, 2017). Slik kan empirisk data utformes. Ved induktiv metode antas generelle sammenhenger ut fra observering av enkelttilfeller. Kvalitative studier egner seg i casestudier der intervjuer, dokumenter og observasjoner undersøkes ut fra forskningsspørsmål uttrykt med *hvordan og hvorfor*.

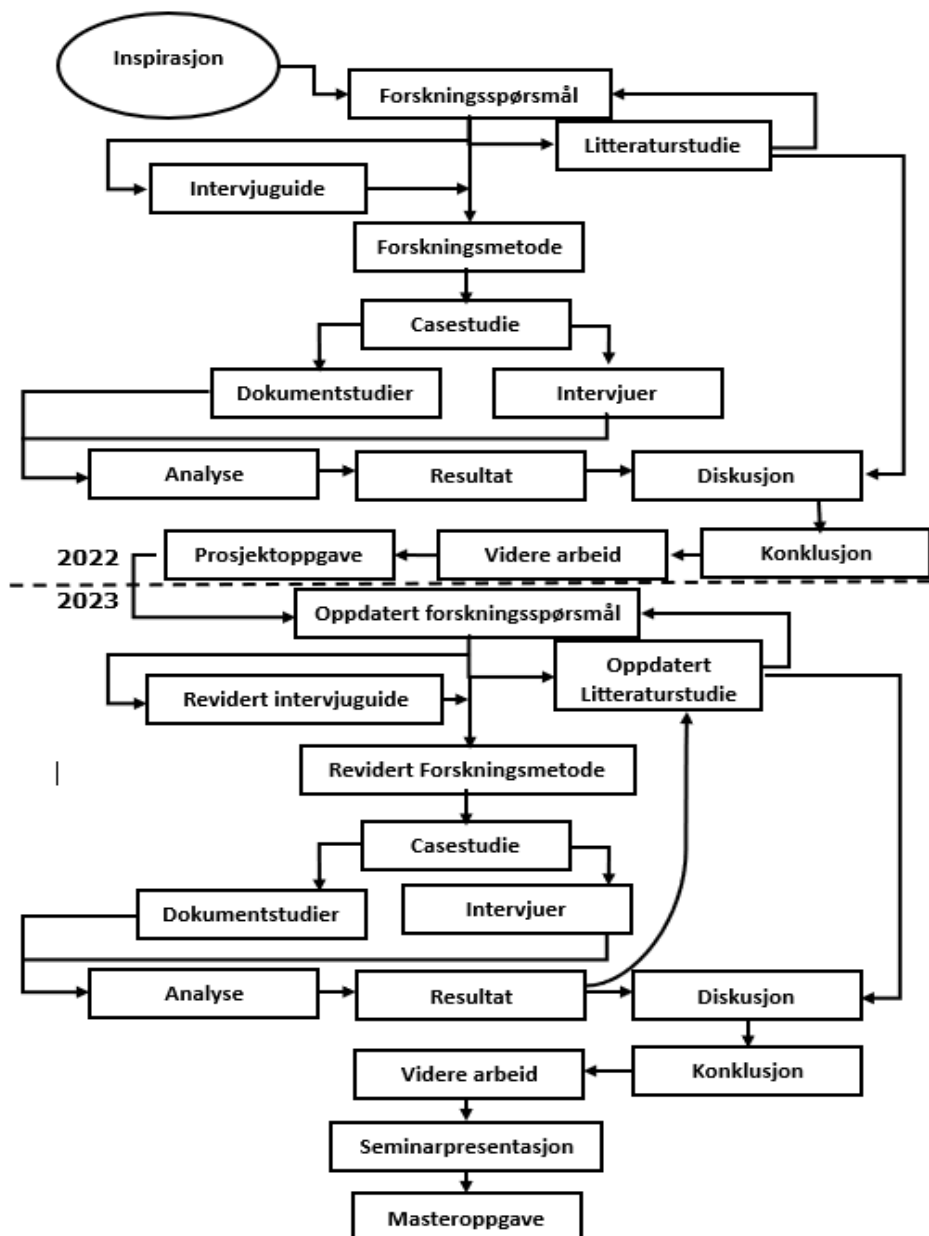
Kvantitativ forskningsmetode er forskjellig fra kvalitativ forskning ved å basere seg på mengder og tallfestet informasjon (Grønmo, 2021). Dataen kan være ferdig kategorisert ved innsamling, men til gjengjeld være store mengder (Tjora, 2017). Kvantitativ metode tenderer mot en deduktiv tilnærming, der enkelthendelser begrunnes ut fra det generelle. Altså skal alle like hendelser eller fenomener kunne begrunnes ut fra målingene som er funnet gjennom kvantitativ empiri (Grønmo, 2021).

Til tross for at kvantitativ forskningsmetode baserer seg på tallfestet informasjon innhentet gjennom spørreundersøkelser med svaralternativ, påstår Tjora (2017) at kvantitativ metode også bygger på subjektive meninger, ettersom det er deltakerne av undersøkelsen sin subjektive mening som blir lagt til grunn når de vurderer svaralternativene og deres betydning.

Det er lite hensiktsmessig å benytte kvantitativ data i denne oppgaven, fordi det er vanskelig å samle slik data som kan svare ut problemstillingen. Forfatteren vil samle praksis, erfaringer, meninger og dokumentasjon hos fagpersonell fra et byggeprosjekt og kan derfor betegnes som en kvalitativ studie. Dermed er det interessant å se om empiri fra studiet kan gi induktive slutninger som kan forbedre praksis i byggebransjen.

2.1.2 Utarbeidelse av masteroppgave

Masteroppgaven ble offisielt påbegynt 15. januar 2023. Studien er inspirert etter en gjesteforelesning i faget TBA4127 *Prosjekteringsledelse* våren 2022, der det ble presentert en case-studie hvor bruk av modell modenhet i prosjektering ble utforsket. Valg av tema for fordypningsoppgaven og masteroppgave ble derfor modnet gjennom sommeren 2022. Masteroppgaven er basert på fordypningsoppgaven i faget TBM 4500 *Bygg- og miljøteknikk fordypningsprosjekt* der case-prosjekt ble valgt og metoden for masteroppgaven ble testet. Følgende prosesser og veivalg vist i flytskjemaet under har ledet til utformingen av masteroppgaven:



2.2 Forskningsmetoden

I de kommende underkapitlene vil valg av de benyttede forskningsmetodene begrunnes og beskrevet.

2.2.1 Litteraturstudie

Litteraturstudiet er utført høsten 2022 og våren 2023 med lik tilnærming begge gangene. Innhentet og oversett litteraturen fra 2022 ble dermed revidert og kartlagt. Ny litteratur publisert for 2023 er dermed inkludert i masteroppgaven. En ny runde med litteratursøk ble samtidig ansett som hensiktsmessig basert på erfaringer fra fordypningsoppgaven, samt anbefalinger fra veileder. Dermed er den nyeste relevante litteraturen inkludert i teorikapittelet. Søkene er gjort med inspirasjon fra tidligere fag og spesielt fra emnet TBA4127 Prosjekteringsledelse. Mye litteratur fra fordypningsoppgaven er gjenbrukt. Dette er beskrevet nøyere avslutningsvis i innværende kapittel.

Litteraturstudiet er basert på «scoping». Slik skaffes oversikt av eksisterende litteratur som danner grunnlag for teori og praksis rundt forskningsspørsmålene, samt implikasjoner for videre forskning. Slik er kunnskapshull identifisert. Enkelte unntak er gjort der det anses som hensiktsmessig å benytte pensum og litteratur fra tidligere emner. Scoping er ifølge Arksey og O'Malley (2005) relevant for rapporter og studier med et bredt tema som blir supplert med flere forskningsmetoder, hvilket er tilfellet i denne oppgaven. Innhentet litteratur samles og brukes etter tema. Scoping er utført gjennom de fem kommende stegene basert på Arksey og O'Malley (2005):

1. Identifisering av forskningsspørsmål

Identifisering av problemstilling og forskningsspørsmål er beskrevet i introduksjonen og litteratur for inspirasjon ble undersøkt ut fra tidligere fag og anbefalinger fra veileder.

2. Identifisering av relevante studier

For identifisering av relevante kilder er databasen Scopus og IGLC benyttet. Databasene er valgt basert på litteratursøk i tidligere emner, samt anbefaling i faget TBM4500 Bygg- og miljøteknikk, fordypningsprosjekt (Drevland, 2022). Søkene er gjort på engelsk, ettersom de benyttede databasene Scopus og IGLC er internasjonale databaser. Samtidig er artiklene, journalene og bøkene i databasene hovedsakelig utformet på engelsk. Scopus er en ledende søkemotor for naturvitenskapelige og teknologiske artikler og bøker (*Why Choose Scopus - Scopus Benefits | Elsevier Solutions*, n.d.) og passer godt til formålet med *scoping*. Søkemotoren Google Scholar er ikke benyttet fordi søkemotoren viser langt mer enn bare fagfellesvurderte kilder. Etter søk på tilsvarende søkestrenger som i Scopus, gav det langt flere resultater med liten relevans. Det må derfor understrekes at relevante kilder antagelig er ekskludert som følge av metodevalget. Derimot gav det bedre tid til å gå gjennom Scopus. En annen søkemotor som er unngått er Oria. Denne søkemotoren har vært lite benyttet og diskutert i tidligere emner og dermed ikke vært en åpenbar søkemotor for forfatteren. Samtidig inneholder databasen stort sett norsk litteratur. Som følge av snevert fagfelt og lite utforsket tema, ble ikke Oria benyttet.

Søkene er avgrenset og utvidet ved å inkludere ord som; «And», «or» og «not». Paper publisert på IGLC.net vil automatisk komme i Scopus dersom søkeord og avgrensning er passende. Derimot er IGLC benyttet for å utforske spesifikke fagfelt innenfor Lean construction ettersom mye litteratur innenfor prosjektering publiseres der. IGLC er

spesielt benyttet for inspirasjon inn mot forskningsspørsmålene. Scopus er derfor benyttet som hoved søkemotor i litteraturstudiet. Litteraturen er hentet fra empiriske studier og litteraturoversikter (reviews).

Gjennom litteraturstudiet er kilder i den innhentede litteraturstudien benyttet for videre utforskning av temaene. Slik litteratursøk anses som «snowballing» (Langdridge, 2007; Wohlin et al., 2022) og egner seg godt for å finne opprinnelig kilde for påstander og metoder.

Alle søkeord med avgrensninger og påfølgende antall treff ble registrert i et eget opprettet Excel-dokument. Figur 1 viser hvordan Excel-dokumentet er benyttet. Figuren eksemplifiserer hvordan hele litteratursøkene er utført. Hver søkesekvens er utført på tilsvarende iterative måte. Eksempelet viser at «project partnering» gav 104 treff i Scopus. Etter rask gjennomgang ble dette ansett som for mange treff til å gå nøye gjennom, samt for upresise søkeord. Dersom antall treff var under 80 ble dokumentene bedømt på overskrift og sammendrag. I søket i Figur 1 ble derfor «construction» og «collaboration» tilført i søkestrengen. Dette gav 12 treff som videre ble undersøkt. Av de 12 undersøkte treffene, ble 2 ansett som relevante for oppgaven. Filter som «article», «conference paper», «book chapter» og «book» ble valgt for å utelukke dokumenttyper som sjeldent er benyttet i tidligere fag.

Samspillsentreprise										
Søkemotor/ Kilde	Søkeord (Tittel/Abstrakt/ Nøkkelord)	Søkeord (Tittel)	Filter	Antall treff	Relevante treff	Sortert etter	Forfatter	Tittel	År	Utgiver
Scopus	"Project partnering"		Article, Conference paper, Book chapter, Book	104	-	Relevanse				
Scopus	"Project partnering" and "Construction" and "Collaboration"		Article, Conference paper, Book chapter, Book	12	2	Relevanse		Ny litteratur:		
							Hosseini, A ; Wondimu, P. A. ; Bellini, A. ; Tune, H. ; Haugseth, N. ; Andersen, B. ; Lædre, O.	Project partnering in norwegian construction industry	2016	Energy Procedia
							Manley, T. R. ; Shaw, W. H. ; Manley, R. C.	Project partnering: A medium for private and public sector collaboraton	2007	Engineering management Journal

Figur 1: Eksempel fra loggføringen av søkeord, avgrensning, treff, forfatter og utgiver

Underkapitlene i teorien nedenfor og intervjuguiden ble brukt for å sette tema for søkesekvensen. Som vist i Figur 1 ovenfor, er «samspillsentreprise» tema for den fremviste søkesekvensen. Et tema inneholdt flere søkesekvenser. Søkene er utført med bruk av engelske ord gjennom hele litteraturstudiet. Enkelte av bransjeuttrykkene mangler eller bruker ikke norske oversettelser, som eksempelvis ICE og VDC. Disse søkeordene er derfor ikke oversatt i litteratursøket. Eksempelvis er «prosjektering» og «samspill» oversatt til «design» og «partnering». Søkene er derfor avhengig av riktig oversettelse. For å kompensere eventuelle feil ved oversettelser er flere søkeord brukt og kombinert utenom det som er vist i figuren ovenfor.

Bruk av Excel-dokumentet som vist i Figur 1 bidro til å unngå søk på de samme søkestrengene flere ganger. Registeret gav stor fordel for det utvidete litteratursøket

våren 2023. Dermed kunne de samme søkeordene benyttes for å undersøke om ny litteratur var publisert. Samtidig forenklet det arbeidet med å tilføre nye søkeord i litteratursøket. Som vist i flytskjemaet i Figur 1, er litteraturen oppdatert etter kartlegging av resultatene. Registeret ble derfor ekstra nyttig ved å vise benyttede søkestrenger for temaer som trengte mer relevant litteratur. Excel-dokumentet er også benyttet for å kartlegge originalkilden i *snowballing*-prosessen.

3. Utvelgelse av relevant litteratur

Utvelgelsen av litteraturen er basert på relevans, besvarelse av tema og forskningsspørsmål, samt utgivelsesdato og metode i litteraturen. Alle sammendragene ble lest før de ble forkastet eller lagt til som relevant litteratur. For litteratur der mer undersøkelse rundt relevansen var nødvendig, ble introduksjon, diskusjon og konklusjon vurdert. Kilder ansett som relevante ble lagret i kildehåndteringssystemet Zotero. Kildene ble lagret under opprettede mapper i Zotero med tema tilsvarende tema i Figur 1. Slik kunne søket gå fort frem i utvelgelsen av litteratur.

4. Kartlegge dataen

Kartleggingen av dataen ble gjort basert på fire steg i metoden til Arksey og O'Malley (2005). Kun punktene som anses som relevante er benyttet som kartleggingskriterier: Forfattere, publikasjonsår og -sted, studiens hensikt, metode og resultatets relevans.

Utgivelsesdato ble vurdert ettersom nyere konsepter innenfor byggeindustrien utvikles på lik linje med resten av verden og en ny metode i eksempelvis 2010 kan allerede være utdatert i 2023. Derimot har enkelte temaer røtter til før 2000-tallet. Litteraturen er derfor ikke ekskludert på publiseringsdato, men vurdert nøye opp mot aktualitet.

5. Samle, oppsummere og rapportere resultatene

Ved bruk av Scoping er formålet å gi en oversikt over materialet og hva som er hentet ut og dens troverdighet (Arksey & O'Malley, 2005). Dermed ble resultatene fra litteraturen rapportert etter å ha evaluert troverdigheten.

Gjenbruk

Først og fremst er strukturen i kapittel 3 – *Teori* endret fra fordypningsoppgaven. Dette gjorde det hensiktsmessig å gjenbruke deler av litteraturen fra fordypningsoppgaven, mens annet ble lagt til eller revidert.

- **Kapittel 3.1 Totalentreprise med samspill** er basert på fordypningsoppgaven, men utvidet og omarbeidet som følge av oppdatert og utvidet litteraturstudie.
- **Kapittel 3.2 Prosjektering** er i hovedsak gjenbrukt fra fordypningsoppgaven, men med noe endring i formulering og struktur.
- **Kapittel 3.3 – Virtual design and construction** er basert på litteratur fra fordypningsoppgaven, men i stor grad utarbeidet på nytt med flere kilder og innhold som følge av nye litteratursøk. Som følge av ny strukturering i oppgaven er kapittel vedrørende *Building information model* lagt inn under kapittel 3.3.2. Dette kapitlet er revidert og oppdatert, men i stor grad hentet fra prosjektoppgaven.
- **Kapittel 3.4 – Fremdriftsplanlegging** er nytt kapittel fra fordypningsoppgaven. Litteraturen i kapittel 3.4.1, 3.4.2 og 3.4.3 er i stor grad hentet fra fordypningsoppgaven, men revidert, oppdatert og utvidet som følge av det nye litteraturstudiet. Innledningen før 3.4.1 er helt ny som følge av restruktureringen og utvidet litteratursøk.

2.2.2 Casestudiet

Casestudiet i samarbeid med Skanska Norge og Sykehusbygg HF ble til etter å ha sendt søknad om å skrive prosjekt- og masteroppgave med Skanska Norge i mai 2022. Søknaden ble sendt etter inspirasjon og kontakt med Andreas Nøklebye som var ansatt i Skanska Oslo og selv skrev masteroppgave med dem i 2018. Ved nærmere kontakt med Skanska i august 2022, kom det frem at Skanska var kontrahert av Sykehusbygg HF til forprosjekt om Psykisk Helsevern Nordbyhagen (PHN). Tema og problemstilling til masteroppgaven passet derfor med statusen ved PHN. Samtidig skal prosjektet ta i bruk Model Modenhets Indeks (MMI) for planleggingen av prosjekteringen. Dette indikerer et prosjekt med en prosjektledelse som ligger langt fremme i utvikling og forbedring av bransjen. Sykehusbygg anses generelt som komplekse bygg, der byggkostnaden er veldig liten sammenliknet med totale livsløpskostnader for drift av sykehuset. Likevel er riktig og god prosjektering utslagsgivende for verdiskapningen av bygget. Caset ble derfor ansett som veldig interessant å studere. Ifølge Flyvbjerg (2006) er valget av case der kun et case blir studert veldig viktig, ettersom hensikten med forskningen er å bidra eller finne ut mest mulig om et problem eller hendelse. Et gjennomsnittlig prosjekt vil ikke nødvendigvis bære på mest og best informasjon, og Flyvbjerg (2006) argumenterer derfor for å undersøke case som er «best practice», atypiske eller «ekstreme». Denne oppgaven tar derfor utgangspunkt i et «best practice» -prosjekt i bransjen angående bruk av samspill, MMI, VDC og prestasjonsmåling.

Som følge av god kontakt med Skanska tidlig i fordypningsprosjektet høsten 2022, ble forfatteren av oppgaven ansatt i Skanska Oslo med virkning fra august 2023. Dette kan ha bidratt til forbedret kommunikasjon og åpenhet mellom partene. Ansettelsen og samarbeidet har videre motivert forfatteren til å legge inn god innsats, med fokus på å ikke blande rollen som ansatt og forsker. Oppgaven inngår i ett forskningsprosjekt mellom Sykehusbygg HF og NTNU der formålet er å drive prestasjonsmåling i byggingen av PHN for Ahus. Byggeprosjektet er totalentreprise med målpris der Skanska er kontrahert til forprosjektet og videre til totalentreprisen (*Ahus PHN*, 2023). Oppstart av forprosjektet var 16. august 2022 og ble ferdigstilt 31. januar 2023.

Forprosjektet er gjennomført med samlokalisering ved Ahus hver tirsdag til torsdag, der prosjektorganisasjonen består av Skanska, Sykehusbygg, innleide rådgivere og brukere. Dette vil fortsette inn i detaljprosjekteringen. Prosjekter består av to ulike bygg, psykisk helsevern voksne (VOP) og psykisk helsevern barn og ungdom (BUP). VOP skal være et tilbygg på eksisterende akuttpsykiatri på Ahus som inneholder 73 døgnplasser. Det nye VOP-bygget på 8735 m², vil gi 50 nye plasser fordelt på de to øverste etasjene av totalt fire etasjer i VOP-bygget. BUP er to etasjer på til sammen 1045 m².

Case-studier har den fordelen at caset blir undersøkt dypt, men med ulempen at konklusjonen kun baseres på et case, i motsetning til kvantitative studier som kan ha data fra mange case, men ikke undersøkt veldig dypt (Flyvbjerg, 2006). Flyvbjerg (2006) tar til orde for at bruk av case-studie er velegnet for induktiv metode og argumenterer for at det er mulig å generalisere resultater fra kun ett case og at case-studier gir god dybde for forskning. Likevel må bruk av kvantitative metoder også anses som viktige bidragsyttere for forskning. Basert på Flyvbjerg (2006) kan derfor slutningene fra oppgaven, ved riktig utførelse, anses som pålitelig og gyldig.

2.2.3 Intervjustudier

Ved utførelse av masteroppgaven er ni intervjuer foretatt. Personene innehar sentrale roller i prosjektorganisasjonen og representerer Skanska, Sykehusbygg eller innleid rådgiver. Fremdriften for fordypnings- og masteroppgaven ble kartlagt i et oppstartsmøte med prosjektledelsen høsten 2022. Til stede var prosjektleder fra Sykehusbygg, Per Hellevik Carlsson, prosjektleder fra Skanska, Espen Rudshaug og prosjekteringsleder fra Skanska, Kathrine Billington. Som følge av lite tilgjengelig tid i prosjektoppgaven ble det avtalt å gjennomføre to intervjuer høsten 2022. Slik ble intervjuguiden i Vedlegg 1 prøvd ut og resultatene benyttet i prosjektoppgaven. Intervjuene i fordypningsoppgaven gav mulighet til å revidere intervjuguiden og komme med forbedringer til masteroppgaven, hvilket ble anbefalt av veileder.

Personer med relevant kunnskap og erfaring ble kontaktet basert på tips fra prosjektleder. Totalt ble ni personer intervjuet som vist i Tabell 2, hvorav to høsten 2022 og syv våren 2023. Forprosjektrapporten var levert når intervjuene ble foretatt våren 2023.

I tillegg til personer ansatt i Sykehusbygg og Skanska, ble også innleide rådgivere intervjuet for å kartlegge et bredt spekter av meninger og erfaringer. Ifølge Tjora (2017) vil en empirisk mastergrad trenge 8-15 intervjuer for å samle tilstrekkelig data til en konklusjon med gyldighet og pålitelighet. Det var mulighet til å intervju flere personer, men det ble ansett som hensiktsmessig å stoppe intervjuene etter ni personer fordi tilførselen av ny informasjon avtok mot de siste intervjuene. De siste intervjuene ble derfor en bekreftelse på dataen fra tidligere intervjuer.

Tabell 2: Intervjuobjekter

Nr.	Rolle	Bedrift	Intervjuform	Dato
1	Prosjekteringsleder	Skanska Oslo	Videosamtale	17. oktober 2022
2	Prosjektleder IKT	Sykehusbygg HF	Videosamtale	20. oktober 2022
3	VDC-ansvarlig	Skanska teknikk	Videosamtale	1. februar 2023
4	BIM-koordinator	Skanska Teknikk	Videosamtale	2. februar 2023
5	Prosjektleder	Skanska Oslo	Videosamtale	7. februar 2023
6	Prosjekteringsleder - Byggherre	Sykehusbygg HF - WSP	Videosamtale	9. februar 2023
7	Prosjekteringsleder - Arkitekt	Nordic office of Architecture	Videosamtale	10. februar 2023
8	Prosjektleder - Byggherre	Sykehusbygg HF	Videosamtale	17. februar 2023
9	Prosjekteringsgruppeleder - teknikk	Norconsult	Videosamtale	17. februar 2023

Intervjuene ble gjennomført over Microsoft Teams fordi prosjektkontoret for PHN er ved Ahus og forfatteren bor i Trondheim. Det var samtidig vanskelig å samle alle intervjuene til en dag som følge av hektiske dager for informantene. Videosamtalene ble tatt opp og forfatteren kunne dermed konsentrere seg om intervjuet og oppfølgingsspørsmål, fremfor notering. Semistrukturert intervju gjør at oppfølgingsspørsmål kan forekomme dersom intervjuobjektet ikke svarer full ut (Tjora, 2017).

Det ble opprinnelig avsatt to timer til hvert intervju for å unngå hastverk og overtredelse av avsatt tid. Avhengig av informantenes tilgjengelige tid og engasjement for å prate, varte intervjuene fra 45 til 90 minutter. Intervjuene ble innledet med generelle introduksjonsspørsmål, før hovedspørsmålene ble gjennomgått. Hovedspørsmålene inneholdt hovedtemaene; *Planlegging, Prosjekteringsmøter* og *Prestasjonsmåling*. Avslutningsvis ble det stilt generelle spørsmål angående innholdet og utførelsen av intervjuet.

Intervjuguiden er hovedkilden for innhenting av data i masteroppgaven. Guiden er utarbeidet basert på litteraturstudiet og forskningsspørsmålene, samt hjelp fra veileder. Strukturen i resultat- og diskusjonskapittelet er delt inn etter intervjuguiden. Slik kan praksisen, erfaringen og forbedringene for et hovedtema legges frem før oppgaven går videre til neste hovedtema. En slik struktur anses som hensiktsmessig etter at fordypningsoppgaven ble dårlig strukturert. Der ble resultat og diskusjon inndelt med hovedkapitlene praksis, erfaring og forbedring, med hovedtemaene som underkapitler. Dette gav lite kontinuitet i lesingen av praksis, erfaring og forbedring i temaene.

Intervjuene er i størst mulig grad forsøkt holdt teorifri for å unngå vinkling av spørsmålene som pålegger intervjuobjektene en tankegang de opprinnelig ikke hadde. Tjora (2010) mener dette er vanskelig å gjennomføre i praksis, men likevel burde etterstrebes. Transkribering ble gjort kort tid etter endt intervju for å avdekke eventuelle feil eller mangler tidlig.

Hensikten med semistrukturerte intervjuer er å forstå den dypere meningen til informanten om det valgte temaet og dens refleksjoner (Tjora, 2017). På den måten kan studien få frem forhold rundt subjektiviteten til informanten. Intervju der informanten kan prate tilnærmet fritt ble ansett som hensiktsmessig fordi oppgaven er rettet mot å forstå den dypere meningen til informantene rundt den midlertidige prosjektorganisasjonen. Tjora (2010) påpeker at intervjuer er bedre egent enn spørreundersøkelser i situasjoner med få informanter og der vedkommende som sender ut spørreskjemaet kan for lite om temaet. Dermed ble semistrukturerte intervjuer ansett som mest egnet metode for å kartlegge data.

En kortversjon av intervjuguiden ble tilsendt intervjuobjektene over e-post for å forberede dem på temaene som ville komme i intervjuet. Det ble gjort lydopptak av samtalene med samtykke fra intervjuobjektene.

Gjenbruk

Tabell 2 viser dato for alle intervjuene utført i prosjekt- og masteroppgaven. Dette indikerer at syv av total ni intervjuer er utført som en del av masteroppgaven. Intervjuene utført som en del av prosjektoppgaven er benyttet i masteroppgaven. Transkriberingen ble gjennomgått på nytt for å kvalitetssikre arbeidet fra høsten. Dataen er derfor benyttet igjen, men inkludert med dataen fra øvrige intervjuer. Resultatkapittelet er derfor produsert omgjort fra prosjektoppgaven, til tross for gjenbruk av deler av dataen.

Hele Vedlegg 1 er tilnærmet gjenbruk fra fordypningsoppgaven, der den også var som vedlegg.

2.2.4 Dokumentstudier

Masteroppgaven tar også for seg analyse av dokumenter tilknyttet prosjektet. Metoden bidrar til triangulering i tilfeller der flere kilder til informasjon og data benyttes (Bowen, 2009). Slik kan studiens pålitelighet styrkes. Dokumentstudiet er gjennomført etter endt intervjustudie. En slik rekkefølge ble valgt for å lettere kode dokumentene basert på kodene benyttet i intervjuene. Ifølge Bowen (2009) er dokumentstudier tidsbesparende ved å foreta datautvelgelse fremfor datainnsamling. Samtidig er dokumenter «låst» eller «stabile» i form av at de vil ha samme eller oppdatert informasjon med datering fra hver gang dokumentet blir lest. Tilgangen på dokumenter har vært veldig god. Spennende og lærerike dokumenter måtte bortprioriteres som følge av begrenset relevans til temaene i oppgaven, samt begrenset tid til å gjennomføre analyse.

Dokumentet som er mest benyttet i studiet er VDC-loggen til prosjektet. Dette dokumentet er sendt fra prosjektorganisasjonen og er ikke offentlig tilgjengelig. Dokumentet viser hvordan ICE-møter gjennomføres, samt resultatet av de diverse målingene til prosjektet. Samtidig viser dokumentet rammeverket som Skanska benytter i alle sine prosjekter. Dokumentet inneholder data fra alle ICE-møtene gjennomført i forprosjektet. Dette dokumentet er studert fordi det gir svar og triangulering rundt fremdriftsplanlegging, praktiseringen av prosjekteringsmøter og prestasjonsmåling. Analyseringen er gjort ved å trekke frem likheter og eventuelle motsetninger i informantenes uttalelser og dokumentene. Enkelte av prestasjonsmålingene er vist i resultatdelen for å underbygge uttalelsene til informantene og for å gi et visuelt inntrykk av prestasjonene fremfor beskrivelse. Tjora (2017) støtter en slik bruk av dokumenter fordi ikke all informasjon kommer frem gjennom intervjuer.

Dokument vedrørende Storbylegevakten i Oslo presentert under åpent seminar for medlemmer av Lean Construction Norge benyttes i oppgaven. Dokumentet tar for seg hvordan Skanska gjennomførte Lean planlegging og prosjektering i totalentreprisen med samspill ved Oslo storbylegevakt (Bogsti, 2023). Dokumentet anses som relevant å benytte fordi det gjennomgår Skanska sin VDC-metodikk samt førstehåndserfaringene fra bruken av metodene. Samtidig kan prosjektet sammenliknes med PHN i form av kontraktstype og at begge er sykehusbygg. Dokumentet er benyttet for å verifisere og sammenlikne den beskrevne metoden for fremdriftsplanlegging og møtegjennomføring i PHN med empiri og praksis fra storbylegevakten. Sentrale personer for gjennomføringen av Oslo storbylegevakt tar også del i PHN og det kan derfor være aktuelt å se om erfaringen kan gi læring inn mot PHN.

Forprosjektrapporten er et av dokumentene som er benyttet for å beskrive prosjektet oppgaven er basert på. Rapporten er ikke benyttet til resultatdelen av oppgaven og derfor ikke kodet på lik linje som VDC-loggen og presentasjonen fra Lean Construction Norge. Forprosjektrapporten ligger offentlig tilgjengelig på nettsidene til Helse sør-øst.

Gjenbruk

Masteroppgaven har gjenbrukt VDC-loggen fra prosjektoppgaven. Derimot ble VDC-loggen ukjentlig oppdatert og benyttet i forprosjektet av Skanska og Sykehusbygg. Derfor er den benyttede dataen fra VDC-loggen i masteroppgaven betydelig endret fra prosjektoppgaven.

2.2.5 Analyse av data

De foregående delkapitlene ovenfor har gjennomgått hvordan dataen er samlet inn og produsert. Det er derfor nødvendig å beskrive hvordan analyseringen av data er

gjennomført for å presentere resultatene. Tjora (2017) poengterer at det er i analysen av dataen at forskningen har mye potensiale for å forbedre seg, ettersom fremleggelsen av resultatet baseres på analysen. Etske retningslinjer innenfor forskning rettes derfor mot å rapportere metoder og resultater riktig og fullstendig (American Psychological Association, 2020). Spesielt blir unnlatelse av rapportering eller diskutering av resultater som ikke sammenfaller med teori, hypotese eller forskningsspørsmål trukket frem som typiske feil.

For å unngå feil som nevnt ovenfor ble alle intervjuene transkribert for hånd ved å spille av lydfilen. Lydfilen ble transkribert tilnærmet ordrett utenom enkelte pauseord som «eeeeh» og «hmm ja, nei skal vi se». Videre ble intervjuene kodet ut fra 1. praktisering, 2. erfaring og 3. forbedring av hovedtemaene fremdriftsplanlegging, organisering av prosjekteringsmøter og prestasjonsmåling. Dette gav tre koder per hovedtema og totalt ni for hele analysen. Hver kode ble representert med en farge i transkriberingen. Tekstene ble derfor kodet med sin representative farge etter at alle intervjuene var gjennomført. Ved endt koding, ble alle utsagn fra informantene samlet under hvert av spørsmålene i intervjuguiden. Slik ble alle meningene samlet under ett og samme spørsmål. Den utførte metoden ble valgt fordi den er lett å gjøre om igjen og samtidig en metode det er mulig å følge veldig slavisk uten vanskeligheter.

Rapporteringen av resultatet ble basert på hvor sammenfattet eller sprikende svarene til informantene var. Eksempelvis blir resultater der flertallet er enige rapportert ved å skrive at «resultatene viser...», men korrigert for enkelte informanternes meninger ved å skrive; «Derimot mener enkelte informanter...». På en slik måte blir meningene vektlagt samtidig som unntakene kommer frem. Dette sammenfaller med hvordan American Psychological Association (2020) trekker frem at meninger fra informantene burde vektlegges likt for å gjengi resultatene best mulig.

Bruk av navn, firmanavn eller prosjekttrolle i resultatet er unngått, med enkelte unntak, fordi prosjektet er lite og det kan være enkelt å spore tilbake meninger. Unntakene forekommer dersom betydningen av resultatet endres eller forsterkes ved å nevne prosjekttrollen til informanten. Ved å rapportere hvem utsagnet stammer fra, som ved eksempel; «informant nr. 6 mener...», ville det ikke vært mulig å rapportere hvem som er intervjuet på lik linje som i Tabell 2, uten å avsløre informanten. Det ble derfor tatt en avveining om å vise alle prosjekttrollene som er intervjuet, og dermed oppnå troverdighet og pålitelighet, fremfor å eksponere informantene for deres bidrag til oppgaven og miste pålitelighet ovenfor dem.

Analysen av benyttede dokumenter er utført ved bruk av kodene fra analysen av intervjuene. Slik koding blir av Bowen (2009) ansett som hensiktsmessig når dokumentene er et supplement til andre metoder. Ettersom de analyserte dokumentene er utformet på et annet vis enn transkriberingene, ble relevant informasjon fra dokumentene notert inn under spørsmålene fra intervjuguiden fremfor koding med farger. En slik fremgangsmetode gav også klart skille på informasjon fra informantene og informasjon fra dokumentene.

Som følge av forfatterens samarbeid med Skanska og ansettelse der, samt veilederens kontakt med personer i bransjen, har Roar Fosse fra Skanska og Lean Construction Norge bidratt i analyseringen. Bidraget har vært gjennom to digitale videosamtaler der tentative resultater fra intervjuene er presentert. Roar Fosse har deretter kommet med sin synsvinkel på funnene og bidratt inn mot analyse av resultatene og diskusjonen av

funnene. En slik praksis anses som hensiktsmessig for å styrke oppgavens resultat og diskusjon.

Som en del av samarbeidet med Roar Fosse, som beskrevet tidligere, ble forfatteren invitert til å holde presentasjon av oppgaven på årsmøtet til Lean Construction Norge (LCNO) 26. mai 2023. Roar Fosse sitter i styrer for LCNO og foreslo å invitere forfatteren som en av studentepresentasjonene. Presentasjonen ligger vedlagt i Vedlegg 2. Spørsmål og tips fra presentasjonen ble benyttet til å forbedre analysen. Samtidig modnet temaet og strukturen i oppgaven seg gjennom arbeidet med presentasjonen.

2.2.6 Gjenbruk av materiale fra fordypningsoppgaven

Dette delkapittelet er en del av metodekapittelet for å informere om hvilket materiell fra fordypningsoppgaven høsten 2022 som er inkludert i masteroppgaven utarbeidet våren 2023. Fordypningsoppgaven er ikke vedlagt for å unngå at oppgaven slår ut på plagiatskontroll. Det er derfor nødvendig å beskrive eksplisitt hvilke deler som er gjenbrukt, da dette kommer til å slå ut på plagiatskontroll. Gjenbruk av data er beskrevet nøye i de tilhørende metodebeskrivelsene. Derfor vil øvrig tekst som er gjenbrukt fra prosjektoppgaven bli lagt frem i kommende avsnitt.

Sammendraget og forord vil inneholde tekst benyttet i fordypningsoppgaven, spesielt tilknyttet inspirasjonen til oppgaven. Likevel er store deler utarbeidet på nytt basert på prosessen med arbeidet, erfaringer og resultatet fra masteroppgaven.

Introduksjonen er hentet fra fordypningsoppgaven, der spesielt kapittel 1.2 og 1.3 inneholder mye fra fordypningsoppgaven. Teksten vil dog være bearbeidet og strukturert annerledes og fremstå som ny i deler av kapittelet.

Metodekapittelet er i stor grad revidert og utbedret fra fordypningsoppgaven til masteroppgaven av den åpenbare grunn at metoden har vært mer omfattende i masteroppgaven enn i fordypningsoppgaven. Samtidig er det nødvendig å beskrive metoden mer konkret. Likevel er kapittel 2.1.1 hentet fra fordypningsoppgaven, med noen omformuleringer og endringer. Kapittel 2.2.1 benytter rammeverket for identifisering av litteratur som også legges frem i fordypningsoppgaven. Tekst tilknyttet steg 1,3,4 og 5 er hentet fra fordypningsoppgaven. Introduerende tekst i kapittel 2.2.1 og steg 2 er i stor grad omarbeidet fra fordypningsoppgaven. Deler av kapittel 2.2.3 er gjenbrukt fra fordypningsoppgaven.

3. Teori

Teorikapittelet gir grunnleggende innføring i begreper, metoder og prosesser som kan bidra til å støtte opp under, eller stå i kontrast til resultatene. Teorien brukes til å diskutere og vurdere resultatene og dens relevans. Teorien er innhentet gjennom litteraturstudiet som er beskrevet i metodekapittelet.

3.1 Totalentreprise med samspill

Totalentreprise med samspill er en kontraktsform basert på tidlig involvering av samarbeidspartnere der åpenhet, tillit og god dialog er viktige prinsipper (Emmitt & Ruikar, 2013; *Veileder om samspillsentreprise | Anskaffelser.no*, 2017). Hovedmålet er oppnå et gunstigere prosjekt med større verdiskapning og besparelser enn ved tradisjonelle entrepriseformer som ikke foretar tidlig involvering av entreprenør. Definisjonen av totalentreprise med samspill er varierende og avhenger av hvilken sammenheng kontraktsformen benyttes (Bygballe et al., 2010; Hosseini et al., 2016). Selv innad i større organisasjoner varierer elementene av samspill som følge av prosjektenes karakteristikk. Dette er en av årsakene til vanskeligheter med implementeringen av samspill i Norge.

Vilje, evne og kompetanse til å gjennomføre en totalentreprise med samspill er viktige forutsetninger for et vellykket prosjekt med samspill (Rybkowski et al., 2022; *Veileder om samspillsentreprise | Anskaffelser.no*, 2017). Byggherren burde i stor grad være profesjonell flergangsbyggherre, ettersom entrepriseformen krever aktivt bidrag fra byggherren. Entreprenøren må ha tilgjengelige ressurser for både utvikling og gjennomføring av prosjektet, samt informere sine prosjektdeltakere og medarbeidere om hva slike entrepriser krever av dem. Som følge av kompleksiteten og omfanget av totalentrepriser med samspill, er det anbefalt å foreta prekvalifisering av entreprenører i offentlige anbud. (*Veileder om samspillsentreprise | Anskaffelser.no*, 2017). Entreprenører kan dermed gi tilbud for prekvalifisering uten stor risiko for å ikke bli kontrahert.

3.1.1 Samspill

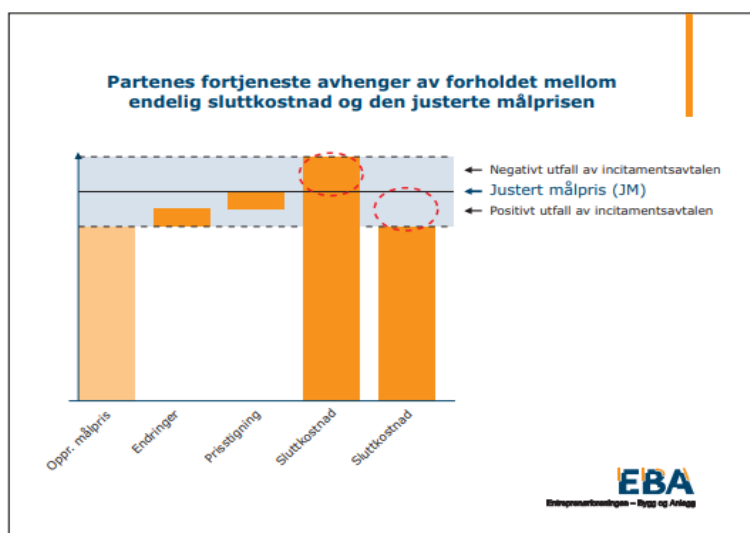
Organiseringen av samspillsfasen kan prege utfallet av samspillsprosjektet (Hosseini et al., 2016; Olsen et al., 2013). Ifølge PROBY-rapporten (Olsen et al., 2013) har samlokalisering av prosjektgruppen utelukkende positive ringvirkninger. Hosseini et al. (2016) anser virkningen av kommunikasjon ansikt-til-ansikt som svært viktig for å skape åpenhet, tillit og god dialog. Derimot har samarbeidsformen vært lite utbredt i bygg og anlegg sammenliknet med andre industriprosjekter (Emmitt & Ruikar, 2013; Olsen et al., 2013). Samlokalisering kan praktiseres en eller flere dager i uken med felles kontorlokaler for prosjektdeltakerne. Dette burde kontraktsfestes for alle involverte aktører. Kvaliteten og samhandlingen kan øke dersom underentreprenører og rådgivere deltar i samlokaliseringen (Bygballe et al., 2010). Slik samlokalisering vil ifølge funnene til Bygballe et al. (2010) øke mulighet for å nå målpris. Spesielt er det viktig at arkitekten er representert i samlokaliseringen for å gi oppdaterte kostnader på endringen som blir foretatt (Tillmann et al., 2017).

Target Value Design (TVD) er et begrep brukt om metoden for å skape mer kunde verdi i byggeprosjekter (Ballard, 2011). Verdien kan komme gjennom raskere overlevering, lavere kostnader og høyere standard og kvalitet. Totalentreprise med samspill er det norske begrepet som oftest benyttes om kontraktsformer liknende TVD-metoden (Engebø et al., 2021; Johansen et al., 2021). Sentralt for metodene er utarbeidelsen av

en målpris. Tidlig estimering av kostnader er viktig for å sette oppnåelig og reell målpris som utgangspunkt for prosjektet (Dang & Le-Hoai, 2018; Hosseini et al., 2016). Slik styrkes partenes vilje til å søke besparelser og forbedringer ved å nærme seg målpris som ganger alle.

3.1.2 Målpris

Utførelsen av totalentreprise med samspill kan foregå i to faser (Engebø et al., 2021; Johansen et al., 2021; *Veileder om samspillsentreprise | Anskaffelser.no*, 2017). Første fase er hvor partene utvikler, planlegger og prosjekterer prosjektet som resulterer i en projektskisse med målpris. Praksisen varierer fra prosjekt til prosjekt, men entreprenøren kan bli lønnet på timesbasis av byggherren for arbeidet tilknyttet fase 1. Dersom partene ikke kommer til enighet om målprisen, kan partene skilles eller reforhandle målprisen. Ved en eventuell avtale, vil prosjektet gå videre fra forprosjekt (fase 1) til gjennomføringsfasen, fase 2. Avhengig av hva som ble produsert av prosjekteringsunderlag i forprosjektet, vil entreprenøren fortsette prosjekteringen i detaljprosjekteringen før oppstart på byggeplass. Ifølge Engebø et al. (2021) gjennomføres beste praksis av TVD når prosjektgruppen setter en målpris under oppdragsgivers tillatte kostnad. Byggherre og totalentreprenør kan dermed dele «overskuddet» mellom faktisk kostnad og målpris. I motsatt tilfelle kan partene motiveres av negative følger, ved å dele overskridelsen mellom faktisk kostnad og målpris (Johansen et al., 2021). I Figur 2 gis eksempel på hvordan utviklingen av målpris kan forekomme gjennom prosjektet før avtalen signeres og eventuelt overskudd eller overskridelse deles.



Figur 2: Utviklingen av målpris (Veileder om samspillsentreprise | Anskaffelser.no, 2017)

I case-undersøkelsene utført av Engebø et al. (2021) ble målpris satt lik tillatt kostnad. Dette skyldtes økning i forventet kostnad i forprosjektet og prosjektgruppen ikke kunne foreta kutt uten vesentlig reduksjon i kvalitet og omfang. Dersom opprinnelig anslag av forventet kostnad og målpris er urealistiske, mener Johansen et al. (2021) at prosjekteringen kan bli unødvendig krevende og resultere i et dårligere prosjekt enn antatt. Ved å implementere samspill kan besparelsene komme opp mot 10% av totale byggekostnader (Hosseini et al., 2016). Rybkowski et al. (2022) hevder derimot at det er vanskelig å dokumentere slike besparelser ettersom bransjepraksis er svært ulik.

3.1.3 Oppsummering av totalentreprise med samspill

Definisjonen på totalentreprise med samspill er ikke klart definert i litteraturen ettersom det er flere måter å anvende metoden på. Tidlig involvering, åpenhet, tillit og god dialog er dog viktige prinsipper for å skape godt samspill. Entreprisen krever aktivt bidrag fra byggherre og totalentreprenør gjennom en samspillsprosess. Der kan partene benytte samlokalisering for å skape god dynamikk og kommunikasjon blant prosjektdeltakerne. Slik kan prosjektet oppnå forbedret gjennomføring.

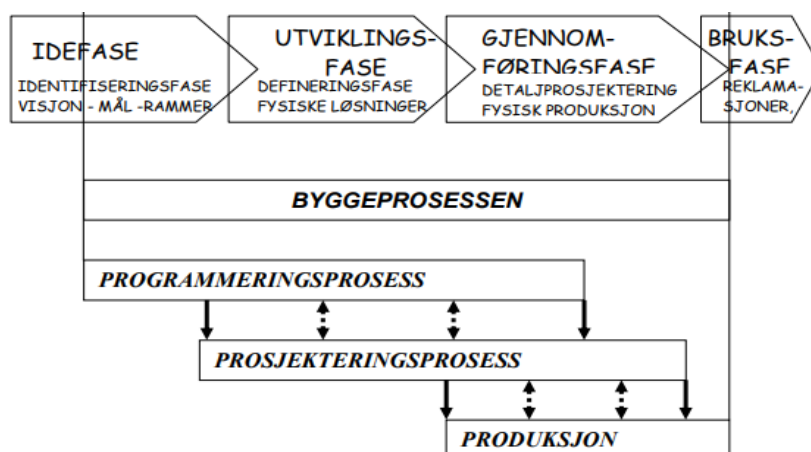
Totalentrepriser med samspill kan utføres i to faser. Første del er der byggherre, entreprenør og rådgivere skal utarbeide en forprosjektrapport. Det skal prosjekteres en projektskisse som gir grunnlag for en estimering av byggekostnaden. Byggherren har en tillatt kostnad, og en målpris som er under tillatt kostnad. Basert på projektskissen skal entreprenøren gi et anbud for fortsettelsen av prosjektet i fase 2. Dersom anbudet er over målpris kan byggherre og entreprenør forhandle, eller bryte forhandlingene. Ved kontraktinngåelse styrkes partenes insentiv for å nå målpris ved å dele «overskuddet» mellom målpris og tillatt kostnad.

3.2 Prosjektering

Prosjektering handler om transformering av kundenes identifiserte behov over til konkrete løsninger (Ballard & Koskela, 1998). Prosjektering har som formål å resultere i informasjonssamling som kan gi videre grunnlag for tegninger, beregninger, planer, spesifikasjoner og modeller. Den samlede informasjonen skal benyttes som retningslinjer for produksjonen av produktene. Prosjektering utføres ved bruk av sosiale ferdigheter, tenking, kommunisering og beslutningstaking (Ballard & Koskela, 1998; Emmitt & Ruikar, 2013). Slik løses usikkerhet og koordinering av aktiviteter for å unngå problemer med gjensidig avhengige problemer.

3.2.1 Prosjekteringsprosessen

Byggeprosjekter deles i faser for å gi deltakere og interessenter oversikt over viktige stadier i prosjektet (Eikeland, 1998). Overgangene mellom fasene gjenspeiler endringen av aktiviteter som foregår i prosjektet og blir ofte sett på som sentrale beslutningspunkter. Faseovergangen indikerer at enkelte aktører er ferdig i prosjektet, og nye kommer inn (Samset, 2015). Eikeland (1998) deler byggeprosjekter inne i 4 faser som vist i Figur 3. Prosjekteringsprosessen anses samtidig som en av de vanskeligste prosessene i et byggeprosjekt, som følge av at prosessen strekker seg fra en ide og helt til ferdig produksjonsgrunnlag (Al Hattab & Hamzeh, 2016).



Figur 3: Generiske faser i byggeprosessen (Eikeland, 1998).

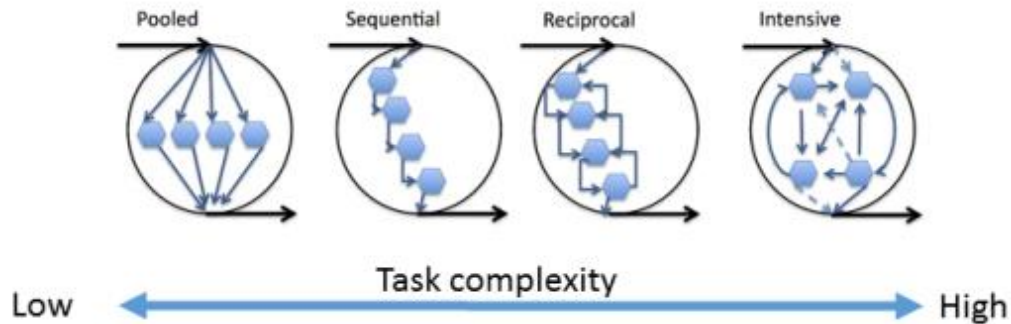
Idefasen har som hensikt å finne prosjektets formål med sine gitte forutsetninger og betingelser (Eikeland, 1998). Her må brukernes behov og ønsker trekkes inn kombinert med hensyn til kvalitet, kostnad og tid for prosjektet. Basert på idefasen kommer utviklingsfasen som tar for seg definering av kravene og prosjektering av løsninger for prosjektet. Gjennomføringsfasen baserer seg på utviklingsfasen og produserer det som er prosjektert. Bruksfasen starter ved endt gjennomføring.

Figur 3 indikerer at prosjekteringen strekker seg fra sent i idefasen, til langt ut i gjennomføringsfasen. Dette praktiseres for å redusere gjennomføringstiden av prosjektet (Eikeland, 1998). Parallell prosjektering og bygging kan gjennomføres fordi konsept og råbygg er definert og gir mulighet for igangsetting av grunnarbeid og råbygg samtidig som detaljprosjektering for innredning pågår (Eikeland, 1998). Eikeland (1998) poengterer at informasjonsflyten er en sentral og viktig faktor for å lykkes med parallell programmering, prosjektering og produksjon.

Prosjekteringsprosessen er overgangen mellom ideer og produksjon (Samset, 2015). Dermed vil prosjekteringen steg for steg låse informasjon som skal brukes som produksjonsunderlag. Endringer i allerede prosjektert materiell vil ha ringvirkninger på tilgrensende fagdisipliner (Eikeland, 1998). Derfor blir endringskostnaden for prosjekteringen dyrere jo lengre ute man er i prosjektet. Planleggingen av prosjekteringen anses derfor som et viktig steg for å unngå uforutsette kostnader som i tillegg påvirker tid og kvalitet (Samset, 2015). Samtidig påpekes det av Bølviken et al. (2010) at prosjektering til en viss grad kan være uendelig utvidbar prosess som følge av at det alltid vil finnes bedre løsninger. I motsetning til produksjon i byggefasen der en gjenstand blir mer og mer ferdig, er prosjekteringsprosessen avhengig av beslutninger for å gå videre. Ballard & Koskela (1998) hevder at prosjektering i tidligfase er spesielt utfordrende å måle mot fremdrift som følge av mangel på produserte tegninger og grunnlag.

Bølviken et al. (2010) betrakter prosjekteringsprosessen bestående av tre delprosesser: 1. ideutvikling av løsninger for prosjektering, 2. Produksjon av prosjekteringsunderlag og tegninger, 3. Beslutningsprosess for bruk av prosjektert materiell. Eikeland (1998) deler prosjekteringsprosessen i fem deler: 1. Romprogram, 2. Byggeprogram med kostnadsramme, 3. Skisseprosjekt, 4. Forprosjekt, 5. Detaljprosjekt.

Delprosessene lagt frem av Bølviken et al. (2010) kan anses som sekvensielle prosesser der prosjekterende utarbeider tegninger basert på bestemte løsninger, for så å danne nye tegninger for et nytt område. Det blir også argumentert for å se prosessene som iterative, der prosjektert materiell ikke fungerer som tenkt i ideutviklingen og dermed må omprosjekteres frem til ideen og prosjekteringen lar seg gjøre. Ideutviklingen og produksjonen av prosjekteringsunderlag inneholder derfor gjensidige avhengigheter der prosjekterende burde ha god dialog og drives med gjensidige endringer i prosjekteringen. Dette støttes av Svalestuen et al. (2018) som tilføyer at prosjekteringsprosessen også kan bestå av samlede avhengigheter og intensive avhengigheter. Samlede avhengigheter foregår i mindre komplekse prosjekter, i motsetning til intensive avhengigheter som forekommer i veldig komplekse prosjekter. Dette er illustrert av Svalestuen et al. (2018) i Figur 4.



Figur 4: Kompleksiteten av prosjekteringsprosessen basert på avhengigheter i prosjekteringen (Svalestuen et al., 2018)

Intensive avhengigheter krever i større grad samarbeid og klarere kommunikasjonsmetoder enn samlede avhengigheter (Svalestuen et al., 2018). Det påpekes at komplekse prosjekter trenger godt definerte roller der prosjektdeltakerne samarbeider tett og er en del av en åpen prosjektorganisasjon.

Selv om mye kommunikasjon kan gå via e-post og telefon, er kommunikasjon ansikt til ansikt gjennom møter fortsatt en veldig viktig måte å formidle informasjon (Emmitt & Ruikar, 2013). Prosjektdeltakernes tilstedeværelse og evne til å handle og reagere er helt avgjørende for kvaliteten på kommunikasjonen. Effektiviteten av kommunikasjon i et prosjekt vil være høyest for prosjekter der deltakerne bruker de avtalte eller tilgjengelige kommunikasjonsmidlene. Derfor deles kommunikasjon i to grupper; synkron og asynkron kommunikasjon (Emmitt & Ruikar, 2013; Svalestuen et al., 2018).

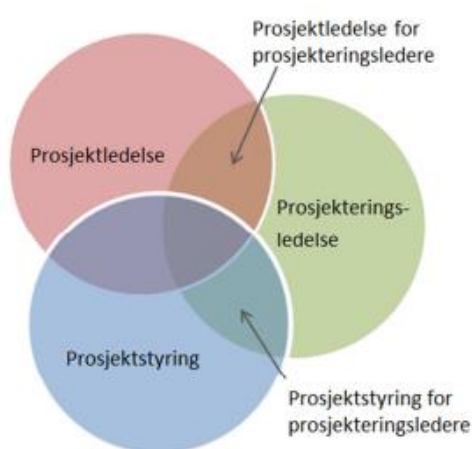
Synkron kommunikasjon er når personer og grupper kommuniserer ansikt til ansikt eller ved muntlig dialog (Emmitt & Ruikar, 2013). Dette kan være fysiske møter, digitale møter eller telefonsamtaler. Ifølge Emmitt og Ruikar (2013) er denne typen kommunikasjon helt avgjørende for opparbeidelse av tillit mellom prosjektdeltakere. Samtidig bidrar det til problem- og konfliktløsning, samt økt sjans for å oppdage muligheter i prosjektet. Ifølge Svalestuen et al. (2018) er synkron kommunikasjon helt essensielt for intensive og gjensidig avhengige aktiviteter.

Asynkron kommunikasjon er motsatt av synkron kommunikasjon, der personer og grupper ikke kommuniserer samtidig (Emmitt & Ruikar, 2013). Dermed vil ikke avsender få svar før mottaker har mottatt og tatt stilling til informasjonen og sendt svaret tilbake. Slik kommunikasjon vil typisk være formidlet gjennom brev, epost og andre typer meldinger. Ifølge Emmitt og Ruikar (2013) vil effektiviteten av slik kommunikasjon være bedre jo større mengde informasjon som blir sendt, eksempelvis anbudsinformasjon og prosjekteringsunderlag. Svalestuen et al. (2018) anser denne formen for kommunikasjon som vesentlig for mer samlede avhengigheter der oppgaver er mindre gjensidig avhengige.

Samarbeid i prosjekteringen er forenklet ved bruk av kommunikasjonsteknologi og modeller som kan benyttes uansett lokasjon til den prosjekterende (Emmitt & Ruikar, 2013). Spesielt har utviklingen av *Building Information Model* (BIM) muliggjort sanntidsoppdateringer i prosjekteringen. På en slik måte kan de prosjekterende samarbeide gjennom prosessen uten sløsing av tid på å sende endringer frem og tilbake.

3.2.2 Prosjekteringsledelse

Ledelse og prosjektering er to ulike fagfelt med felles mål; løse problemer (Emmitt & Ruikar, 2013). Prosjekteringsledelse er et omfattende arbeid, ettersom det innebærer koordinering og integrering av fagretninger i prosjektet. Tilley (2005) karakteriserte prosjekteringsledelse som ledelse av produksjon og utvikling av dokumenter, som over tid oppnår høyere detaljeringsgrad og kan brukes for planlegging, kostnadsestimering og til slutt produksjonsgrunnlag. PROBY-rapporten (Olsen et al., 2013) konkluderer med at prosjekteringsledelsen må ha gode ledelsesevner innenfor både prosjektledelse, prosjektstyring og prosjekteringsledelse som illustrert i Figur 5. Koskela et al. (1997) påstod i 1997 at prosjekteringsledelse har vært en av de mest nedprioriterte områdene innenfor byggebransjen. Målet for prosjekteringsledelsen er å maksimere verdien til kunden og brukeren gjennom prosjektet (Tilley, 2005). Det er prosjekteringsledelsen som sørger for kvaliteten av prosjekteringsunderlaget møter byggets krav og funksjoner for dets fremtidige brukere (Emmitt & Ruikar, 2013).



Figur 5: Den sammensatte kompleksiteten som prosjekteringsleder må beherske (Olsen et al., 2013)

Effektiviseringen av prosjekteringsledelse som en egen fagretning innenfor byggebransjen ble ifølge Emmitt og Ruikar (2013) ikke satt på dagsorden før tidlig 1990. Dette er senere enn andre sammenliknbare industrier. Naturen av prosjekteringen og utførelsen av byggeprosjekter har vært en av flere årsaker til at utviklingen av prosjekteringsledelse har gått seint.

3.2.3 Oppsummering av prosjektering

Prosjektering er å transformere kundens behov til konkrete løsninger. Informasjonssamlingen resulterer i beregninger, tegninger og planer som benyttes for produksjon av bygget.

Prosjekteringsprosessen strekker seg fra idefasen frem og ut i gjennomføringsfasen hvor prosjekteringen ender som produksjonsgrunnlag. Produksjon på byggeplass foregår samtidig med detaljprosjektering for å komprimere prosjektlengden. Dermed må det være en tidsbuffer mellom prosjekteringen og produksjonen.

I motsetning til produksjonen der bygget blir mer og mer ferdig, er prosjekteringen avhengig av beslutninger for å komme videre i prosjekteringsprosessen. Kompleksiteten av prosjektet er avgjørende for håndtering av avhengigheter mellom arbeidsoppgaver. Intensive og gjensidige avhengigheter krever tydelige kommunikasjonsmetoder i

prosjektet. Synkron kommunikasjon er muntlig kommunisering ansikt til ansikt og anbefales for å skape åpenhet og tillitt mellom prosjektdeltakere, samt god problemløsning. Asynkron kommunikasjon er når personene ikke kommuniserer samtidig og anbefales for kommunisering av større informasjonsmengder som anbudsdokumenter.

Det er prosjekteringslederens ansvar å lede utviklingen og produksjonen av dokumenter som til slutt skal benyttes som produksjonsmaterieell. Effektivisering av prosjekteringsledelse er enda et område hvor byggebransjen har stort forbedringspotensial.

3.3 Virtual Design and Construction – VDC

Samhandlingen mellom prosjektering, produksjon og ledelse er en av de største utfordringene innenfor byggeindustrien (Del Savio et al., 2022). For å hanskkes med slike utfordringer er bruk av Virtual Design and Construction (VDC) en nyttig metode. VDC er bruken av integrerte multidisiplinære prestasjonsmodeller i prosjektering- og produksjonsprosjekter (Kunz & Fischer, 2020). VDC omhandler Building Information Model (BIM) som samarbeidsplattform, Last Planner™ System (LPS) som kontroll- og planleggingsverktøy og Integrated Concurrent Engineering (ICE) som møteform (Del Savio et al., 2022; Fosse et al., 2017; Kunz & Fischer, 2020). Bruken av VDC i bygg- og anleggsbransjen anses som en sterk bidragsyter for å øke verdien i prosjekter ved å gi lavere kostnader, økt produktivitet og forbedret samhandling (Lee et al., 2020). Terskelen for deling av informasjon kan senkes ved bruk av VDC, som igjen kan føre til redusert sløsing av ressurser i prosjekter (Rodriguez et al., 2021).

Studier viser at kombinert bruk av metodene innenfor VDC i prosjekter gir bedre arbeidsflyt enn ved å bruke de hver for seg (Del Savio et al., 2022; Maraqa et al., 2021; Rodriguez et al., 2021). Ifølge Rodriguez et al. (2021) vil VDC muliggjøre prinsipper ved Lean Construction som kan skape forbedrede prosesser i prosjektering og produksjon i byggeprosjekter. Erfaringer gjort av Fosse og Ballard (2016) viser at nøye gjennomgang og innføring av metodene tidlig i prosjektene er nødvendig og hensiktsmessig for å få til god bruk av hjelpemidlene.

Litteraturstudie utført av Del Savio et al. (2022) viser til at VDC står sterkt som et rammeverk for å styre produktet, organisasjonen og prosessen, men at virkemidlene som BIM, ICE og LPS er i stadig utvikling og trolig vil utvikle seg mer. Kunz og Fischer (2020) hevder at VDC spesielt står sterkt i Skandinavia, der stadig flere flergangsbyggere, rådgivere, arkitekter og underentreprenører tar VDC-kurs og benytter det i sine prosjekter. Det er derfor nødvendig med en beskrivelse av metodene og erfaringen med dem.

3.3.1 Integrated Concurrent Engineering - ICE

Integrated Concurrent Engineering (ICE) er en samarbeids- og møteform i VDC (Kunz & Fischer, 2020). ICE stammer fra NASA's Jet Propulsion Laboratory, der flere fagdisipliner er sammensatt i møter for å skape, spesifisere, sjekke og utføre ideer og handlinger. Hensikten med møteformen er å samle prosjekterende og utførende i et stort rom der informasjon kan bli delt raskt med riktig kvalitet, uten å vente på svar gjennom e-poster og andre samhandlingstjenester. Ved å ha en klar møteagenda, nødvendig fagpersonell til stede og aktiv problemløsning, kan presentasjoner, diskusjoner og spørsmål bringes opp med kort responstid (Fosse et al., 2017; Kunz & Fischer, 2020; Tauriainen et al., 2016)

ICE-møter anbefales å gjennomføres over en hel dag en gang i uken for å oppnå kontinuitet og forutsigbarhet i fremdriften og informasjonsflyten i prosjektet (Kunz & Fischer, 2020). Samtidig anbefales det at flest mulig interessenter inviteres til oppstartsmøter for å bli kjent med prosjektet. Videre burde ICE-møtene invitere flest mulig som besitter avgjørende informasjon for beslutningstakere. ICE-møter skiller seg fra «vanlige» møter ved at agendaen for dagen er nøye planlagt med avsatt tid til hvert tema som er sendt inn på forhånd av møtene (Del Savio et al., 2022; Fosse et al., 2017). Deltakerne kan dermed forberede seg til møtene og klargjøre sine standpunkt til de ulike problemene og temaene. Møteformen utføres best ved bruk av flere store skjermer med fremdriftsplan og fremvisning av prosjekteringsunderlaget (Kunz & Fischer, 2020). Dette støttes av Fosse et al. (2017) som aktivt brukte store oversiktlige rom med tydelige skjermer for å vise frem prosjektstatusen.

ICE er gjennomført i en rekke prosjekter der Last Planner™ System og BIM er benyttet (Abou-Ibrahim & Hamzeh, 2017; Fosse et al., 2017; Fosse & Ballard, 2016; Nøklebye et al., 2018; Styrvold et al., 2019). Erfaringene fra prosjektene viser at ICE reduserer sløsing i aktiviteter og bedrer informasjonsflyt og samhandling mellom de prosjekterende. Gjennom litterastudiet utført av Belsvik et al. (2019) undersøkes målinger av prosjekteringsprosessen der VDC praktiseres. Studien tyder på et bredt spekter av målinger som blir benyttet for å kartlegge prosjekteringsprosessen. Mest benyttede målinger er Prosent Plan Utført (PPU), møtekvalitet og rotårsak til forsinkelse. Disse målingene lar seg gjøre i ICE-møter og kan bidra til kontinuerlig forbedring i prosjekter (Belsvik et al., 2019; Fosse et al., 2017; Nøklebye et al., 2018). Kunz og Fischer (2020) anser VDC og ICE som prosesser som tilrettelegger for bruk av PDCA-metodikk (Plan, Do, Check, Act). Slik skal prosessen sørge for at prestasjonsmålingene blir benyttet til kontinuerlig forbedring. Målinger som ikke blir hensyntatt eller fører til handlinger anses som nytteløse målinger.

3.3.2 Building Information Model - BIM

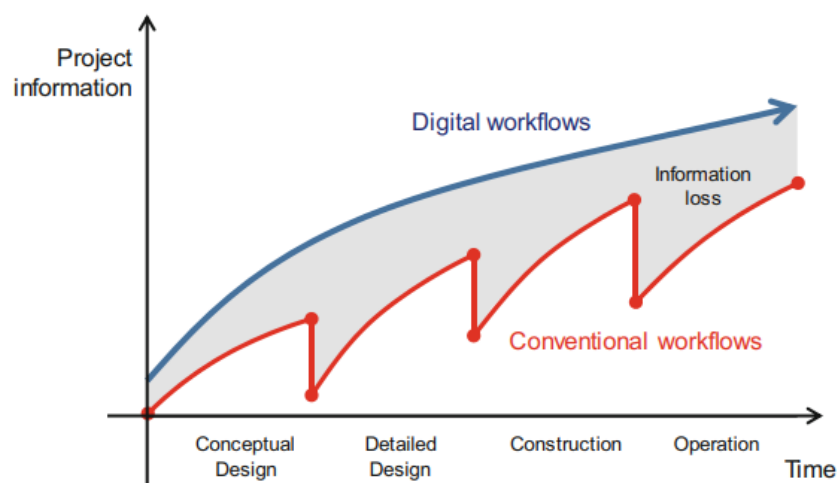
Building Information Model (BIM) er en omfattende digital modell med store mengder data og informasjon av et bygg som kan visualiseres gjennom en 3D-modell (Borrmann et al., 2018; Forbes & Ahmed, 2010). Modellen kan inneholde informasjon om enkeltelementers materialtype, mengder, størrelser, pris, leverandør, funksjoner og krav som er tiltenkt et bygg, samt informasjon om tilgrensende komponenter. Nyten av BIM kommer ved at prosjekterende har tilgang til modellen og kan oppdatere modellen kontinuerlig. Ettersom modellen er basert på nåværende opparbeidet informasjon om prosjektet, kan modellen anses som en visuell geometrisk informasjonsbank (Emmitt & Ruikar, 2013) eller database med informasjon om byggets objekter (Sacks et al., 2018). I følge Rodriguez et al. (2021) er dette til dels smale definisjoner på BIM og tilføyer at BIM også har et prosesselement i seg. Det er denne prosessedelen som ivaretas gjennom VDC (Del Savio et al., 2022; Kunz & Fischer, 2020).

Bruk av BIM tilrettelegger for mer og bedre tilgang til informasjon enn tradisjonelle tegninger (Svalestuen et al., 2018) og muliggjør bedre forståelse av prosjekteringen (Del Savio et al., 2022), samt mer effektiv og verdiskapende prosjektering (Emmitt & Ruikar, 2013; Tauriainen et al., 2016). BIM blir av Emmitt og Ruikar (2013) ansett som et effektivt hjelpemiddel for å realisere prinsippene rundt effektiviseringen av prosjekteringen med Lean tankegang og totalentrepriser med samspill.

En av de største fordelene BIM bidrar med i prosjekteringen er muligheten til å gjennomføre kollisjonstester mellom fag innad i bygget (Borrmann et al., 2018; Emmitt

& Ruikar, 2013; Forbes & Ahmed, 2010; Tauriainen et al., 2016). Dermed kan kolliderende elementer i modellen avsløres før produksjon av arbeidstegninger. Ved å foreta kollisjonstest før produksjonen, kan prosjekteringen redusere forespørsler om ny informasjon, endringer og omprosjektere deler av bygget, som følge av kollisjon mellom elementer. Slik visualisering anser Tauriainen et al. (2016) som verdidrivende prosjektering fordi det i større grad muliggjør å utelukke feil og ikke-verdidrivende aktiviteter. Dermed skapes færre feil og mulighet for kortere prosjekteringstid.

Bruk av BIM tilfører større samhandling mellom de prosjekterende og reduserer tapet av informasjon mellom fag og faser i byggeprosessen sammenliknet med tradisjonell prosjektering (Borrmann et al., 2018; Forbes & Ahmed, 2010). Dette er vist i Figur 6, der det tydeliggjøres hvordan informasjon bevares gjennom digitalt arbeid sammenliknet mot tradisjonelt arbeid. Forbes og Ahmed (2010) presiserer at dette bidrar til høyere produktivitet og nøyaktighet i prosjekteringen.



Figur 6: Informasjonsbevaring i tradisjonell og digital arbeidsflyt (Borrmann et al., 2018)

Kommunikasjon er et viktig aspekt ved prosjektering, ettersom prosessen er iterativ og kompleks som følge av de mange gjensidige avhengighetene (Al Hattab & Hamzeh, 2016; Svalestuen et al., 2018). Ved endringer i prosjekteringen eller forsinket informasjonsdeling kan det føre til drastiske forsinkelser i fremdriften av prosjekteringen (Al Hattab & Hamzeh, 2013). Ved bruk av BIM i prosjektering muliggjøres likevel deling av informasjon i langt høyere grad enn ved andre metoder.

Selv om BIM har mange fordeler, hører det også med ulemper ved bruk av verktøyet. Alle elementer i modellen har naboelementer som de til enhver tid er avhengig av for å opprettholde byggets funksjoner (Emmitt & Ruikar, 2013). Derfor vil endringer i form av kvalitet, størrelse eller plassering av et element påvirke naboelementer. Dersom modellen ikke oppdateres med ny informasjon, vil fordelene av BIM forsvinne. Et slikt problem er ved modenhet for ulike objekter og soner i modellen (Nøklebye et al., 2018; Svalestuen et al., 2018). Fremdriftsplanlegging ved bruk av BIM, modellens modenhet og Last Planner™ System har dermed utviklet seg de senere årene for å dra full nytte av egenskapene til metodene (Mejlænder-Larsen, 2019).

3.3.3 Oppsummering av Virtual Design and Construction

Virtual Design and Construction er bruk av BIM, LPS ICE for utføring av prosjektering- og produksjonsprosjekter. Metodene skal øke samhandlingen og senke terskelen for deling av informasjon i prosjektet.

ICE er samarbeids- og møteformen i VDC og utføres som et møte der flest mulig prosjektdeltakere møtes for å formidle informasjon og beslutninger med kort responstid og høy kvalitet. Agendaen er planlagt og følges nøye for å gi god fremdrift og forutsigbarhet i møtene.

BIM benyttes som samhandlingsplattform i prosjekteringen og anses som informasjonsbank for prosjekteringsmateriell. Fordelen med BIM er at prosjektdeltakere kan oppdatere modellen kontinuerlig og visualisere elementene. BIM effektiviserer prosjekteringen og egner seg godt i samspillsprosesser som følge av samhandlingen i modellen, samt bevaringen av informasjon i modellen mellom prosjektfasene.

LPS er kontroll- og planleggingsverktøyet i VDC og beskrives nøyere i kapittel 3.4.

3.4 Fremdriftsplanlegging

Prosjekters unike muligheter, risiko og omfang gjør prosjektplanlegging utfordrende (Ramanayaka et al., 2023). En prosjektleder og prosjekteringsleders ansvar gjennom prosjekteringsprosessen er å sørge for riktig bruk av ressurser for å styre og følge opp fremdrift i prosjekteringen innenfor de gitte rammevilkårene (Olsen et al., 2013).

Etablering av en klar strategi for fremdriften fra tidligfase i prosjektet øker mulighet til å lykkes, samt å foreta vellykkede endringer senere (Ramanayaka et al., 2023). Mangel på etablering av realistiske milepæler og leveranseplaner er en av årsakene til at faktisk fremdrift er dårligere enn planlagt fremdrift i prosjekteringen.

Kontrakten i byggeprosjektet anses som den viktigste forutsetningen for å sette milepæler i prosjektet (Koch et al., 2010). Prosjektets leveringsdato, faseoverganger og tilgjengelige ressurser kan leses ut av kontrakten og brukes til milepælsetting. Kompleksiteten i prosjektering og produksjon er derimot en faktor prosjektledelsen selv må evaluere i fremdriftsplanleggingen. Koch et al. (2010) anbefaler å danne flere spesifikke milepæler for prosjektorganisasjonen som kontrollpunkter i prosjekteringen. PROBY-rapporten (Olsen et al., 2013) peker på at byggherren må kreve en bestemt form for måling og rapportering av fremdrift. Fremdriftsplanen må ta høyde for kollisjonskontroller innad og mellom fag i prosjekteringen for å oppnå ønsket kvalitet på leveransene. En milepæl som avhenger av flere mindre er foretrukket, fremfor mange små milepæler i planen (Koch et al., 2010; Olsen et al., 2013). Dette bidrar til å få en oversiktlig plan med klare og tydelig mål.

Planlegging i byggeprosjekter har tradisjonelt vært basert på *Push planlegging* (Ballard, 2000). Arbeidsflyten vil der planlegges ut fra forhåndsbestemte datoer uavhengig av behovet til produksjonen eller prosjekteringen (Ghanem et al., 2022). Systemet mates kontinuerlig med de ressursene som er tilgjengelig for å nå leveransedatoen.

Arbeidsoppgaver kan derfor gå parallelt til tross for at enkelte oppgaver kan utføres til en annen tid og arbeidskraften brukes mer hensiktsmessig en annen plass.

Pull planlegging er basert på å planlegge bakover fra når et produkt, informasjon eller beslutning er etterspurt fra kunden eller oppdragsgiveren (Ballard, 2000; Fosse & Ballard, 2016; Sacks & Goldin, 2007). Informasjon og materiell blir kun inkludert i planleggingsfasen dersom personene i prosessen har evne til å håndtere arbeidet. Dermed kan de planleggende personene «dra» den spesifikke leveransen ut fra prosjektets behov. Slik utløser en større leveranser behovet for flere nye leveranser lengre ned i fremdriftsplanen fra andre prosjekterende. Slik kan leveranser deles opp i stadig mindre spesifikke arbeidspakker. Systemet tar dermed alltid i bruk leveransen fra foregående prosess. Pull planlegging utført samlet i prosjekteringsgruppen gir ifølge

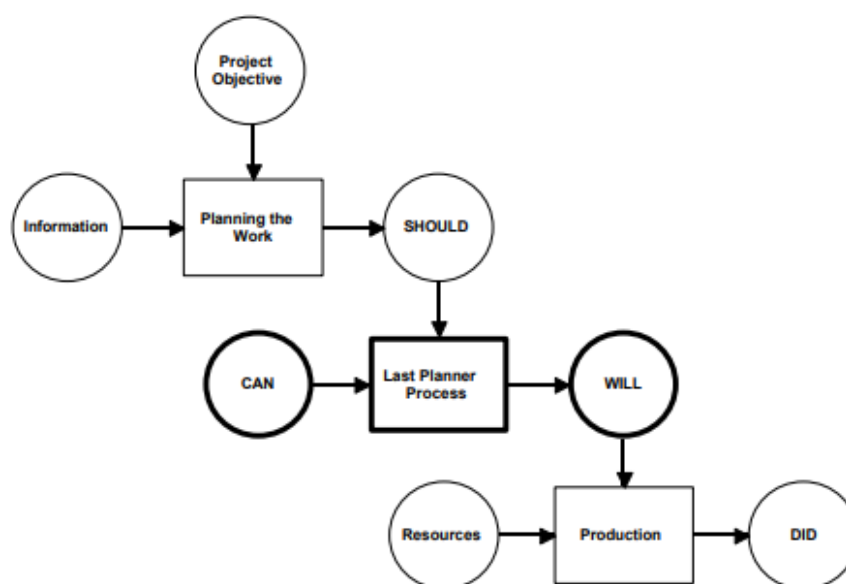
Fosse og Ballard (2016) fordelaktig pålitelighet, forpliktelse og forutsigbarhet sammenliknet med tradisjonell planlegging.

Pull planlegging av produksjon kan gi økt produktivitet, mindre ledetid og mindre avbrytninger i produksjonen til tross for noe lengre totaltid (Ghanem et al., 2022). Ghanem et al. (2022) påpeker samtidig at en kombinasjon av *pull* og *push* kan bli implementert i produksjonen for å gi høyere fleksibilitet. Fremdriftsplanlegging av prosjektering kan utføres basert på planleggingen av fremdriften for produksjon av bygget (Svalestuen et al., 2018). Slik kan prosjektering følge rekkefølgen for produksjonen og ligge foran produksjonen med en buffer.

3.4.1 Last Planner™ System - LPS

Last Planner™ System (LPS) er en tenkemåte bestående av et sett med regler, prosedyrer og verktøy for planlegging og kontrollering av arbeidsflyt og produksjonsenheter (Ballard, 2000). Naturen av produksjon- og prosjekteringsplanlegging krever en rekke involverte personer med ulik kompetanse til ulik tid i prosjekter. Planlegging høyt i prosjektorganisasjonen anses som strategisk planlegging. Desto nærmere utførelsen av produksjonen man kommer i hierarkiet, jo mer taktisk planlegging utføres. Personen som til slutt planlegger hva som skal utføres i morgen anses som den siste planleggeren, eller «Last Planner». LPS er et system som tilrettelegger for at alle forutsetninger er klare før en arbeidsoppgave skal utføres. Slike system betraktes som «pull system».

Basert på stegene i Figur 7 fører bruken av LPS til fire planer med ulik detaljeringsgrad (Ballard, 2000). *Master Plan* forholder seg til **Burde** og kartlegger prosjektmål og overordnet milepæler. *Faseplan* tilrettelegger og planlegger nøyere hvordan avhendinger og kommende hendelser i prosjektet skal foregå. *Fremoverplan* forholder seg hva som **Kan** bli gjort og hva som må klargjøres de neste seks ukene for å kunne utføre fremtidige oppgaver. *Ukentlig arbeidsplan* etablerer arbeidsoppgaver som **Skal** utføres og forplikter personer til å utføre oppgaven den kommende uka. Neste ukes møte hvor nye forpliktelser etableres, måles forrige ukes planlagte oppgaver om det er utført (**Gjort**).



Figur 7: Skisse av Last Planner™ System (Ballard, 2000).

I Figur 7 vises det hvordan LPS går fra planleggingen av arbeidet og stadfester hva som **Burde** (SHOULD) bli gjort. Prosessen forsetter ved at man går lengre ned i prosjekthierarkiet og fastsetter hva som **Kan** (CAN) gjøres. Ut fra hva som **Kan** bli gjort, etableres ukentlig arbeidsplan i ukentlige møter. Her forplikter «the Last Planner» seg til hva som **Skal** (WILL) bli gjort kommende uke. Etter en uke måles hva som er **Gjort** (DID), før nye forpliktelser blir fastsatt.

Last Planner™ System ble opprinnelig introdusert som et planleggingsverktøy for produksjonen i byggeprosjekter (Ballard, 2000), men blitt en vanlig metode for fremdriftsplanlegging i prosjektering (Fosse & Ballard, 2016; Hamzeh et al., 2009; Hansen et al., 2022; Kerosuo et al., 2012; Nøklebye et al., 2018). Dette muliggjør bedre kommunikasjon i prosjekteringsgrupper. Bruk av LPS i prosjektering kan samtidig øke gjennomføringsgraden av prosjekteringsarbeidet og bevisstheten til prosjekterende rundt gjensidig avhengige oppgaver (Kerosuo et al., 2012). Implementeringen har samtidig bidratt til bedret arbeidsflyt (Khan & Tzortzopoulos, 2015) og bedre prestasjoner i form av tid, kostnad og kundekrav (Fosse & Ballard, 2016). LPS sin systematiske proaktive tilnærming til problemer gir også store fordeler for identifisering av problemer. Dette kan være avgjørende for en strukturert og formalisert prosess for planlegging og kontroll av prosjektering (Etges et al., 2020; Mota et al., 2019).

Etter utført oppgave vist ved «Production» i Figur 7, kommer man til det Ballard (2000) omtaler som «DID» (**Gjort**). Måling av utført plan er en mulighet for prosjektorganisasjonen til å kontrollere utførte arbeidsoppgaver mot planlagte oppgaver som prosjektdeltakere har forpliktet seg til i de ukentlige arbeidsplanene. Målingen kalles *Prosent Plan Utført* (PPU) og angis i prosent av planlagte oppgaver. PPU gir prosjekt- og prosjekteringsleder en indikator på fremdriften i prosjektet, samtidig som rotårsaker for de uferdige oppgavene kan avdekkes (Ballard, 2000; Fosse & Ballard, 2016; Khan & Tzortzopoulos, 2015). På en slik måte kan PPU bidra til kontinuerlig forbedring i både effektivitet og kontroll av det produserte materiellet (Mota et al., 2019). Abou-Ibrahim og Hamzeh (2017) påpeker at PPU kun reflekterer om den planlagte oppgaven er utført, og ingenting om kvaliteten på arbeidet. De anser dette som et viktig poeng, ettersom målingen av PPU kan indikere at 100% av planlagt arbeid er utarbeidet, men at det i realiteten er en lavere andel som er egnet for bruk. Maraqa et al. (2021) anser PPU kun som en indirekte indikator på flyten i prosjektet som følge av at PPU ikke måler sløsing, syklostider eller oppgaver i arbeid. Samtidig mener de at manipulering av PPU forekommer for å sette prosjektledelsen og prosjektet i et godt lys.

3.4.2 Level of Development - LOD

Ifølge Al Hattab og Hamzeh (2013) blir BIM-modellen som utformes i forprosjektet, og som kun består av arkitektoniske avgrensninger, beriket mer og mer utover i detaljprosjekteringen. Berikelsen av modellen kan følge konkrete steg for å beskrive ønsket nivå av modenhet for objekter. Dette kalles Level of Development (LOD). Hensikten med LOD er å formalisere og standardisere utviklingen til objekter i BIM-modellen ved å tillegge utviklingsstegene konkrete krav (Abou-Ibrahim & Hamzeh, 2017; Svalestuen et al., 2018). Stegene er inndelt i 6 trinn, der laveste grad av utvikling er LOD 100 og høyeste grad er LOD 500. Utviklingen blir hovedsakelig bedømt på grafisk utseende, informasjon og påliteligheten av informasjonen (Abou-Ibrahim & Hamzeh, 2016). Dette er illustrert ved å vise mulig utvikling av LOD for et objekt i Figur 8. På en slik måte kommuniserer de prosjekterende innholdet i modellen, samtidig som de impliserer sannsynligheten for fremtidige endringer i modellen. Derimot er metoden

kompleks og egnes ikke i alle byggeprosjekter som følge av variasjon i tekniske krav og fremdrift (Borrmann et al., 2018; Svalestuen et al., 2018).

Definisjonen på LOD-nivåene utarbeidet av BIMforum (2021) er som følger:

LOD 100: Elementet kan bli grafisk fremstilt med et symbol eller andre generiske fremstillinger, men når ikke krav for LOD 200.

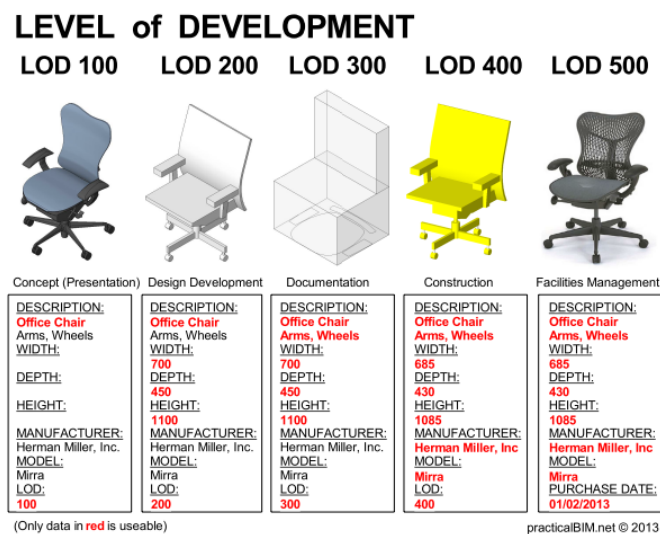
LOD 200: Elementet er definert grafisk med omtrentlige mengder, størrelser, fasong, beliggenhet og retning. Enkel ikke-grafisk informasjon kan tilføyes elementet.

LOD 300: Elementet er grafisk representert i modellen som et spesifikt objekt med mengde, størrelse, fasong, beliggenhet og retning. Tilleggsinformasjon kan tilføyes elementet.

LOD 350: Elementet er grafisk representert i modellen som et spesifikt objekt med mengde, størrelse, fasong, beliggenhet og retning. Elementet samhandler med andre systemer eller objekter. Tilleggsinformasjon kan tilføyes elementet.

LOD 400: Elementet er grafisk representert i modellen som et spesifikt objekt med mengde, størrelse, fasong, beliggenhet og retning, med detaljert informasjon om produkttype og montering. Tilleggsinformasjon kan tilføyes elementet.

LOD 500: Elementet er representert «som bygd» i form av størrelse, fasong, beliggenhet, mengde og retning. Tilleggsinformasjon kan tilføyes elementet.



Figur 8: Illustrasjon av mulig LOD-utvikling for et objekt (Mcphee, 2013)

LOD har til tross for sine fordeler blitt kritisert for sin egnethet ettersom utviklingen av objektene kan ligge mellom to steg, uten at prosjekteringen kan identifisere hvilket steg de er på (Mcphee, 2013). Samtidig mener Abou-Ibrahim og Hamzeh (2017) at LOD fokuserer for mye på utviklingen av selve objektet og for lite på hele modellen som helhet. Dette understrekes av Garcia et al. (2021), som samtidig påpeker at metoden er veldig tidkrevende, da hvert element må oppdateres kontinuerlig. Betegnelsen LOD er samtidig benyttet for *Level og Detail* og *Level of Definition*, noe som skaper forvirring i litteraturen og er med på å hindre utviklingen av et samlet språk for prosjektering (Abualdenien & Borrmann, 2022).

Det er derfor foreslått et annet rammeverk for målingen av modenhet i prosjekteringen.

3.4.3 Modell Modenhets Indeks - MMI

Al Hattab og Hamzeh (2013) anser bruken av BIM som et viktig verktøy til å modne prosjekteringsunderlaget på en rask og effektiv måte, fremfor tradisjonelle prosjekteringsmetoder. Utviklingen av prosjekteringen og oppfølging av fremdriftsplanen basert på LOD og modenhet i BIM har også blitt gjennomført i oljeindustrien (Mejlænder-Larsen, 2019) og anses som hensiktsmessig for god prosjektstyring. Dette mener også Eray et al. (2018) er hensiktsmessig i byggindustrien og tar til orde for bruk av enhetene i Modell Modenhets Indeks (MMI) etablert av Construction Industry Institute (CII). Modellbasert prosjektering har ifølge Garcia et al. (2021) revolusjonert prosjektlevering av store byggeprosjekter. På samme vis som LOD, er MMI en metode for kommunikasjon og fremdriftsplanlegging i prosjektering. Forskjellen ligger i omfanget av elementer som blir omfavnet av samme modenhetsnivå (Abou-Ibrahim & Hamzeh, 2017; Fløisbonn et al., 2018). MMI omfatter hele eller deler av et område i en konstruksjon samtidig som det inkluderer grafisk og ikke-grafisk informasjon til modellen, mot LOD som kun evaluerer enkeltelementer og deres grafiske og ikke-grafiske informasjon (Eray et al., 2018). Målingen av modenheten og dens tilhørende tallkode har store likhetstrekk med definisjonen av LOD-nivåene. Samtidig mener Eray et al. (2018) at MMI i større grad muliggjør måling av prosjektdisiplinene, i motsetning til LOD, som måler enkeltelementer.

Bruk av modenhetsstyring i bygg, anlegg og samferdsel ble standardisert av interesseorganisasjonene Entreprenørforeningen Bygg og Anlegg (EBA), Rådgivende Ingeniørers Forening (RIF) og Arkitektbedriftene i Norge i 2018 (Fløisbonn et al., 2018). Ny revidert veileder ble publisert høsten 2022 (Fløisbonn et al., 2022). MMI beskriver modenheten av objekter og soner ut fra geometri og informasjon i BIM-modeller gjennom standardiserte tallkoder. Etablering av koder for modenhet er hensiktsmessig for å få utvikling av informasjonsinnhold eller geometrisk detaljeringen i forhold til prosjektutviklingen. Dette bidrar til å planlegge og kontrollere prosjekteringen mot MMI-nivåer som er avtalt innledningsvis i prosjektet som vist i Figur 9. Fløisbonn et al. (2022) påpeker at MMI kan benyttes for både større soner og mindre objekter og arbeidspakker. Veilederen tar ikke for seg krav til informasjon og detaljeringsnivå for MMI-nivåene ettersom dette må avklares i hvert enkelte prosjekt ut fra behov og ressurser. Veilederen er derfor å anse som en veileder for prosessen ved å danne informasjon- og geometrikrav til MMI-nivåene. Primærnivåene for MMI viser den lineære modningen og gis i hele 100-verdier, mens sekundærnivåene vises ut fra tier- og enerplassen ved 125, -50, -75 og angir gjentakende prosesser som koordinering og kvalitetssikring (Fløisbonn et al., 2022). Primær- og sekundærnivåene med tilhørende navn og beskrivelse er gitt nedenfor:

MMI 000 – Tidligfase: Prosesser som går forut for byggeprosjektet, eksempelvis planprosesser, arkitektkonkurranse el. lign

MMI 100 – Grunnlagsinformasjon: Objekter og informasjon etablert som grunnlag for utvikling av prosjektet.

MMI 200 – Ferdig konsept: Konseptuelle løsninger er besluttet, klargjort for utvikling av prinsipielle løsninger.

MMI 300 – Underlag for detaljering: Prinsipielle løsninger er utviklet og besluttet, klargjort som underlag for videre detaljering.

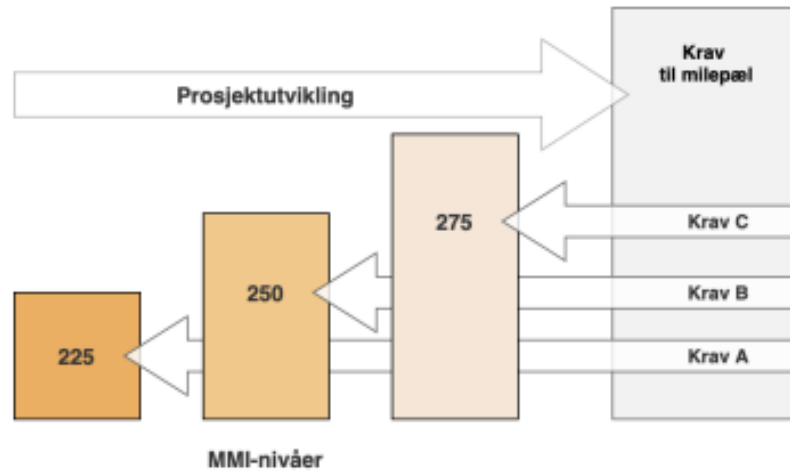
MMI 400 – Arbeidsgrunnlag: Klart for utførelse på byggeplass. Underlaget kan også brukes for bestilling, planlegging, utførelse og dokumentasjon.

MMI 500 – Som bygget: Leveranse i henhold til bestilling overdratt fra leverandør til bestiller.

MMI -25: Etablert prinsipielle løsninger

MMI -50: Tverrfaglig kontrollert prinsipielle løsninger

MMI -75: Valgt prinsipielle løsninger



Figur 9: Prosessen frem mot milepæl ved hjelp av MMI-nivå (Fløisbonn et al., 2022)

I følge Fløisbonn et al. (2018) burde modenhet avgrenses med definerte soner og områder for det spesifikke prosjektet. Styrvold et al. (2019) påpeker at arbeidsprosessen burde tilpasses det enkelte prosjekt. Videre burde prosjekteringsorganisasjonen utarbeide kravene for hvert nivå til hver disiplin. Et område som består av elementer med ulike MMI-nivå må karakteriseres med det laveste oppfylte MMI-nivået (Fløisbonn et al., 2022; Garcia et al., 2021). Dersom feil og avvik fører til endringer i prosjektutviklingen anbefaler Fløisbonn et al. (2022) å «ta et steg tilbake» til forrige MMI-nivå og rette opp feil som ble gjort, til tross for at prosjektutvikling med MMI burde planlegges lineært. Slik tilbakegang uteble hos Hansen et al. (2022) og førte til mangel på kontroll i modenhetsutviklingen av prosjektet og fremdriften generelt.

Etter avklaring av avhengigheter mellom disiplinene i prosjekteringen burde fremdriftsplanleggingen av prosjekteringen for å nå de ulike MMI-nivåene skje ved bruk av Last Planner™ System (Nøklebye et al., 2018; Styrvold et al., 2019). Ifølge Fløisbonn et al. (2018) er MMI godt egnet for planlegging av slike prosjekteringsleveranser, der aktører kan meddele krav for modenhet i BIM-modellen til øvrige fagdisipliner gjennom LPS som vist i Figur 10. Ifølge Hansen et al. (2022) burde MMI benyttes for å veilede og kontrollere prosjekteringen og poengterer at det er unyttig å sette et MMI-krav tidlig i prosjektet hvis ikke nivåene blir fulgt opp kontinuerlig i modenhetsutviklingen. Ved å kombinere bruken av LPS og MMI, kan modenheten og dermed fremdriften i prosjekteringen måles gjennom Prosent Plan Utført (Hansen et al., 2022; Nøklebye et al., 2018). Slik loggføring av gjennomførte prosjekteringsaktiviteter burde skje gjennom ICE-sesjoner. På en slik måte kan prosjektlederen avklare om det er behov for omprosjektering, utsettelse av fremdrift eller fortsette som planlagt. Garcia et al. (2021) erfarte at en slik standardisert kommunikasjonsmetode for prosjekteringen er nødvendig.

Ukenr.	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Milepæler											MMI 300		MMI 350		MMI 400	
Entreprenør																
Arkitekt																
RIB																
RIV																
RIE																
BIM																

Figur 10: Eksempel på bruk av MMI i fremdriftsplanlegging (Fløisbonn et al., 2018)

Ifølge Styrvold et al. (2019) er det viktig at fremdriftsplanen av prosjekteringen er utarbeidet med hensyn på produksjonsplanen i gjennomføringsfasen. Dette er viktig for å basere innkjøp av varer på reelle arbeidstegninger. Ettersom produksjonen deler bygget i soner og systemer, burde prosjekteringsprosessen deles inn likt for å skape en buffer mellom prosjektering og produksjonen. En sone kan være ett eller flere rom, eller en etasje, mens systemer dreier seg om installasjoner som går gjennom flere soner, eksempelvis VVS (Nøklebye et al., 2018; Styrvold et al., 2019). Slike soneinndelinger kan føre til lettere strukturering av prosjekteringsmøter, samt riktig innblanding av nødvendige prosjekterende for å løse problemer (Hansen et al., 2022). Erfaringen fra leilighetsprosjektet fulgt av Hansen et al. (2022) viser derimot at sonene ikke burde være for store med mange små tekniske systemer. Det anbefales derfor geografiske soner der tekniske delsystemer innad i sonene oppnår separate modenheter.

Garcia et al. (2021) erkjenner at utarbeidelse av BIM-modell, krav til MMI-nivå, forpliktelser i fremdriftsplanen, samt logging av PPU er tidkrevende. Likevel påstår Garcia et al. (2021) at flere aktører i bransjen har dokumentert positiv avkastning ved å investere i metoder som MMI og BIM, uten videre dokumentasjon for beregningene.

3.4.4 Oppsummering av fremdriftsplanlegging

Fremdriftsplanlegging er essensielt for å lykkes med utførelsen av prosjekter. Fremdriften burde baseres på leveringsdato, faseoverganger og tilgjengelige ressurser som spesifisert i kontrakten. Samtidig må milepælene være realistiske. Derfor må prosjektledelsen selv vurdere kompleksitet mot utførelse av prosjekteringen.

Litteraturen omtaler ofte *push planlegging* som tradisjonell planlegging, og *pull planlegging* som mer moderne planlegging. *Pull planlegging* utføres etter når prosjektet og prosjekterende etterspør at leveranse skal være ferdig. Slik utløser en større leveranse behovet for flere nye leveranser lengre ut i fremdriftsplanen fra andre prosjekterende.

LPS er et pull-basert system der «the last planner», altså personen som utfører arbeidsoppgaven, forplikter seg til å levere arbeidsoppgaven som er etterspurt av en annen, til en gitt dato. LPS-prosessen starter ved å kartlegge hovedmilepæler etter hva som burde gjøres. Seks til åtte uker før komplementering av milepælene, avklares hva som kan gjøres av det som burde gjøres. Ut fra hva som kan gjøres, forplikter prosjekterende seg ukentlig til hva som skal gjøres. Dette måles påfølgende uke.

Ved å benytte BIM og LPS i prosjektering kan utviklingen av BIM'en planlegges i LPS. Utviklingen av elementer i BIM er beskrevet gjennom standardiserte tallkoder og betegnes som Level og Development (LOD). Etter implementering av LOD i bransjen ble en likende metode utviklet og EBA utarbeidet en veileder for Model Modenhets Indeks (MMI). MMI ble opprettet for å lettere planlegge og beskrive utviklingen av modenheten i modellen fremfor enkeltobjekter som LOD. MMI beskriver modenheten av objekter og soner i BIM'en gjennom standardiserte tallkoder. Prosjekteringen kan dermed planlegge leveranser i LPS ut fra tallkodene. Et område i BIM'en bestående av ulike MMI-nivå må karakteriseres ut fra elementet med lavest MMI-nivå.

4. Resultat

Dette kapittelet tar for seg resultatene fra studien som er gjennomført. Studien er utført gjennom semistrukturerte intervjuer, samt dokumentstudier. Hensikten er å svare ut forskningsspørsmålene; 1. Hvordan er fremdrift av prosjektering planlagt og fulgt opp i prosjektet? 2. Hva er erfaringen med fremdriftsplanleggingen og -oppfølging av prosjektering? 3. Hvordan kan fremdriftsplanlegging og -oppfølging av prosjektering forbedres? Struktureringen av resultatdelen er gjort etter intervjuguiden i Vedlegg 1 med planlegging av prosjektering, organisering av prosjekteringsmøter og utførelsen av prestasjonsmåling.

4.1 Planlegging av prosjektering

Følgende underkapitler tar for seg hvordan planlegging av prosjektering foregår i praksis, hva erfaringene med praksisen er og hva informantene mener kan forbedre planleggingen.

4.1.1 Praksis ved planlegging av prosjektering

Planleggingen av prosjekteringen gjennomføres ved å etablere milepæler. Milepælene oppføres på en felles fremdriftsplan for hele prosjektet for alle deltakere i samspillet. Skanska opererer med kontraktsfestede milepæler og egne styringsmilepæler i sine prosjekter. Dette er standardisert innad i Skanska. Styringsmilepælene er videre inndelt i produksjonsmilepæler, innkjøpsmilepæler og prosjekteringsmilepæler. Hovedmilepælen er prosjektets sluttdato eller tilbudsfrist til fase to av totalentreprisen med samspill. Fra oppstartsdato og frem mot tilbudsfristen ble styringsmilepæler opprettet for å gi statusoppdateringer om økonomi og prosjekteringen til Sykehusbygg. Milepælene planlegges ved bakoverplanlegging og settes hovedsakelig av prosjektleder fra byggherre og entreprenør, samt prosjekteringsleder.

Basert på de etablerte styringsmilepælene blir prosjekteringsansvarlige for øvrige fag og rådgivere invitert til ett oppstartsmøte. Der blir fremdriftsplanen beriket gjennom involverende planlegging som resulterer i en mer detaljert plan for prosjekteringen. Konkretisering av innholdet i leveransene, hvem leveransen avhenger av og til hvilket tidspunkt leveransen må foreligge kartlegges i det aktuelle møtet gjennom en lappeplan tilsvarende Last Planner™ System. Ledetider for utarbeidelsen av de ulike oppgavene varierer og påvirker fremdriftsplanen. En informant påpeker at forprosjektet har friere føringer på hvor omfattende prosjekteringsunderlaget skal være. Det er stort sett mulig å levere i tide, men da går det utover kvaliteten. Informanten uttrykte derfor at prosjekteringen utføres med en kvalitetsbuffer fremfor tidsbuffer i forprosjektet.

Prosjekteringen planlegges hovedsakelig etter prosjekteringsmengde ettersom prosjekteringsfristene er absolutte og sjeldent kan forskyves i tid. Det er Helse Sør-Øst som har etablert datoer som Sykehusbygg HF må forholde seg til som byggherrerepresentant. Enkelte av informantene påpeker dog at prosjekteringen også vil avhenge av tilgjengelig ressurser ettersom byggherren, entreprenøren og rådgivere har begrenset kapasitet og har flere pågående prosjekter samtidig. En annen faktor som spiller inn på planleggingen av prosjekteringen er kompleksiteten av prosjektet. Sykehusbygg har tradisjonelt strengere krav fra brukere og tekniske installasjoner. Dette vil påvirke prosjekteringsmengden i form av kvalitet og presisjon. Prosjekteringstiden kan derfor bli lengre.

Tilbudet for fase 2, totalentreprisen, ble levert 31. januar 2023. Prosjekteringsgrunnlaget som kalkulasjonen baserer sine estimater på må være klart minimum åtte uker før tilbudet skal leveres. Prosjekteringsarbeidet stopper ikke etter denne datoen, men det poengteres at kalkulasjon må sette en sluttdato der grunnlaget må være godt nok til å utføre avtalt kalkulasjon. For å etablere en omforent forståelse av hvilket nivå «godt nok» er, ansees MMI 250 som tilstrekkelig nivå for kalkulasjon til å ta ut mengde fra BIM'en. Ved MMI 250 ble geometrien til rom og større objekter i sonene låst slik at kalkulasjon kunne arbeide vel vitende om at større endringer ikke vil forekomme. Dersom endringer likevel skjedde, ble det rapportert raskest mulig for å unngå store følgefeil. Øvrige krav for høyere MMI-nivåer ble ikke satt i forprosjektet som følge av begrenset tid. Dette vil forekomme i oppstarten av detaljprosjekteringen. MMI-krav vil utarbeides i detaljprosjekteringen ut fra Skanska sin interne standard for MMI. Den er basert på veilederen for MMI utarbeidet av *Entreprenørforeningen Bygg og Anlegg (EBA)*. Det blir av informantene påpekt at personell innad i Skanska har bidratt til etableringen av MMI hos EBA, og at den samme personen har utviklet Skanska sin veileder for MMI. De tror derfor at Skanska sin veileder vil bli revidert basert på EBA sin nye veileder.

Bruk av MMI som referansesystem for fremdriftsplanleggingen skjer ved bakoverplanlegging fra oppstart på byggeplass. Arbeidstegninger må være ferdig senest seks uker før oppstart. Arbeidstegninger lages ut fra MMI 400 og kan ta to uker. Før MMI 400 trengs to uker med kollisjonskontroll. Og frem til tverrfaglig kontroll ved MMI 350 trengs ytterligere to til fire uker. Før MMI 300 oppnås, forventer BIM-koordinatorene at de prosjekterende selv har utført kontroll av interne kollisjoner i egne modeller. BIM-koordinatoren påpeker at dersom de finner over 20-30 kollisjoner i den interne eller samlede modellen, vil den sendes tilbake til rådgiverne. BIM-koordinatoren utdyper at hans rolle er å være koordinator og ikke å rette på feil utført av andre.

Soneinndeling av bygget gjøres for å avgrense bygget i arbeidssoner som skaper en hensiktsmessig fremdrift i prosjekteringen og produksjonen. Fremdriftsplanen til prosjekteringen vil derfor normalt likne fremdriftsplanen til produksjonen. Det påpekes fra informantene at forprosjektet ikke har tatt stor høyde for soner ettersom produksjonen ikke venter på tegninger før prosjektet går over til andre fase. Sonene blir tradisjonelt utarbeidet av prosjekteringsleder, produksjonsleder og ansvarlige for tekniske installasjoner, samt BIM-koordinator i prosjektet. Størrelsen på sonene avhenger av byggets totale størrelse, kompleksitet, bæresystem og utforming. Som følge av byggets utforming og størrelse på omtrent 10 000 m², mener flere av informantene at bygget kan deles i tre til fem soner. Enkelte etasjer er samlet i samme sone som følge av høy grad av gjentakende arbeid. Derimot er det opprettet spesialsoner for områder i bygget med spesiell utforming, krav eller kompleksitet. Det poengteres at standard enkeltrom ikke benyttes som egen sone.

BIM-koordinatoren er sammen med prosjekteringsleder ansvarlig for oppfølging av modenheten i prosjekteringen inn mot BIM-modellen. Hver fagansvarlig hos de prosjekterende gis tillit på at de selv oppdaterer modellen inn mot avtalt leveransedato for et modenhetsnivå. Dette innebærer at det ikke forekommer interne kollisjoner hos et fag og at fagene seg imellom foretar tverrfaglig kontroll. Deretter utfører BIM-koordinatoren kollisjonskontroll. Informantene indikerer at arbeidet er vanskelig og krever iterativ tilnærming og avhenger av god kommunikasjon mellom fagene. Til tross for at fagene i stor grad prosjekterer parallelt med mange iterative handlinger påpeker informantene at arkitektene ligger først i prosjekteringen av bygget. Dette uttrykker en

av informantene ved: «Arkitekten er alltid nødt til å gå ut først og tegne et skjelett som premissfagene verifiserer en etter en».

En annen karakteriserer arkitekten som «lokomotivet» i prosjekteringen og understreker at arkitekten er fremste driveren av prosessen. En god arkitekt blir derfor betegnet som en som er bevisst på hvilke leveranser som skal etterspørres.

Den overordnede ansvarlige for fremdriften av prosjektet er prosjektleder, der fremdriften av prosjekteringen styres av prosjekteringslederen. Derimot anser informantene seg selv som hovedansvarlig for å gjennomføre og innhente nødvendige leveranser og aktiviteter. Dersom det forekommer problemer tilknyttet enkelte fag eller rådgivere, vil prosjekteringsleder bidra til å rydde opp eller hjelpe de aktuelle personene. Større forsinkelser i prosjekteringsarbeidet løses proaktivt gjennom dialog og oppfølging av kommende leveranser inn mot milepæler og større tegningsleveranser. Andre forsinkelser kan føre til forskyvninger i fremdriftsplan som må koordineres mot andre fag og avhengigheter. Målet er å skape en jevn arbeidsmengde gjennom hele prosjektet og unngå hastverk inn mot levering av forprosjektrapporten.

4.1.2 Erfaring ved planlegging av prosjektering

Planlegging av prosjektering etter hovedmilepælene som prosjekt- og prosjekteringsledelsen fastsetter i begynnelsen av prosjektet setter en god ramme for de prosjekterende som senere bidrar inn i den involverende planlegging. Flere av informantene peker på at slik prosjektering er veldig nyttig og en bra metode for å utføre forprosjektet til en totalentreprise med samspill. Dette kommer av at forprosjektet byr på andre forutsetninger og problemer enn i detaljprosjekteringen. De trenger derfor tid til å planlegge, arbeide og løse problemene sammen. Flere i prosjektet mener at planleggingen av prosjekteringen har gått bra til tross for at de gjerne skulle ha hatt en måned ekstra til prosjekteringen. Dette ville ha bidratt til høyere kvalitet i prosjekteringsunderlaget som kalkulasjon la til grunn i sitt anbud. Det blir uttrykt at leveranser stort sett leveres dersom det haster, men at det kan gå utover kvaliteten. Samtidig understreker enkelte informanter at gruppens evne til å nå milepælene sammen er veldig personavhengig og varierer fra prosjekt til prosjekt. Dog anser de forprosjektet som bra til å holde milepæler og leveranser.

Efaringene med å planlegge prosjektering etter prosjekteringsmengde og tilgjengelige ressurser viser at de prosjekterende i stor grad føler det blir løst hensiktsmessig ved å planlegge etter prosjekteringsmengde. Ifølge en av informantene er det «Billigere å sette på flere ressurser i den tidlige fasen enn å overgå fristene». Prosjekthverdagen er derimot krevende og ikke entydig. En annen informant uttrykker: «Det er prosjektet og arbeidsmengde som er styrende, men i en hverdag er realiteten at noe må skyves på fordi kapasiteten på enkelte områder ikke er høy nok». Det kommer frem fra intervjuene at prosjektledelsen bærer på mye erfaring og kan ane tidsstrøbbel lenge før det oppstår.

Informantene er tydelige på at tidspress gjør at de arbeider raskere, fordi man alltid bruker den tilgjengelige tiden. Samtidig påpeker enkelte at for stort tidspress ikke alltid fører til raskere jobbing, kun dårligere kvalitet. Erfaringsmessig kan de prosjekterende tolerer at leveranser mellom hverandre uteblir gitt at partene har kommunisert statusen med hverandre jevnlig. På en slik måte kan de være sikre på at kvaliteten de får er som forventet. Dersom leveranser hos enkelte fag forsinkes som følge av dårlig arbeid fra deres side eller uenigheter mellom flere involverte fag, viser erfaringer at personer med ansvaret for koordinering av fagene eller personer med høyere beslutningsmyndighet tar ansvar for å rette opp i forsinkelsene. Dette betegnes av en informant som «follow the

money», der den som betaler for tjenesten kan påvirke selgeren av tjenesten til en viss grad. Til tross for en forent oppfatning blant informantene om hvordan slike forsinkelser løses, er det ingen som peker på vesentlige forsinkelser i det pågåtte forprosjektet. Derimot blir det nevnt at forsinkelser ofte forekommer som følge av offentlige søknadsprosesser.

Andre forsinkelser kan komme av hvor rutinert den prosjekterende er til å tilpasse arbeidspakkene og leveransene de forplikter seg til i lappeplanen. Ifølge informantene er dette noe som kommer med erfaring ved bruk av metoden. Ved en for stor arbeidspakke bestående av flere mindre leveranser, erfarer de prosjekterende at fremdriften uteblir til tross for at store deler av pakken er utført. Dette kan skape unødvendig forsinkelser for andre leveranser som kun er avhengig av deler av arbeidspakken.

Fremdriftsplanlegging av prosjektering ved bruk av MMI i forprosjektet er ikke gjort i full skala i prosjektet. De intervjuedes tilnærming og erfaring med metoden er delt og delvis basert på erfaring fra tidligere prosjekter. Enkelte av informantene hadde lite eller ingen erfaring med metoden og valgte derfor å ikke uttale seg mye rundt temaet.

Det kommer til uttrykk at MMI har forårsaket store mengder dokumenter som tar lang tid å utarbeide for å få med krav til hvert enkelt fag og sone. Samtidig skal alle dokumentene vedlikeholdes. En av informantene uttrykker at det føles som lav «nytte/kostnad» som følge av for stort fokus på detaljeringen i utarbeidelsen av MMI. En annen uttrykker at det er lett å sette et krav, men vanskeligere er å følge det opp i praksis. Variasjonen av kompleksiteten i prosjektene der MMI benyttes gir også stor variasjon i mengden dokumentasjon, vedlikehold og detaljeringsgrad som er nødvendig. Dette eksemplifiseres med forskjellen på næringsbygg og sykehus. En av informantene poengterer at det er prosessen med statussettingen som må være standardisert, og ikke MMI-kravene til objektene. Samtidig tilføyer en informant at overgangen fra modenhetsnivå for objekter (LOD) til MMI har forenklet utarbeidelsen og oppfølgingen av dokumentene.

Andre intervjuede personer erfarer at MMI gir et felles styringsverktøy som letter kommunikasjonen, planleggingen og utførelsen av prosjekteringsarbeidet. En informant begrunner dette med følgende utsagn: «*Alle prosjekterende snakker om MMI 300, da vet vi hva det betyr. Min modell er nå ferdig og er klar for at andre kan se den*». Dette blir oppfulgt av en annen informant som bekrefter fordelene metoden gir for å vise hvor langt prosjekteringen har kommet. Å prosjektere forprosjektet ut fra MMI 250 anses derfor som hensiktsmessig av flere informanter.

Ansvar for modenheten og leveransene inn mot hvert MMI-nivå blir på samme vis som andre prosjekteringsleveranser gitt til de prosjekterende der BIM-koordinator kontrollerer kollisjoner. Prosjekteringslederen registrerer så om nivået er levert eller ei. Dette anser de prosjekterende og prosjekteringsleder som hensiktsmessig. Blant de som har mindre erfaring med MMI blir bruken av modenhet for å rapportere fremdrift sett på som hensiktsmessig for å etablere en ryddig struktur og fremdrift.

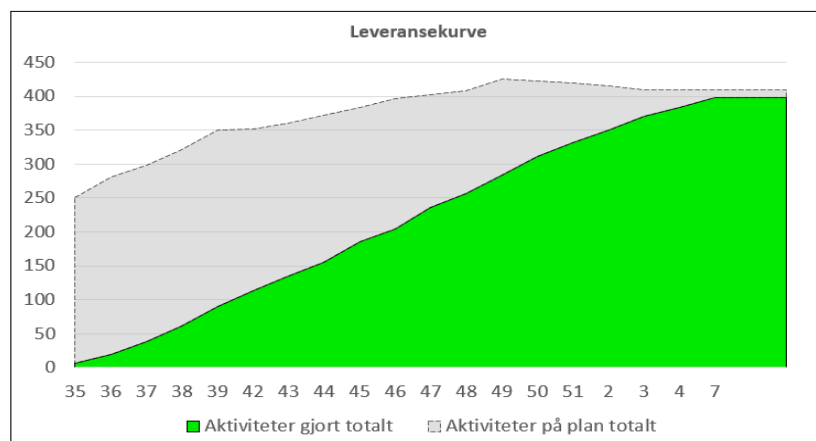
Det blir uttrykt fra en av informantene at fremdriften av produksjonen er et viktig premiss for å sette krav til MMI. Likevel poengteres det av de prosjekterende at slik fremdrift ikke alltid er mest hensiktsmessig. Dette begrunnes med følgende utsagn: «*Å sette opp bæresystemet for et område krever ikke at RiE må være ferdig med brannvarsling i himlingsplatene*». Videre viser informantene til erfaring om at tekniske fag ikke trenger å ha MMI 350 for hele sonen, men kun for gjennomføringen av dekket til

tross for at bæresystemet skal oppføres og ha MMI 400. Dette blir understreket av følgende kommentar: «Avhengig av hvilken sone du er i, så vil ikke alle fagene trenge å være på samme MMI-nivå for å skape fremdrift».

Det gis uttrykk for at sonene ikke må bli for store, og gjerne dele etasjer opp i flere soner dersom grunnflaten er stor. Flere av informantene erfarer at soneinndelingen i større grad må ta høyde for teknikken og samhandlingen med råbygg og arkitekturen for å få en hensiktsmessig fremdrift. Dagens praksis ivaretar ikke teknikk og byggfag. Det blir derfor uttrykt skepsis til hvor rigid dagens bruk av MMI skal være. Dette blir støttet av flere informanter som mener det viktig å unngå bruk av metoden kun for brukens skyld, men at prosjektet må se det verdidrivende i metoden. Flere av informantene erfarer at slike prioriteringer er foretatt i det pågående forprosjektet for å unngå overproduksjon av krav og detaljering frem mot forprosjektrapporten.

Ved Oslo Storbylegevakt ble prosjekteringen inndelt etter disiplin-, tema- og lokasjonsbaserte planer (Bogsti, 2023). Dokumentet viser at slik soneinndeling basert på behovet for fremdriften i sonen var veldig hensiktsmessig.

En av informantene trekker frem at planlegging av prosjekteringsarbeid er viktig for å få en jevn og god flyt på leveransene i prosjektet. Informanten anser Figur 11 som et godt bilde på hvorfor det er viktig at flest mulig leveranser kommer tidlig inn i leveranseplanen. Figur 11 er hentet fra ICE-loggen til case-prosjektet og er ifølge informanten tilnærmet en perfekt utvikling på prosjektarbeidet. En annen informant anser denne kurven som en god illustrasjon på om prosjekteringen kommer i mål som planlagt. En av informantene uttrykker dette ved: «Hypotesen min er at dersom leveransekurven ikke blir plottet, så vil man ikke jobbe godt nok før man innser de siste ukene at det må jobbes på spreng». Bratt leveransekurve mot slutten er ifølge informanten en god indikasjon på dårlig arbeidsmiljø, overbelastning og sykemeldinger.



Figur 11: Leveransekurve i case-prosjektet

Rekkefølgen for fag, krav til MMI-nivå og soneinndeling er alle ting som henger sammen og som spiller stor rolle på planleggingen av prosjektering. Informantene peker tydelig på at ARK og RIB er førende for fremdriften i prosjekteringen og setter rammen for «alle andre» som kommer i prosjekteringen etter. Likevel påpeker flere at enkelte bygg har spesielle krav som fører til at elektro eller andre tekniske fag må være det ledende faget i prosjekteringen for å legge premisser og skape hensiktsmessig fremdrift. Slike beslutninger tas gjerne fra prosjekt til prosjekt.

4.1.3 Forbedring ved planlegging av prosjektering

Planleggingen av prosjekteringen er helt avhengig av at prosjekteringsgruppa sammen finner ut hva som egentlig skal leveres. Med begrenset tid til utvikling av prosjektet er det derfor viktig å sette målene tidlig i planen. Det er viktig å samle et stort spekter av personer med ulike synsvinkler, ønsker og krav for å kartlegge viktige og mindre viktige aktiviteter og mål for prosjektet. Samtidig får deltakerne knyttet relasjoner som anses som viktig for å planlegge og jobbe godt sammen. Det poengteres av enkelte at introduksjonen til involverende planlegging og opplæring i metodikken burde gjennomgå nøyere, og at prosjekterende burde sjekke den oppdaterte digitale lappeplanen oftere. Informantene peker derfor på ytterligere samlokalisering, bedre kommunikasjon og samling av interessenter som forbedringspunkt i samspillsfasen av entreprisen.

Et flertall av informantene nevner bedre tidsavsetting som et forbedringspunkt til kommende prosjekter. Flere begrunner dette med ønsket om å få en mer detaljert rapport basert på gode tverrfaglige kontroller som skal føre til mer realistisk målpris med lavest mulig risiko. En informant anbefaler enda sterkere bruk av kostnadsstyrt prosjektkultur der alle bidrar til å jobbe iterativt med fortløpende kalkulasjon av prosjekteringen.

Tidsavsettingen i prosjektet kan forbedres ved at hver enkelt prosjekterende påser at leveransene de etterspør og som blir levert til dem, faktisk er det de etterspurte i form av kvalitet og mengde. De prosjekterende burde derfor ha god dialog med faget de venter leveranser fra frem mot leveransetidspunktet, for å forsikre seg at produktet blir levert. Det påpekes at de prosjekterende som forplikter seg til arbeidet ikke må legge inn en ekstra uke som buffer, kun for å sikre seg selv. De skal ifølge en informant planlegge etter å være «*just in time*». Dersom leveransene blir forsinket, anbefaler flertallet av informantene å dele leveransene opp i enda mindre leveranser og prioritere viktige leveranser som flere avhenger av. Det blir dermed mulig å gi halve leveransen videre, slik at ventende arbeid kan starte opp eller at kalkulasjonen inn mot forprosjektrapporten kan begynne. For kommende prosjekter mener derfor flere at størrelsen på leveransene i lappeplanen burde reduseres, mot en økning av antall leveranser. Slik kan fremdriftsplanen lettere redigeres dersom endringer i fremdriften blir nødvendig. Samtidig kan flere se hvilke spesifikke leveranser de avhenger av.

Forbedringer ved bruk av MMI for fremdriftsplanlegging av prosjekteringsmaterieil burde skje ved å standardisere prosessen fremfor å standardisere objektene. Dette begrunnes med at MMI skal være mulig å bruke i alle type prosjekter og at objektenes utvikling er prosjektspesifikt. Derfor burde prosessen med modning av prosjekteringsmaterieil være standard for bransjen.

En annen informant anbefaler at Skanska etablere tydelige definerte forventninger inn mot hvert MMI-nivå for hvert eneste fag og karakteriserer det som en leveranseliste. Dette skal gi god oversikt over hva som skal leveres, samt en oversikt for tilgrensende fag. En annen informant poengterer at den viktigste forbedringen angående bruk av MMI som metode, er å ha god diskusjon tidlig i prosjektet rundt hva man ønsker å oppnå ved bruk av MMI. På det viset tror informanten at flere prosjektdeltakere vil forstå hensikten og nytten av metoden, og dermed mer villig til å ta den i bruk. Det blir samtidig foreslått å etablere en egen møtesekvens mellom BIM-koordinator, MMI-ansvarlige, prosjekteringsleder og prosjektleder for styrke forankringen av MMI for kontroll og fremdriftsplanlegging.

Soneinndelingen i prosjekteringen blir av flere informanter ansett som et forbedringspunkt. Informantene ser på standardisering av soneinndelingsprosessen mer hensiktsmessig enn standardisering av soner. Alle bygg er forskjellige, og derav sonene også. Det blir påpekt at sonene ikke må være for store slik at prosjekteringsmengden i sonen blir for stor. Sonene burde utformes av prosjekterende, tekniske fag og produksjonen, slik at modenheten av sonene samsvarer med fremdriften i produksjonen. Områder i bygget med spesiell utforming eller tekniske krav burde dog utarbeides som spesielle soner.

Enkelte informanter mener at det er rom for forbedring når det kommer til informasjonskontroll på objekter og soner. Dette eksemplifiseres ved god praksis av automatiske kollisjonstester, men mye arbeid rundt informasjon vedrørende mengder og kvalitet.

Prosjekteringsrekkefølgen for involverte fag anbefales å kjøres tilnærmet parallelt. Det er stor enighet blant informantene om at arkitekten burde sette den arkitektoniske rammen for bygget og at rådgivere kommer rett bak. For kommende prosjekter anbefales det derfor at rådgivere og tekniske fag kommer så tidlig inn i samspillsfasen og samlokaliseringen som mulig, da dette kan gi raskere avklaringer. En informant påpeker at Skanska med fordel kan anvende interne ressurser for teknikk til å uttale seg generelt i prosjekteringsarbeidet før tekniske fag er kontrahert. På det viset kan arkitekten, som er først i prosjekteringsrekkefølgen, ha en anelse av hvordan kommende tekniske rådgivere vil legge opp sine systemer. Informanten trekker frem at byggherre eller entreprenøren dermed kan vente litt lengre med å kontrahere rådgiver eller underentreprenør for de tekniske fagene.

4.2 Organisering av prosjekteringsmøter

Følgende underkapitler tar for seg hvordan organisering av prosjektering foregår i praksis, hva erfaringene med praksisen er og hvordan informantene vil forbedre organiseringen av prosjekteringsmøter.

4.2.1 Praksis ved organisering av prosjekteringsmøter

Prosjekteringsmøtene utføres som *Integrated Concurrent Engineering (ICE)* -møter og er en del av Skanska sin filosofi tilknyttet *Virtual Design and Construction (VDC)*. Møtene arrangeres hver onsdag der sentrale personer fra byggherre, entreprenør, prosjekterende rådgivere og brukerrepresentanter samles i et stort rom. ICE-møtene er de eneste obligatoriske møtene Skanska og Sykehusbygg arrangerer. Møteformen er ment som et tiltak for å løse problemer aktivt sammen og unngå unødvendig kommunikasjon gjennom e-post, meldinger, telefon og videosamtaler med lang svartid. Det påpekes av flere informanter at antall deltakere i ICE-møtene tidlig i samspillsfasen er flere enn ved detaljprosjekteringen. Dette skyldes stor informasjonsmengde tidlig i prosjektet der mesteparten av deltakere er direkte eller indirekte tjent med å få med seg informasjonen. Det er hovedsakelig oppdragsansvarlig fra fagdisiplinen som deltar i møtene, med tillatelse til å ta med seg underprosjekterende dersom temaet og arbeidsmengden for møtet tilsier at det er relevant. Enkelte kan også være invitert til møtet kun for å bistå ved enkelte temaer dersom personen har en mindre rolle i prosjekteringen. Andre kan være med i korte seanser gjennom videosamtaler. Informantene påpeker at omtrent 15-20 personer er fast i møtene, samtidig som det fremkommer av styringsdokumentet at opptil 30 personer er invitert og møter opp.

Agendaen for hvert møte fastsettes på fredagen før, i et møte mellom prosjekteringsleder fra Skanska og Sykehusbygg, samt fagansvarlig for arkitektur og tekniske fag. Slik opprettholder prosjekteringsledelsen en agenda der alle prosjekterende kan komme med innspill, endringer og løsninger for fremdriften i prosjekteringen.

ICE-øktene ledes av representant fra Skanska som er VDC-sertifisert og betegnes som fasilitator. Fasilitatoren er erfaren i å lede møtene og fasiliterer flere tilsvarende møter ukentlig for andre pågående Skanskaprojekter. Strukturen i møtene er fastsatt av Skanska Norge og er en standard struktur i alle deres prosjekter. Det er kun agendaen med prosjektspesifikke temaer som varierer fra uke til uke. Hvert møte har et sett fokusområder med tilhørende mål. Møtene starter med introduksjon til møtet, etterfulgt av diskusjon rundt HMS i prosjektet, overordnet status i prosjektet, og gjennomgang av møte- og beslutningslogg fra møter foregående uke. Videre følger en plansjekk i LPS der Prosent Plan Utført (PPU) måles, med påfølgende utkikk og endring for kommende leveranser og gjennomgang av spørsmålsmatrise. For leveranser som ikke er gjennomført logges rotårsakene ut fra et sett standard årsaker. Hver av disse postene er standard fra møte til møte med spesifikk tidsramme som totalt utgjør en time og tjue minutter før en ti minutters pause. Det er de fagansvarlige som er ansvarlig for å ha gjennomført oppgaven de har forpliktet seg til fra tidligere utkikker, samt å påse at aktiviteter de er avhengig av ligger på skjema. Slik opprettholder prosjekteringsgruppen det proaktive arbeidet.

Påfølgende aktiviteter og temaer er basert på fokusområdene som er definert med et mål fra forrige uke. De prosjekterende kan her jobbe i plenum eller parallelle økter, avhengig av temaet. Sekvensen foregår i overkant av tre timer før møtet avsluttes i plenum med oppsummering og evaluering av dagen.

Det arrangeres også prosjekteringsmøter utenfor ICE, der prosjekteringsleder fra byggherre og entreprenør, samt fagansvarlig fra arkitektur møter brukere og brukerrepresentanter på tirsdager. Slik kan brukernes perspektiver og krav for klinikk, logistikk og teknikk komme frem og i større grad ivaretas i ICE-møtene. Videre arbeid med prosjekteringen kan foregå i særsmøter som ofte forekommer på torsdager, der fagene seg imellom tar initiativ for å løse problemer.

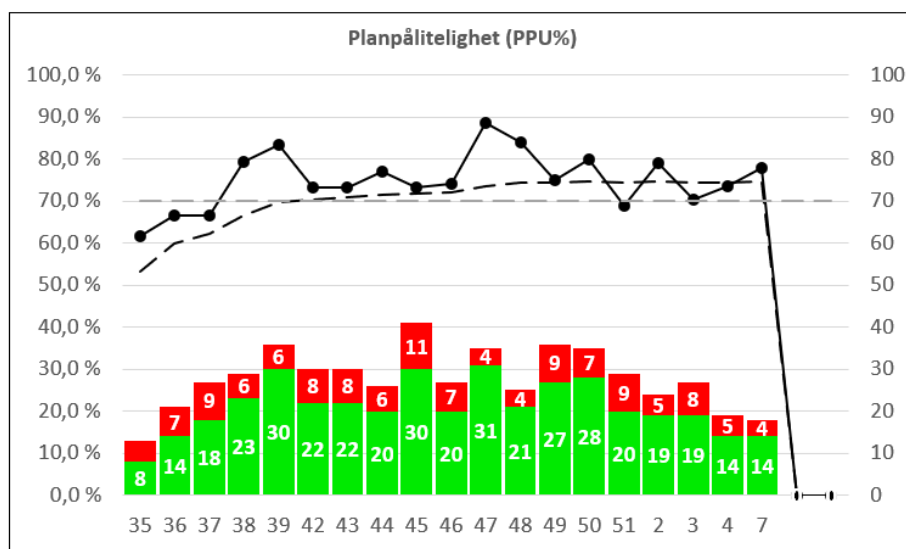
4.2.2 Erfaring ved organisering av prosjekteringsmøter

Erfaringene ved bruk av Integrated Concurrent Engineering (ICE) i prosjekteringsmøtene tyder på at de prosjekterende er veldig fornøyde med metodikken. Spesielt er det de prosjekterende som ikke er en del av Skanska sin faste organisasjon som ser betydelig fordel ved bruk av ICE, sammenliknet med tradisjonelle prosjekteringsmøter og prosjekteringsprosess. Metoden anses som enkel og effektiv. Som følge av prosjektets fase med et forprosjekt og samspill blir det påpekt at ICE-møtene blir benyttet som en «pust i bakken» og informasjonsspreder. Dette blir begrunnet med at en del av de prosjekterende sitter samlokalisert tre dager i uken og jobber mye sammen, uten at alle utenfor får innblikk i alle møter, avklaringer og løsninger. Derfor blir ICE-møtene brukt til å videreformidle informasjonen i større grad enn dersom alle satt hver for seg og skulle løse oppgaver i ICE-møtene. En fordel de prosjekterende trekker frem er møtets struktur og form som gjør det mulig å ta opp temaer i plenum foran alle. Dette skaper i mye større grad samtidighet i prosjekteringen ved at de prosjekterende aktivt svarer på spørsmål og avklarer problemer som ville ha hindret fremdriften. Avklaringene kan gjelde store og vanskelige saker, samt mer binære avklaringer med kort svartid. Dette anser samtlige som en viktig tidsbesparende faktor. De prosjekterende nevner også at

oppsettet for ICE-møtet styres veldig rigid og gir stor forutsigbarhet for alle deltakere. De ukentlige møtene med streng struktur og fremgang fører også til at deltakerne lærer seg metoden raskt og unngår mye unødvendig tidsbruk. Enkelte nevner at ICE-møtene og bruk av LPS har trengt litt «voksenopplæring», men at det må påregnes når metoden er ny for flere. Det poengteres også at slik oppstartsproblematikk vil finne sted på en eller annen måte i alle prosjekter. Derfor anser flere at oppstartssamlingen i begynnelsen av samspillet som viktig for å få nødvendig informasjon, samt et godt arbeidsforhold til andre prosjekterende.

Enkelte informanter peker på ulempen med å ha parallelle økter i ICE-møtene ved at prosjekteringsledelsen eller andre prosjekterende ikke kan være på flere steder samtidig, da de optimalt sett skulle ha vært med i begge møtene. Informantene presiserer at parallelle økter gir mulighet til å spare tid og eventuelt komme med raske avklaringer dersom det trengs. Det gis uttrykk for kommunikasjon gjennom e-post og telefon enda er viktige kommunikasjonskanaler, men at ICE-møtene reduserer bruken. Samtidig forklarer flere informanter at ICE-møtene ikke skal erstatte særmøtene og at enkelte fagdisipliner enda er veldig avhengig av å kunne diskutere prosjektering alene i lukkede møter for å bli enige seg imellom.

En annen stor fordel med ICE-møter som flesteparten av de intervjuede personene trekker frem, er bruken av involverende planlegging og LPS-metodikken. Dette gir en klar fordel for fremdriften i prosjekteringen som lar deltakerne forplikte seg til leveranser med en arbeidsmengde og leveransedato som er realistisk å oppnå. En av informantene uttrykker: «Folk får rene åpenbaringen uti prosjektet når de skjønner at de kan se hva andre skal levere og hvilket overblikk det gir». Planpåliteligheten målt ved PPU vist i Figur 12, viser også tydelig at planen og utførte oppgaver har vært bra og innfridd målet på 70%. Flere peker på at slik planlegging fører til en form for økte forventninger til seg selv og de andre deltakerne om å være forberedt og ha klart det man forpliktet seg til. Dette begrunnes med måten deltakerne blir stilt til ansvar for det de selv har forpliktet seg til. De prosjekterende erfarer at det blir veldig tydelig hvem som ikke har forberedt seg. Flere opplever det litt flaut dersom en selv kommer uforberedt eller uten leveransene som man forpliktet seg til, og anser det som et insentiv for å komme forberedt.



Figur 12: Prosent plan utført i forprosjektet

Andre informanter påpeker at den involverende planleggingen burde være en sosial prosess i større grad enn det det er nå. Erfaringsmessig skjer dette ved å ha en fysisk lappeplan i møterommet som alle henger lapper på. Erfaringene tyder på at den sosiale prosessen er enda mer forpliktende som følge av samhandlingen og interaksjonene med de rundt deg. En annen informant erfarer at selve prosessen burde bestå av den sosiale tilnærmingen, men at alle kan legge det inn digitalt selv, og på det viset unngå dobbelt arbeid.

Til tross for god prosess rundt bruk av LPS, mener flere av informantene at den digitale versjonen av lappeplanen brukt i prosjekter ikke var tilstrekkelig god nok. Dette begrunnes med at de prosjekterende enda må logge fremdrift fra lappeplanen manuelt og hente ut arbeidsoppgaver, noe som tar tid. Selve planleggingen og utarbeidelsen av lappene i programmet funket fint. Til tross for at programmet var billigere enn andre alternativer, anser de prosjekterende bruken av programmet totalt sett som dyrere enn et «smart» program, som følge av alt ekstraarbeidet. Utover bruk av LPS til fremdriftsplanlegging av prosjekteringen, erfarer informantene godt planlagte ICE-møter som følge av prosjekteringsledernes deltakelse i møtene og erfaring til å se hvilke temaer som trengs å gjennomgås. Flere syntes også det er nyttig å kunne foreslå temaer til kommende ICE-møte.

En av informantene trekker frem at ønsket om å bruke VDC og ICE fra byggherre sin side i bransjen har økt den siste tiden. Videre påstås det at det er tydelige endringer og at flergangsbygghefter søker kompetanse og erfaring gjennom kursing i VDC.

De prosjekterende erfarer tidsintervallet mellom hvert møte som hensiktsmessig og akkurat den lengden det må være ut fra statusen i prosjektet. Det poengteres at oppstartsfasen og samspillsperioder er hektiske og trenger mye koordinering og at de derfor ikke har noen tid å miste. Flere påpeker at en ukes intervall kan være utfordrende som følge av høyt aktivitetsnivå og stor arbeidsmengde i et kort forprosjekt som dette. Fire arbeidsdager til neste møte kan derfor være krevende. Samtidig reflekterer flere av de samme personene at to uker vil bli for lang periode og vil kunne føre til flere underkjente leveranser og tap av nødvendig informasjon. Informantene anser slutten av detaljprosjekteringen som mer passende fase for å øke tidsintervallet til to uker. Andre mener det vil være mulig med ICE-møter annenhver uke, såfremt det blir gjort plansjekk hver uke.

Ved å arrangere obligatoriske prosjekteringsmøter som ICE hver onsdag, forteller enkelte informanter om en skepsis til møteformen fra starten av. Det blir uttrykt at møtene kan være lange og til dels virke som unyttige for enkelte, men at denne oppfatningen endret seg da de innså fordelene ved å øke kunnskapen på flere, fortore. Møtene kan derimot føles litt lange med litt for få luftepauser. Antall personer til stede i møtene er avgjørende for å få et godt møte. Informantene erfarer at det er hensiktsmessig å bli kalt inn til møtet til tross for at de kun skal delta på et av temaene. Enkelte påpeker at det kunne ha vært færre til stede i møtene og at det kan bli kompensert med å ha beslutningstakere for faget eller firmaet representert i møtene. Det viktigste for de intervjuede personene er at personene til stede kan ta en beslutning der og da, og unngå å vente på godkjenning fra sine ledere.

4.2.3 Forbedring ved organisering av prosjekteringsmøter

Flere av informantene har uttrykt mange positive erfaringer med prosjekteringsmøtene i form av ICE-sesjoner på onsdager. Derimot påpeker flere at slike hele møtedager kan være tidkrevende for fag med mindre prosjekteringsmengde og ressurser. Det burde

derfor være større mulighet for å kun være til stede noen enkelte timer av møtet. Andre informanter trekker frem hyppigere bruk av parallelle økter i ICE-sesjonene. Dette kan forbedre utnyttelsen av ressursene som kun er til stede på prosjektet under ICE-møtene. Flere trekker derimot frem at fysisk oppmøte og samlokalisering under ICE-møtene er bedre enn delvis fysisk tilstedeværelse gjennom videosamtaler. Samtidig blir forbedringspunkter som innmelding av saker, hyppigere småpauser og møtedeltakernes forberedelser nevnt. En informant trekker frem at miljø kan inngå som et tema i introduksjonen rundt status i prosjektet på samme vis som HMS har blitt introdusert de siste årene. Dermed kan alle fremmøtte i ICE-sesjonene få oppdatering på miljøperspektivet i prosjektet.

Informantene anbefaler at personene til stede i ICE-møtene burde i større grad være personer med beslutningsmakt slik at avgjørelser kan tas i møtet.

Deltakere av ICE-møter mener at ukentlige møter i detaljprosjekteringen kan endres til annenhver uke når prosjekteringsarbeidet har foregått en stund. En slik overgang anbefales når det over tid er meldt inn få saker til ICE-møtene. Flere informanter peker dog på at plansjekk og måling av PPU er nødvendig hver uke, og at dette kan gjøres i en kort sesjon over nett den uken partene ikke sitter sammen. Prosjektets lappeplan blir til tross for å være digital, kritisert for å være for enkel. Løsningen kan forbedres ved å bruke en plan som kan kategorisere og telle leveranser til ulike fag. Samtidig anbefaler brukerne av å ha en standard digital lappeplan som Skanska bruker i alle sine prosjekter.

Sykehusbygg blir også anbefalt å tilføye ICE som en del av sin egen prosjektfilosofi for samspillsfaser.

4.3 Prestasjonsmåling

Følgende underkapitler tar for seg hvordan prestasjonsmåling i prosjektering foregår i praksis, hva erfaringene med praksisen er og hvordan informantene vil forbedre utøvelsen av prestasjonsmåling.

4.3.1 Praksis ved prestasjonsmåling

Prestasjonsmåling i prosjektet blir av de intervjuede personene sett på som en viktig faktor for å drive med kontinuerlig forbedring og oppfølging av fremdriften i prosjektet. Sykehusbygg HF har høye ambisjoner for prestasjonsmåling gjennom prosjektet. Skanska på sin side har prestasjonsmåling som en del av sin faste prosjektgjennomføring. Målingene anses som en statusoppdatering av prosjektet. Prestasjonsmålingene som utføres er til for å kartlegge gruppens prestasjonsnivå, samt tilfredsheten av arbeidsoppgavene og forbedringer av nåværende praksis. Informantene påpeker at målingene ikke skal henge ut noen av deltakerne. Intervjuene av informantene og gjennomgang av styringsdokumentet for prosjekteringsmøtene viser en rekke målinger som blir utført. I de kommende avsnittene vil de mest sentrale målingene som informantene trakk frem bli presentert.

Prosent Plan Utført (PPU) måles i hvert ICE-møte hver onsdag. Målingen baseres på om personen eller fagdisiplinen har fullført leveransen de selv forpliktet seg til i lappeplanen i et tidligere møte. Dette er en del av Skanska sine standardiserte prestasjonsmålinger. Deres mål for ukentlige PPU-sjekk er 70%. Dette begrunnes med at prosjekteringsgruppa virkelig må strekke seg for å oppnå 100%. Dersom gruppen til stadighet ligger opp mot 100% kunne det ha indikert for lav målsetting. Prosjekteringsledelsen anser PPU-score mellom 70-90 % som ønsket og god fremdrift. I

tilknytning til PPU blir rotårsakene til uleverte leveranser målt. Ufullstendige leveranser registreres, og den ansvarlige må oppgi en rotårsak. Rotårsaken er predefinert for å unngå å henge ut personer og lange bortforklaringer. Slik kan møtet raskt gå videre uten å drøfte og spekulere i hvorfor oppgaven ikke er utført. Det viktigste flere av informantene peker på er å sørge for at rotårsaken ikke gjentar seg og heller hjelpe personen som fikk underkjent leveranse. Styringsdokumentet er synlig for alle under møtet og visualiserer alle leveransene og hvilke som blir godkjent og ikke godkjent. Påliteligheten for hvert fag blir også nevnt som en måling som kan gjøres i styringsdokumentet, men som uteblir for å ikke henge ut enkelte fag og personer.

En annen måling som måles i ICE-møtene er prosentandel av planlagt ICE-agenda som er oppnådd. Dette vil si om alle temaene i agendaen blir gjennomført og om de førte til en beslutning som gir grunnlag for videre arbeid. Styringsdokumentet vil også her visualisere om agendaen er oppnådd, delvis oppnådd eller ikke gjennomført med henholdsvis grønn, gul og rød farge. Avslutningsvis i møtene blir tilfredshet av møtet kartlagt. Her blir deltakerne spurt om hvor effektivt møtet var for deg, hvor forberedt du selv var og hvor forberedt du følte de andre var. Deltakerne skal deretter komme med tre positive ting med dagens møte og tre forbedringspunkter for økten, i plenum. Dette refereres til som «3 pluss og 3 delta».

I prosjekteringsmøtene som avholdes på tirsdager mellom prosjekt- og prosjekteringsledelsen og brukerrepresentanter fra sykehuset, blir tilfredshet av møtet og prosessen målt, samt hvordan de opplever prosjektkulturen. Det blir av enkelte informanter fortalt at prestasjonsmålingene benyttes til å dokumentere prosjektprosessen for kommende anbudsprosesser og dermed kunne gi et konkret bevis på tidligere prestasjoner. Spesielt blir målingene rundt tilfredshet av prosjekteringsmøtene trukket frem som en god måling å selge inn.

Måling av svartider på avklaringer og beslutninger er en måling som foregår utenfor prosjekteringsmøtene. Den fokuserer på den helhetlige kommunikasjonen og samhandlingen i prosjektet. Her er det avsender av spørsmålet som legger inn hvem det er til og svarfristen på spørsmålet. Slik kan mottakeren tilpasse seg avsenderen sitt behov. Ifølge informantene gir målingen en indikasjon på hvordan de prosjekterende samhandler og om arbeidsmengden for enkelte beslutningstakere er for stor til at de klarer å svare ut alle henvendelsene.

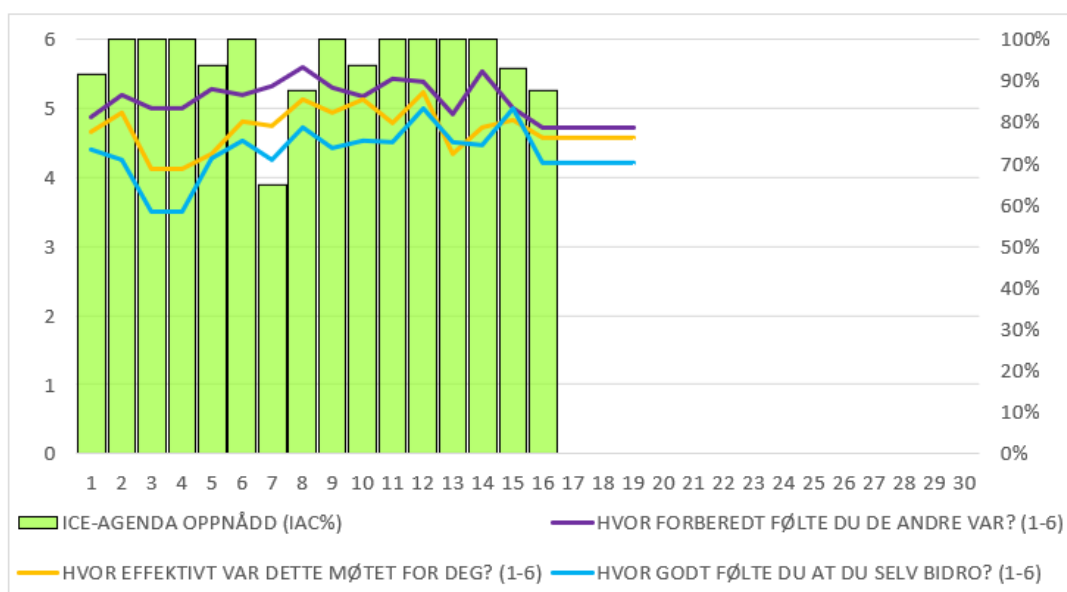
Hvilke prestasjonsmålinger som skal utføres og deres hensikt, samt hvordan de prosjekterende skal utføre målingene skjer i oppstartssamlingen i begynnelsen av prosjektet. Hensikten er å forankre målingene og betydningen av dem i prosjektgruppen slik at de gir mening for deltakerne og at målingene kan anses som troverdige. Informantene gir også uttrykk for at de selv kan være med å påvirke hvordan og hvilke målinger som skal foregå i prosjekteringen.

4.3.2 Erfaring ved prestasjonsmåling

Prestasjonsmåling i prosjekteringen blir av flere informanter sett på som hensiktsmessig for å måle statusen i prosjektet og se om dagens status kan gi hindringer eller muligheter senere i prosjektet. Målingene bevisstgjør prosjekteringsgruppen og dermed kan ledelsen tilpasse seg eller innføre korrigerende tiltak. Erfaringsmessig gjøres ikke tiltak basert på enkeltmålinger, men basert på en trend fra flere målinger gjennom prosjektet. Erfaringer fra det pågående samspillet viser bra bruk av prestasjonsmåling gjennom bevisstgjøring av status og evnen til å gjøre tiltak tidlig dersom det har vært nødvendig.

Enkelte av informantene ser på prestasjonsmålingene fra prosjekteringen som nyttig for å si om prosjektet nådde sine mål eller for å vise til resultatene som argument og reklame inn mot nye prosjekter. Dette gjelder spesielt de kvalitative målingene basert på deltakernes subjektive mening om prosessen. Enkelte andre informanter er dog noe skeptisk til bruk av slik prestasjonsmålinger i tilbud og argumenterer for at målingene er «*litt kunstig*». Og utdyper: «*Jeg er i tvil hvor ekte og hvor godt bilde det egentlig gir*». Videre poengteres det at målingene gir en indikasjon på prestasjonen, men at påliteligheten i enkelte målinger er for lav til å kunne benyttes inn mot nye tilbud.

En av de prosjekterende nevner at Skanska er veldig seriøse i prestasjonsmålingene sine i form av antall målinger og nøyaktighet, og til tider litt for mye. Samtidig påpekes det at slik seriøsitet til dels er nødvendig for at bransjen skal forstå viktigheten av målinger i prosjekteringen. Figur 13 nedenfor viser fire forskjellige målinger i prosjektet. Figuren viser kvantitativ data, der kun oppnåelse av ICE-agenda er kvantitativt målt. De tre resterende målingene er basert på subjektive målinger. Resultatene viser at ICE-agendaene i forprosjektet jevnlig utfører 90% av agendaen og flere ganger 100%. Samtidig erfarer de prosjekterende at medprosjekterende er godt forberedt til møtet, men at de selv bidrar litt dårligere.



Figur 13: Kvalitative og kvantitative målinger i ICE-møtene

Måling av tilfredshet i ICE-møtene, samt 3 pluss og 3 delta anses som viktig for oppstarten av et samspillsprosjekt for å bli kjent med prosjektgruppen og deres behov. Underveis i prosjekteringen anses måling av PPU som den viktigste målingen for å kunne gi en kvantifiserbar status på prosjekteringen uten subjektive meninger som grunnlag. PPU er derfor en motiverende prestasjonsmåling for de prosjekterende.

Samtlige av målingene skjer hver uke, noe informantene ser på som hensiktsmessig for å få et ordentlig bilde av prosjekteringsprosessen. Det trekkes frem at systematiseringen og den raske utførelsen av målingene i ICE-møtene er med på å øke dets verdi som prestasjonsmåling. Det påpekes at PPU også har svakheter ved at man kan tilpasse leveransene slik at scoren blir bra, uten at fremdriften faktisk er god. Samtidig erfarer informantene varierende kvalitet i leveransene, uten at PPU måler dette. Flere informanter poengterer derfor at PPU gir en indikasjon på fremdriften, men ikke et komplett bilde.

I medvirkningsmøtene på tirsdagene blir det derimot rapportert om noe tråere måling som følge av litt mindre rutine og variasjon av deltakere.

Oppfølgingen av manglende leveranser blir av flere nevnt som enklere ved bruk av PPU i ICE-møtene. Dette kommer av at alle kan se hvem som ikke har levert og at eiere av kommende avhengigheter bevisstgjøres på dette tidlig. Samtidig kan man finne rotårsakene og se hvorfor leveranser uteblir. Måling av rotårsaker er en måling som ikke direkte sier noe om fremdriften, men anses av flere som viktig for å vite hvor problemene i prosjekteringen ligger og årsaken til at leveranser uteblir. Ved å benytte et sett standard rotårsaker erfarer de prosjekterende rask avklaring om problemenes årsak, samt at prosjektledelsen vet hvor de skal hjelpe til dersom det er nødvendig. Prosjekteringslederen slipper å jage etter leveranser og de prosjekterende kan bli enig om ny leveransedato.

Flere informanter erfarer forsinkelser som følge av leveranser med for stort innhold. Problemet oppstår hos prosjekterende med mindre erfaring i utarbeidelsen av leveranser til LPS. Enkelte har da erfart at tegninger de avhenger av ikke kommer i tide, til tross for at de kun var avhengig av deler av den uleverte leveransen. PPU vil derfor logge leveransen som uferdig, til tross for at flere deler av leveransen kan benyttes. Prosjekterende mener at måling av slike leveranser blir veldig vanskelig og feil gjennom PPU.

Målinger av verdien eller kvaliteten av leveransene gjennomføres ikke i prosjekteringen. Dette anses av flere som vanskelig å gjennomføre som følge av kompleksiteten ved å definere verdi. Det påpekes også at prosjekteringshverdagen er travel, og at fastsetting av verdi på hver leveranse vil være bortkastet tid og ressurser. Det gis uttrykk for at slike målinger burde være lite ressurs- og tidkrevende. Flere av informantene trekker frem eksempler der de erfarer at det er vanskelig å definere en prosentsats på hvor langt den foreløpige verdien av leveranser er kommet. Informantene erfarer at leveranser med veldig forskjellige størrelser, kompleksitet, kvalitet og viktighet blir prioritert likt i LPS og ved måling av PPU.

4.3.3 Forbedring ved prestasjonsmåling

Enkelte informanter peker på svakheter ved målingene i prosjektet og hvor reelle de er. De ser forbedringsmuligheter i form av kvalitet på målingene og utførelse av målingene. Enkelte prosjektdeltakere anser måling av antall beslutningstakere mot antall oppmøtte i ICE-møtene som en mulig måling å legge til i ICE-møtene. Informantenes argument er at målingen vil være rask og samtidig si noen om møtets sammensetning og mulighet til innflytelse. Samtidig som Skanska har ett sett standardiserte målinger blir det av informantene anbefalt at også Sykehusbygg utarbeider et sett faste målinger som de bruker regelmessig i sine prosjekter.

Måling av fornøydhets hos medvirkende i brukerprosessen i forprosjektet trekkes frem som gode målinger og at dette burde fortsette inn i detaljprosjekteringen. En kvalitativ måling som kan forbedres er prosjektets evne til å måle kvaliteten på leveransene som sjekkes av i lappeplanen under ICE-møtene. Hensikten er å kartlegge om leveransen inneholder den kvaliteten som er forespurt og nødvendig for videre fremgang i prosjekteringen. Slik skal de prosjekterende motiveres til å gjøre jobben med riktig kvalitet, samt at gruppen kan gjøre tiltak hos enkelte fag dersom problemet gjentas. Slike kvalitative målinger må være raske å gjennomføre for å betrakte målingen som nyttig. Enkelte poengterer at de ser mindre nytte av slike kvalitative målinger og at prosjektet i større grad er avhengig av personlig kjemi og egenskaper hos deltakerne.

Informanten tar til orde for at intervjuer av prosjektdeltakere kan være en vei å gå for å få riktige personer inn i prosjektet.

Måling av viktigheten av leveranser og verdien de tilfører prosjekteringen er en form for måling flere informanter ser på som interessant. Hensikten med å måle viktigheten av leveranser i lappeplanen vil ifølge informantene være å bevisstgjøre de prosjekterende på fremdriftskritiske leveranser. Informantene påpeker at knapphet på tid i prosjekteringen gjør at de må prioritere viktige leveranser først. Ved å kartlegge dette i en fremdriftsplan kan prosjektet unngå at fremdriftskritiske leveranser uteblir og skaper dominoeffekt i prosjektet. En informant påpeker at PPU ikke fanger opp forskjellen i en viktig leveranse, vanlig leveranse eller leveranse med dårlig kvalitet og at PPU derfor ikke viser hele bildet av fremdriften.

Andre informanter trekker frem at de ønsker at verdien av leveranser kan beskrives i planen ut fra hvor langt leveransen er utviklet. Hensikten er dermed at prosjekteringsgruppen kan se hvor nære ferdigstillelse den spesifikke prosjekteringsoppgaven er. Flere påpeker at det er vanskelig å sette prosentverdi på utviklingen av leveranser og prosjekteringsarbeidet generelt, men at det kunne vært gjort med en grov skalering.

En annen informant ser på muligheten til å måle statusen av prosjektet ved stikkprøver i fremdriften. Dette kan utføres ved å la prosjekt- og prosjekteringsledelsen velge ut MMI-nivå for enkelte fag eller leveranser som de selv anser som viktige punkter for fremdriften. Ved å ikke informere resten av de prosjekterende mener informanten at prosjektet i større grad kan dokumentere ekte verdier for fremdriften.

Prestasjonsmålingene kan synliggjøres i større grad i kontorlokalene der samlokaliseringen foregår. På det viset kan prosjektdeltakerne se utviklingen av prestasjoner hele tiden, og ikke bare under ICE-møtene på onsdager. Det poengteres at målingene kan kategoriseres og vises for hvert enkelt fag. Dette blir dog ikke praktisert fordi det kan virke som å henge ut enkeltpersoner og dermed mer avskrekkende enn motiverende ifølge informanten. Til senere samspillsprosesser anbefaler informantene at prosjekteier i større grad informerer om hvorfor prestasjonsmåling blir foretatt og hvilke virkning det har innad i prosjektet og til kommende prosjekter.

5. Diskusjon

Dette kapitlet med følgende underkapitler tar for seg diskusjon av resultater opp mot teorien. Diskusjonen benytter teorien og dokumentert praksis for å gi resultatene et sammenlikningsgrunnlag. Sammenlikningen gir grunnlag for å trekke slutninger, samt påpeke styrker og svakheter ved funnene. Andre drøftinger indikerer at videre undersøkelser er nødvendig for å trekke slutninger.

Struktureringen av diskusjonen er utformet likt til resultatkapitlet. Dermed kan leseren orientere seg i diskusjonen basert på resultatkapitlet.

5.1 Planlegging av prosjektering

Kapitlet drøfter hvordan planlegging av prosjektering praktiseres, erfares og kan forbedres. Kapitlet er det lengste av de tre diskusjonskapitlene ettersom kapittel Planlegging av prosjekteringovenforinneholder mest resultater.

5.1.1 Praksis ved planlegging av prosjektering

Hovedmilepælene i prosjektet identifiseres av prosjektleder fra byggherre og entreprenør i samarbeid med produksjon- og prosjekteringsleder. Involverende planlegging med øvrige prosjekterende beriker fremdriftsplanen for forprosjektet, fra milepæl for tilbudsfrist til oppstart av forprosjektet. Koch et al. (2010) hevder at kontrakten er den viktigste forutsetningen for milepælsetting i prosjektet, som følge av prosjektets leveringsdato og faseovergang. I case-prosjektet er det kontrakten som er utgangspunktet for fastsetting av hovedmilepæler. Prosjektetorganisasjonen utarbeider også mindre styringsmilepæler som baserer seg på prosjektering, innkjøp og produksjon. Dette bygger videre på hva Koch et al. (2010) anser som viktige kontrollpunkter i fremdriften. Etableringen av slike styringsmilepæler muliggjør også bedre fremdriftskontroll fra byggherren, noe PROBY-rapporten (Olsen et al., 2013) anbefaler.

Ramanayaka et al. (2023) påstår at mangel på etablering av realistiske milepæler og leveranseplaner er en av årsakene til at faktisk fremdrift i prosjektering er dårligere enn planlagt. Praksisen fra case-prosjektet viser en prosjektorganisasjon som utarbeider og detaljerer fremdriftsplanen sammen etter at hovedmilepæler og styringsmilepæler er etablert. De prosjekterende kan dermed forplikte seg til arbeidet ut fra deres kapasitet og prosjektets behov. Slik planlegging betegnes som *pull planlegging* og gir ifølge Fosse & Ballard (2016) pålitelighet og forutsigbarhet i prosjekteringen. Det kan argumenteres for at slik planlegging tilrettelegger for mer realistiske milepæler enn tradisjonell planlegging, ettersom de prosjekterende selv involveres og vet best hvor lang tid de behøver for å utføre leveranser. Samtidig må de forutsatte kontraktsfestede milepælene tas i betraktning som førende for fremdriften. Planleggingen kan dermed anses som drevet av *pull planlegging* og fastsatte milepæler.

Resultatene viser at prosjekteringen blir planlagt etter prosjekteringsmengde og fastsatte datoer. Dette er ifølge Ghanem et al. (2022) en form for tradisjonell *push planlegging*, der systemet blir matet med tilgjengelige ressurser. Slik planlegging blir delvis gjort i det fulgte prosjektet for å kunne innfri datoene fastsatt av Helse Sør-Øst. Ghanem et al. (2022) betegner *pull planlegging* som mer produktiv og gir mindre ledigtid, til tross for at det kan gi noe lengre totaltid av prosjektet. Deres anbefaling er derfor å kombinere bruken av *pull* og *push* for å øke fleksibiliteten i prosjektet. Resultatet fra case-prosjektet viser at slik fleksibilitet er nødvendig som følge av begrenset kapasitet fra alle involverte i prosjektet. Det kan derfor virke som at

planleggingen av prosjekteringen ikke har full evne til å utføres etter *pull*-prinsipper, som følge av at enkelte rådgivere må arbeide når de er tilgjengelig. Samtidig har sykehusbygg strengere krav rundt kvalitet og presisjon i prosjekteringen, som kan kreve mer fleksibilitet i prosjekteringen.

Resultatene tyder videre på at de prosjekterende ser seg selv som ansvarlige for egen fremdrift i prosjekteringen gjennom å utføre og innhente egne leveranser til sitt arbeid. Dette er hva G. Ballard (2000a) anser som taktisk planlegging. Prosjektdeltakerne er dog vel vitende om at prosjektlederen sammen med prosjektledelsen er øverst ansvarlig for fremdriften. G. Ballard (2000a) anser dette som den strategiske planleggingen. Informantene uttrykker også at forsinkelser inn mot leveranser løses proaktivt gjennom dialog med hverandre og sjekker inn mot leveransedato. En av hovedfordelene med Last Planner™ System er ifølge Etges et al. (2020) og Mota et al. (2019) systemets proaktive tilnærming og tilrettelegging for identifisering av problemer. Praksisen fra prosjektet bygger derfor videre på tilsvarende effekter som er dokumentert i litteraturen.

Arkitekten blir av flere ansett som den rådgiveren som setter premissene og skisserer et førsteutkast av bygget, som resterende fag verifiserer. Utforsket litteratur gir ingen konkret anbefaling for hvordan rekkefølgen for prosjektering av fag skal foregå. Derimot viser veilederen for MMI (Fløisbonn et al., 2022) at MMI 000 og MMI 100 baseres på arkitektens tidlige involvering. Dette gir en indikasjon på hvordan arkitektens rolle er sentral tidlig i prosjekteringen. Samtidig kommer det frem av resultatene at en god arkitekt er bevisst på hvilke leveranser som blir etterspurt og driver prosjekteringsprosessen. Slike uttalelser tyder i stor grad på en arkitekt med stor betydning for den *pull*-baserte planlegging i prosjekteringen, og forsterkes ytterligere ved bruk av betegnelsen «*lokomotivet*». Det kan dog argumenteres for at arkitekten er et resultat av *push* fra tidlig i prosjektet, som følge av at prosjektledelsen «*dytter*» prosessen helt i tidligfase, men at alle påfølgende leveranser som ARK ber om, er drevet av *pull*.

Til tross for indikasjoner av *pull planlegging*, viser resultatene at prosjekteringen ikke går lineært, men i større grad innebærer parallell prosjektering med iterative sekvenser. Informantene anser slike sekvenser, sammen med god kommunikasjon, som nødvendig i komplekse prosjekter. Dette stemmer overens med påstandene til Svalestuen et al. (2018), som også påpeker at en åpen prosjektorganisasjon kan bidra til bedret kommunikasjon.

Bølviken et al. (2010) hevder at prosjektering til en viss grad kan være en uendelig lang prosess ettersom det alltid er mulig å finne bedre løsninger eller berike tegninger. Dette utsagnet støtter opp under hvorfor målprisen i forprosjektrapporten i case-prosjektet er utarbeidet på et prosjekteringsgrunnlag med MMI-nivå 250. Kalkulasjonen trenger åtte uker på utarbeidelse av kostnad, og de må derfor sette en grense for hvor beregningen skal ta utgangspunkt. Informantene påpeker at prosjekteringen i praksis forsetter etter dette, dersom de har tid. Samtidig gir en informant uttrykk for at prosjekteringen opererer med en kvalitetsbuffer fremfor tidsbuffer. Dette utsagnet støtter påstanden til Bølviken et al. (2010) ovenfor. Samtidig kan ikke informantens svar tolkes helt bokstavelig, ettersom det er rimelig å anta en form for tidsbuffer i de fleste prosjekter.

MMI 250 anses som «*godt nok*» for de prosjekterende til å ta ut mengder og omtrentlig geometri av BIM-modellen. Ved å benytte et omforent bestemt modningsnivå av BIM'en som prosjekteringsmengden skal beregnes fra, er det grunn til å tro at det er enklere å foreta endringer og gå tilbake i kalkulasjonen dersom feil avdekkes. Det er lite i

litteraturen som viser til kalkulering av målpris basert på modenhetsnivå i BIM-modell. Litteraturen viser imidlertid at tidlig estimering av kostnader er viktig for å oppnå en reel målpris (Dang & Le-Hoai, 2018; Hosseini et al., 2016). Samtidig påpeker Johansen et al. (2021) at riktig målpris er viktig fra første tilbud, ettersom omprosjektering kan bli krevende inn mot en ny målpris. Ettersom MMI beskriver objekter og soner ut fra informasjonsinnhold og geometrisk detaljering i forhold til prosjektutvikling, er det interessant å se videre på utvikling av målpris basert på MMI.

Soneinndeling og bruk av modenhetsstyring i prosjekteringsutviklingen baseres på planlagt fremdrift i produksjon i tråd med hva Svalestuen et al. (2018) anbefaler. Sonene utarbeides av relevante prosjektdeltakere som prosjekt-, produksjon- og prosjekteringsleder, samt rådgivere for teknikk og BIM. Slik blir også prosessen fremstilt i utforsket litteratur (Garcia et al., 2021; Hansen et al., 2022; Styrvold et al., 2019). Resultatene tyder på at prosjektdeltakerne ønsker få soner for inndeling av prosjektet ettersom bygget er «lite» og stor grad av gjentakende arbeid. Et slikt ønske er i strid med hva Hansen et al. (2022) anbefaler i sin studie. Nøklebye et al. (2018) og Styrvold et al. (2019) på sin side anbefaler å definere en sone for alt mellom et rom til en helt etasje.

5.1.2 Erfaring ved planlegging av prosjektering

Erfaringene som kommer frem i resultatet viser en bred enighet rundt bruken og nytten av involverende planlegging i prosjektering, ettersom forprosjektet har krevd et tettere samarbeid enn hva detaljprosjekteringen gjør. Litteraturen viser at byggherren burde være profesjonell flergangsbyggherre fordi entreprisen krever mye bidrag fra byggherre (Rybkowski et al., 2022; *Veileder om samspillsentreprise | Anskaffelser.no*, 2017). Problemene skal spesifiseres og løses sammen, og involverende planlegging virker derfor til å ha bidratt til åpenhet, tillit og god dialog, noe som er viktige prinsipper i samspill ifølge Emmitt og Ruikar (2013). Svalestuen et al. (2018) sine funn om at synkron kommunikasjon er viktig for intensive og gjensidig avhengige aktiviteter ser samtidig ut til å bli bekreftet.

Resultatene viser at flere erfarte for lite tid i forprosjektet og som førte til dårligere kvalitet i prosjekteringsarbeidet. Det er liten grunn til å tro at erfaringene til prosjektdeltakerne ikke stemmer. Samtidig hører man stadig «*hadde vi bare hatt bedre tid*» som en generell unnskyldning for mange situasjoner i dagliglivet. Begrunnelsen til informantene er at de gjerne skulle hatt bedre tid for å øke kvaliteten på prosjekteringen og dermed gi kalkulasjon bedre forutsetning for utarbeidelse av målpris. Mer nøyaktig målpris med mindre usikkerhet er antagelig ønskelig for Sykehusbygg og Skanska. Sykehusbygg må samtidig ta en avveining på kostnaden ved å lønne de prosjekterende en måned til opp mot spart kostnad i prosjektet som følge av mer nøyaktig prosjektering.

Resultatene viser videre at prosjektet planlegges etter prosjekteringsmengde og at personell tilføres for å fullføre innenfor milepæler. Argumentet er at det er billigere å betale timene for den prosjekterende, enn det å overgå fristen. Likevel kommer det frem at realiteten er annerledes og at kapasiteten ikke alltid strekker til, som fører til overskridelse av frister. Dette viser en form for bekreftelse på hva Ghanem et al. (2022) anbefaler vedrørende kombinasjon av *pull* og *push planlegging* for å gi økt fleksibilitet. *Push* planlegging kan derfor virke nødvendig innledningsvis i prosjekter dersom kapasiteten i prosjektet reduseres fremover. Selv om *pull-planlegging* kan gi økt produktivitet de timene det arbeides, er det naturlig å søke fleksibilitet tidlig i prosjektet.

Oppdatering av status på leveranser mellom to prosjekterende skal ifølge informantene gi rom for å akseptere at en leveranse blir forsinket. Dermed vet prosjekterende at leveransen er i arbeid og samtidig vil tilfredsstillende kvaliteten som etterspørres. Dersom de prosjekterende må levere tilbake og be om omarbeid av en leveranse fordi en var for opptatt av å rekke tidsfristen, vil dette kunne ta lengre tid enn å ha kontinuerlig dialog om leveransen. Forsinkelse og omarbeid er også et godt argument for hvorfor leveransene burde brytes ned til minst mulig leveranser. På det viset kan prosjekteringen få overlevert de ferdige leveransene i lappeplanen, til tross for at enkelte leveranser ble forsinket.

Ved å dele leveransene i mindre deler på lappeplanen vil replanleggingen forenkles. Slik unngår de prosjekterende at en stor lapp må brytes ned og henges opp igjen på planen. Samtidig vil en slik nedbrytning av leveransene bidra til en mer reel PPU, ettersom den viser utførte oppgaver opp mot planlagte (Ballard, 2000), men ingenting om kvaliteten (Abou-Ibrahim & Hamzeh, 2017). Resultatene tyder også på at de prosjekterendes evne til å tilpasse og utarbeide arbeidspakker og leveranser i planen forbedres gjennom erfaring med metoden. Dette er forståelig ettersom et oppstartsmøte sjeldent er nok til å lære seg en helt ny måte å planlegge arbeid på.

Bruk av Model Modenhets Indeks for planlegging og kontrollering av fremdrift i prosjekteringen viser splittede meninger og erfaringer. Av alle temaene som er gjennomgått i resultatene, er det få som indikerer like stort sprik i kunnskapsnivå som bruk av MMI. Litteraturen viser at MMI først omtales av Abou-Ibrahim og Hamzeh (2017) i 2017, til tross for at Level of Development ble omtalt så tidlig som i 2013 av Al Hattab og Hamzeh (2013). Det er derfor interessant å se at til tross for en utvikling av modenhetsstyrt planlegging de siste ti årene, har likevel ikke praksisen etablert seg fullstendig. Derimot er det informanter som forklarer veldig utdypende rundt temaet og kan derfor tilrettelegge for erfaringsoverføring mellom seg og de andre prosjekterende. Slik kan organisatorisk læring foregå innad i prosjektgruppen.

Etter at veilederen for MMI ble utgitt og siden oppdatert en gang, fremstår den som en standard for bransjen. Samtidig viser resultatene at prosessen med MMI bæres av enkelte i prosjektorganisasjonen. Det er verdt å nevne at alle har ulik kompetanse og at det derfor er naturlig med forskjellige bidrag inn mot prosjektet. Likevel er det interessant å se på hvordan en veileder er til for å hjelpe de med mindre erfaring og gi retningslinjer for praksisen. Personene som driver prosessen med MMI kan antagelig mer enn hva som står i veilederen. Det er derfor interessant å se hvordan systemet eller veilederen etablerer et nedre minimum for kunnskapen om MMI for å støtte de med mindre kunnskap, mens de flinkeste kunnskapsbærerne vil klare prosessen uten å hvile seg mot veilederen og systemet. Ved å ha slike veiledere kan kunnskapen om prosessen ha ett springbrett ut i næringen, som igjen kan utvikle prosessen og metoden ytterligere.

Utarbeidelse av store mengder dokumenter for utarbeidelsen av krav til fag og soner er ifølge resultatene en av årsakene til at bruk av MMI anses som en lang og tung prosess. Følelsen av lav «nytte/kostnad» hos en av de prosjekterende gir et veldig negativt inntrykk av informantenes meninger. Litteraturen viser ingen tegn til liknende utsagn rundt erfaringen med MMI. Derimot erkjenner Garcia et al. (2021) at metoden er tidkrevende, men at aktører i bransjen har dokumentert positiv avkastning på investeringen i bruk av metoder som MMI og BIM. Ettersom Garcia et al. (2021) ikke dokumenterer hvordan den positive avkastningen er beregnet, er det vanskelig å

kommentere denne påstanden. Derfor burde påstanden til Garcia et al. (2021) tas hensyn til, uten at man kan konkludere direkte med den. Det burde også tas i betraktning at til tross for at et selskap kan dokumentere positiv avkastning, så betyr det ikke at resten av bedriftene gjør det.

Resultatene viser også at informantene selv reflekterer over hvorfor det kan være mye arbeid med metoden. Det er ifølge informantene lett å sette krav, men at det er oppfølgingen som er tidkrevende. Dette bygger videre på Hansen et al. (2022) som påpeker at det er unyttig å sette MMI-krav med mindre prosjektet klarer å følge opp utviklingen i modenheten. Dette er forståelig ettersom å gjennomføre noe halvveis antagelig skaper mer arbeid enn hva det bidrar med. For å unngå den type problem der de prosjekterende blir overrasket av arbeidsmengden eller hvordan metoden utføres, er det nærliggende å anta at bedre gjennomgang av metoden er nødvendig før oppstart.

Forskjellen mellom sykehusbygg og andre næringsbygg blir i resultatet antydning av å være en av årsakene til at prosjekter har ulike behov for detaljering i prosjekteringen. Sykehusbygg kan være veldig komplekse, mens andre næringsbygg kan være svært enkle. Derfor erfarer informantene at det er prosessen for å utarbeide statussettingen i prosjektet som må være standardisert, fremfor kravene til objektene. Litteraturen poengterer at det er prosjektene selv som må utarbeide kravene for sine spesifikke soner og objekter ut fra behov og ressurser (Fløisbonn et al., 2022; Styrvold et al., 2019). En informant legger til at overgangen fra LOD til MMI har forbedret arbeidet med oppfølging og utarbeidelse av krav. Resultatene tyder derfor på at antallet objekter og soner er avgjørende for arbeidsmengde og kompleksiteten ved å sette krav for utviklingen, noe Abou-Ibrahim og Hamzeh (2017) også trekker frem.

Til tross for noen negative erfaringer med MMI, kommer det også tydelig frem i resultatene at prosjekterende ser på metoden som et bra styringsverktøy. De erfarer at kommunikasjonen, planleggingen og utførelsen av prosjekteringsarbeidet forenkles og gir et felles språk i prosjekteringen. Garcia et al. (2021) har erfart at en slik standardisert kommunikasjonsmetode i prosjekteringen er nødvendig. Ved at de prosjekterende eksempelvis kan si at de er på MMI 300, så kan resten forstå innholdet og ferdiggraden av det som er prosjektert. Ved å merke leveransene sine med MMI 300 blir også ferdiggraden kommunisert til resten av prosjektet. Dette forsterker inntrykket av at MMI kan benyttes som både et planleggingsverktøy, kontrollverktøy og kommunikasjonsverktøy, noe litteraturen også trekker frem.

Ettersom forprosjektet har blitt planlagt etter MMI 250, noe informantene erfarer som hensiktsmessig, er det relevant å se hva som ligger i kravene for MMI 250. Ifølge veilederen (Fløisbonn et al., 2022) skal prinsipielle løsninger være tverrfaglig kontrollert for å oppnå MMI 250. Ved å benytte seg av en slik statussetting kan hele prosjektorganisasjonen forstå hva som kreves og forventes som resultat av forprosjektet, og samtidig ha mulighet til å kontrollere leveransene opp mot kravet. Ballard og Koskela (1998) hevdet at måling av fremdrift basert på produserte tegninger og underlag gjorde tidligfasen ekstra utfordrende, som følge av lite produsert materiell. Ved bruk av utarbeidet tegninger og underlag, og målet om å nå MMI 250, kan fremdriften i tidlig fase av prosjektet måles.

Resultatene viser at soneinndeling og rekkefølgen for prosjekteringen av sonene burde gjennomføres etter prosjektets foretrukne produksjonsrekkefølge slik Styrvold et al. 2019 og Svaalestuen et al. 2018 anbefaler. Erfaringene til de prosjekterende viser imidlertid at alle fag innad i en sone ikke trenger å ha samme modenhetsnivå for å

skape fornuftig fremdrift. Argumentet med at rådgivende ingeniør elektro (RIE) ikke trenger å være ferdig med brannvarsling for at bæresystemet prosjekteres eller settes opp, illustrerer dette. Sitatet «*Avhengig av hvilken sone du er i, så vil ikke alle fagene trenge å være på samme MMI-nivå for å skape fremdrift*» understreker argumentet over. Det kan altså virke som at kravene til de ulike MMI-nivåene ikke nødvendigvis passer med nødvendig fremdrift i prosjektet. I så måte kan en slik fremdriftsplanlegging virke kontraproduktivt ettersom ressursene for prosjekteringen kunne blitt brukt for prosjektering en annen plass. Å planlegge for at hele sonen må oppfylle et MMI-nivå før prosjekteringen kan gå videre virker derfor lite hensiktsmessig. Prosjekterende viser skepsis ovenfor dagens metode, som kan være noe rigid. Det er derfor verdt å stille seg spørsmålene om det er kravene til MMI-nivået for fagene som er definert uhensiktsmessig opp mot fremdriften, eller om det er godkjenning av modenheten for en sone som er uhensiktsmessig definert og at fag derfor burde ha anledning til å ha ulik MMI i samme sone?

Basert på et case-prosjekt anbefaler Hansen et al. (2022) å planlegge prosjekteringen etter soner, der tekniske systemer innad i sonene kan oppnå separat modenhet enn resten av sonen. Basert på uttalelsene og erfaringene til de prosjekterende kan en slik praksis virke som foretrukket måte å prosjektere på. Det er grunn til å tro at en slik tilnærming i større grad vil tilrettelegge for at prosjektering av RIB og ARK kan utføres i sitt tempo, mindre avhengig av MMI-nivået til tekniske fag. På det viset kan fremdriften i prosjekteringen i større grad ta vare på tekniske fag og deres grensesnitt opp mot bygningskropp og innvendige arbeider. Det vil likevel være nødvendig med koordinering av tekniske fag for utsparring av sjakter og hovedføringer. Resultatene viser også at det er ARK og RIB som er førende for fremdriften i prosjektet. Det er derfor viktig at prosjekter unngår bruken av metoden for brukens skyld, men som en metode for å bedre fremdriftsplanleggingen. Igjen vil prosjektets kompleksitet spille stor rolle for hvordan en slik rekkefølge løses best.

Tilley (2005) karakteriserer prosjekteringsledelse som ledelse av utvikling og produksjon av dokumenter som berikes gradvis med høyere detaljeringsnivå og brukes for planlegging, kostnadsestimering og produksjonsgrunnlag. Erfaringene og karakteristikken rundt MMI som er trukket frem i resultatet går godt overens med hvordan Tilley (2005) beskriver prosjekteringsledelse. Samtidig er det verdt å nevne at prosjektering er mer enn bare MMI og BIM. De må anses som hjelpemidler for å utføre prosjekteringsprosessen, ettersom prosjektering har som mål å overføre kundens behov over til konkrete løsninger (Ballard & Koskela, 1998).

Utarbeidelsen av leveranser og arbeidspakker som skal inn i lappeplanen anses som et viktig arbeid for å oppnå en jevn flyt i prosjekteringsarbeidet. Det vil antagelig gi god indikasjon på kommende arbeid som gir mulighet for å planlegge nødvendig ressurser frem i tid. Det er naturlig å se at leveransekurven i Figur 11 kan bidra til forutsigbarhet for de prosjekterende. Samtidig kan kurven ses i lys av at prosjektledelsen ønsker enda flere personer tidligere inn i samspillfasen for å kartlegge krav. Det er grunn til å tro at den grå delen av leveransekurven da ville ha vært enda høyere tidlig i prosjektet. Basert på erfaringene som fremkommer i resultatet, ville fremtidige krav blitt tatt høyde for tidligere og dermed prosjektert med større forutsigbarhet.

Leveransekurven i Figur 11 sier dog lite om størrelsen på leveransene, noe som kan gi et dårlig inntrykk av den jevne arbeidsmengden. Derimot skal de prosjekterende ha fått opplæring i hvordan de utarbeider og tilpasser leveranser i lappeplanen. Derfor burde

flesteparten av leveransene være tilnærmet like store i mengde. Likevel er det nærliggende å tro at for store leveranser vil bli kompensert med mange mindre leveranser, og at de spres jevnt utover prosjektførløpet. Informantene trekker samtidig frem at leveransekurven er preventiv for «skippertak»-tendenser mot slutten av prosjektet. Slikt arbeid kan ifølge erfaringene føre til dårlig arbeidsmiljø, overbelastning og sykemeldinger. Det er derfor nærliggende å anta at en jevn progresjon vil være gunstigere enn perioder med vekslende produktivitet som følge av mistrivsel og sykemeldinger. Dersom personell blir sykemeldt er det også grunn til å tro at det kan være utfordrende å sette inn ressurser underveis som følge av tilgjengelighet og prosjektøkonomi.

5.1.3 Forbedring ved planlegging av prosjektering

Informantene anbefaler at enda flere personer samles for å kartlegge viktige krav og mål for hva som skal inn i planen. Ramanayaka et al. (2023) hevder at etablering av realistiske milepæler og leveranseplaner er en av årsakene til at faktisk fremdrift er dårligere enn planlagt. Informantenes syn på forbedringer i fremdriftsplanleggingen kan derfor anses som et tiltak til problemet avdekket av Ramanayaka et al. (2023), samtidig som det bygger videre på Kunz og Fischers (2020) uttalelse om at flest mulig burde inviteres til oppstartsmøtet i prosjektet. Videre etterspør informantene enda nøyere gjennomgang av den involverende planleggingen ved oppstart av prosjektet. Dette understreker viktigheten av Fosse og Ballards (2016) erfaring rundt innføring av metodene i tidlig fase av prosjektet.

Resultatet viser at de prosjekterende ønsker at prosjekteringsgruppen blir enda bedre til å utarbeide leveranser i lappeplanen. Det argumenteres for at leveransene burde deles i flest mulig lapper for å unngå at en stor leveranse med mange delleveranser uteblir fra fremdriften i prosjektet. Det kan argumenteres for at en oppdeling av leveransene til minst mulige delleveranser vil forenkle arbeidet med å flytte leveransen i planen dersom det blir nødvendig. På den måten kan prosjektet opprettholde og mulig forbedre systemets proaktive tilnærming til problemer i fremdriften, slik som Etges et al. (2020) og Mota et al. (2019) tar til orde for. Det er samtidig relevant å se på oppdeling av leveranser som en mulig konsekvens av opplæringen som ble gitt i introduksjonen av prosjektet. Det er derfor nærliggende å se en sammenheng mellom forbedringer til utarbeidelse av leveranser og bedre introduksjon til den involverende planleggingen som ble diskutert i avsnittet ovenfor.

I tillegg anbefales det tettere kommunikasjon mellom prosjekterende som avhenger av hverandres leveranser, inn mot leveransedatoer. Ettersom resultatene viser at informantene etterspør en form for kvalitetssjekk av leveranser, kan forbedret dialog mellom prosjekterende bidra til færre dårlige leveranser. Emmitt og Ruikar (2013) hevder at effektiviteten av kommunikasjonen i prosjekter er høyest dersom deltakerne bruker de avtalte kommunikasjonskanalene. Samtidig kan deltakerne opparbeide større grad av tillit mellom hverandre, noe som er avgjørende i en samspillsfase (*Veileder om samspillsentreprise | Anskaffelser.no*, 2017). Det er derfor grunn til å tro at lappeplanen fortsatt vil være førende med utgangspunkt i ICE-sesjonene, men at dialogen mellom to prosjekterende kan bidra til økt samhandling og kontroll.

Utvikling og forbedring av modellmodenhet for fremdriftsplanlegging i prosjektering burde foregå ved en mer standard prosess for utarbeidelse av kravene. Standardisering av modenheten for objektene blir dog sett på som prosjektspesifikt. Dette bygger videre på hvorfor overgangen fra bruk av LOD til MMI har blitt foretrukket av Abou-Ibrahim og

Hamzeh (2017) og Garcia et al. (2021). En av informantene anbefaler imidlertid at Skanska i større grad burde utarbeide krav og forventinger for hvert fag inn mot alle MMI-nivåene. Informantens utsagn styrker funnene til Styrvold et al. (2019) om at prosjektorganisasjonen burde utarbeide kravene for hvert nivå til hver disiplin. Det kan tenkes at en slik praksis kan standardisere prosessen som følge av at målene er tydelig definert. Derimot må de som utarbeider en slik kravliste trå varsomt for å ikke danne krav til objekter.

Opprettelse av en egen møteserie for BIM-koordinatoren, prosjekteringsleder og MMI-ansvarlige blir foreslått. Litteraturen kan ikke vise til liknende praksis. Derimot erfarer Hansen et al. (2022) og Nøklebye et al. (2018) at avklaringer rundt MMI og LPS tas i ICE-møter. Ettersom bruk av parallelle økter i ICE-møtene anses som noe vanskelig å gjennomføre i ICE-sesjonene, er det derfor nærliggende å anta at møteserien for BIM-koordinatoren, MMI-ansvarlige og prosjekteringsleder burde foregå på utsiden av ICE-sesjonene.

Proessen med å sette soneinndeling for fremdriftsplanlegging i prosjekteringen anses som et forbedringspunkt av de prosjekterende. Hansen et al. (2022) viser i sin studie at prosjekteringssoner ikke burde være for store, noe informantene i dette prosjektet understreker. Videre tilføyes det at spesielle områder av bygget burde defineres som egen sone som følge av spesiell utforming og krav. Derimot kommer informantene med få eksplisitte forbedringer til hvordan bruk av MMI kan bedre fremdriftsplanleggingen. Basert på erfaringene i kapittel 4.1.2 tyder det derimot på at MMI-systemet ikke burde henge seg for mye opp i hvordan to objekter eller tekniske systemer i en sone, som er helt uavhengige av hverandre, har ulikt MMI-nivå. Det er derfor interessant å se at slike erfaringer styrker funnene til Hansen et al. (2022) og tilfører mer empiri rundt bruken av MMI.

Resultatene viser at det anbefales bruk av en intern teknikkressurs fra Skanska for å sette føringer for ARK som danner skisse av bygget. En slik ressurs kan være nødvendig dersom entreprenør og byggherre starter opp tidlig uten å kontrahere rådgivere innenfor teknikkfagene. Basert på stegene i veilederen for MMI (Fløisbonn et al., 2022) er det tydelig at en slik intern ressurs for teknikk kunne vært brukt frem til MMI 100 – Grunnlagsinformasjon. Ved å *pushe* den interne ressursen tidlig i prosjektet kan prosjektet få noe økt fleksibilitet tidlig i prosjekteringen, hvilket støtter opp under funnene til Ghanem et al. (2022).

5.2 Organisering av prosjekteringsmøter

Dette kapitlet tar for seg hvordan organisering av prosjekteringsmøter praktiseres, erfaring med organiseringen og hvordan organiseringen av prosjekteringsmøter kan forbedres. Diskusjonen drøfter resultatene i kapittel Organisering av prosjekteringsmøteropp mot teori og praksis.

5.2.1 Praksis ved organisering av prosjekteringsmøter

Skanska og Sykehusbygg har som hensikt å benytte ICE for å løse problemer aktivt sammen med minst mulig bruk av andre kommunikasjonskanaler som epost og telefon. Dette er i tråd med hvordan litteraturen beskriver ICE-sesjonene (Fosse et al., 2017; Kunz & Fischer, 2020; Tauriainen et al., 2016). Det er interessant å se det i sammenheng med hvordan Emmitt og Ruikar (2013) og Svalestuen et al. (2018) kategoriserer kommunikasjon i synkron og asynkron kommunikasjon. Emmitt og Ruikar (2013) viser til at synkron kommunikasjon der personer møtes ansikt til ansikt er svært

viktig for tillitt mellom prosjektdeltakerne. Svalestuen et al. (2018) tilføyer at synkron kommunikasjon er nødvendig for intensive og iterative avhengige aktiviteter. Ut fra prinsippene om samspill (Olsen et al., 2013; *Veileder om samspillsentreprise | Anskaffelser.no*, 2017) er det derfor rimelig å anta at synkron kommunikasjon er viktig i samspill, noe Hosseini et al. (2016) også trekker frem. Videre er det nærliggende å se på samlokalisering som et grunnleggende viktig prinsipp for å dra full nytte av synkron kommunikasjon i prosjektet.

Litteraturen peker samtidig på at flest mulig interessenter burde inviteres til oppstartsmøtene i ICE. Praksisen fra case-prosjektet tyder nettopp på dette, samtidig som det påpekes at det vil være færre til stede i ICE under detaljprosjekteringen når samspillsfasen i forprosjektet er over. De prosjekterende begrunner dette med at det er stor informasjonsmengde tidlig i prosjektet og at flere er direkte eller indirekte tjent ved å få med seg informasjonen. Kunz og Fischer (2020) påstår at møteformen vil kunne gi kontinuitet og forutsigbarhet i fremdriften og informasjonsflyten. Det er rimelig at oppstartsfasen av et prosjekt innebærer mye ny informasjon, og at det derfor er hensiktsmessig å dele informasjonen til flest mulig ved å samle alle samtidig.

Litteraturen trekker frem viktigheten av en nøye planlagt møteagenda med konkret tidsavsetning til innholdet. Resultatene viser at møteagendaen med tema og tidsavsetning avtales mellom prosjekteringsledere hos entreprenør og byggherre i samråd med arkitekt og andre tekniske fag på fredagen før kommende møte på onsdagen. Litteraturen sier lite om hvem som burde utarbeide den ukentlige agendaen. Derimot er det nærliggende å anta at en form for involvering av de prosjekterende er nødvendig og ønskelig for å få en agenda som tar for seg aktuelle saker i prosjektet. Dersom de prosjekterende ikke melder inn saken innen fredagen, vil det ikke inkluderes i agendaen. Sett utenfra kan en slik praksis virke noe streng. Spesielt hvis det kommer en uforutsett hendelse mandagen etter. Samtidig gir en slik praksis forutsigbarhet for de prosjekterende og mulighet for alle til å stille forberedt til møtet på onsdag.

Praksis fra litteraturen tyder på at ICE burde gjennomføres med fremvisning av fremdriftsplan og prosjekteringsunderlaget på flere store skjermer i møtelokalet (Fosse et al., 2017; Kunz & Fischer, 2020). Informantene har sagt lite om hvordan møterommet er utformet, og det er derfor vanskelig å trekke frem at prosjektet har gjort det likt eller ulikt til litteraturen. Derimot kan det tenkes at fremvisning av lappeplan og fremdrift i møterommet vil gi prosjektdeltakere oversikt over prosjektstatus, og dermed mer selvbevissthet rundt egen prestasjon.

Det kommer frem av resultatene at Skanska leder ICE-møtene ved en fast fasilitator og er pådriveren for bruk av ICE inn i samspillet. Målingene som utføres i ICE-møtene er det derfor Skanska selv som har tatt med inn i prosjektet. Det er grunn til å tro at en fast fasilitator vil bidra med mye erfaring og kontinuitet i gruppen dersom samme personen leder ICE-øktene gjennom hele prosjektet. Samtidig kan personen ta med seg erfaringer fra andre pågående prosjekter inn i prosjektet. Dette kan gi god organisatorisk læring. Byggherren arrangerer prosjekteringsmøtene med brukerrepresentanter på tirsdager for å gi god oppfølging av deres krav inn mot prosjekteringen. Det er i større grad forståelig at Sykehusbygg leder møtene der brukere er representert, basert på erfaringen til sykehusbygg tilknyttet brukervedvirkning og evnen til å avdekke nødvendige krav for funksjonen til bygget. Det er samtidig grunn til å tro at Sykehusbygg har større ekspertise rundt planlegging av sykehus enn hva

Skanska har, samtidig som Skanska antagelig besitter mer erfaring rundt prosjektering og produksjon.

5.2.2 Erfaring ved organisering av prosjekteringsmøter

Resultatene viser også at prosjekteringsmøtene ved bruk av Integrated Concurrent Engineering (ICE) har gitt høy tilfredshet hos de prosjekterende. Det er interessant å se at det er de prosjekterende utenfor Skanska som er mest fornøyd med metoden. Dette betyr antageligvis ikke at de prosjekterende fra Skanska er misfornøyd, men at metoden kan være ny for de utenfor Skanska. Eventuelt kan de ha vært med i andre prosjekter der ICE har blitt praktisert og erfart at det pågående prosjektet praktiserer ICE bedre. Metoden blir beskrevet som enkelt og effektiv og mer fordelaktig fremfor tradisjonelle prosjekteringsmøter. Ifølge Del Savio et al. (2022) og Fosse et al. (2017) skiller ICE-møter seg fra tradisjonelle prosjekteringsmøter ved at agendaen er nøye planlagt med avsatt tid til hvert tema. Dersom de prosjekterende er vant til mindre planlagte økter er det forståelig at ICE anses som mer effektiv. Dog er det verdt å nevne at et møte der deltakerne ikke får diskutert og blitt enige om en sak før man må videre til neste punkt vil antagelig være enda mindre effektivt enn tradisjonelle møter. Det vil derfor være viktig å avveie fremdrift mot resultatet av møtet.

Bruk av ICE som en del av samspillsprosessen i prosjektet blir tydelig ansett som fordelaktig. Som følge av prosjektets samlokalisering blir ICE i større grad benyttet som et informasjonsmøte om prosjektet. Kunz og Fischer (2020) beskriver ICE som en møteform der ideer og problemer i større grad skal løses. Litteraturen legger imidlertid vekt på at møteformen også har som formål å spre informasjon raskt med riktig kvalitet. Det er samtidig rimelig at personene som er lokalisert på prosjektet prøver å løse oppgaver og problemer seg imellom når de oppstår, fremfor å vente til resten av de prosjekterende kommer. På den måten får de kontinuerlig progresjon i arbeidet, utnyttet synergier som oppstår i samlokalisering og brukt tiden i ICE-møtene til andre problemer som eventuelt måtte oppstå. Samtidig er det viktig at alle prosjekterende får innblikk i arbeidet som skjer i prosjekteringen under samlokaliseringen. Det kan derfor virke rimelig at ICE-møtene i større grad har utviklet seg til å bli benyttet som informasjonsmøter under samlokaliseringen enn ved tradisjonell prosjektutførelse med ICE. Del Savio et al. (2022) poengterer nettopp dette i sin litteraturstudie. VDC er et stødig rammeverk for byggeprosessen, men at virkemidlene som ICE, BIM og LPS er i stadig utvikling og trolig vil utvikle seg enda mer fremover.

Erfaringene til enkelte av informantene viser at parallelle arbeidsøkter i ICE-sesjonene kan gi utfordring for ledelsen å følge med på hva som diskuteres eller utføres. Litteraturen viser lite til bruk av parallelle arbeidsøkter. Derimot kan en person aldri være på to steder samtidig og prosjektledelsen burde derfor dele seg for å overvære en parsell hver. Til tross for at øktene kan skape vanskeligheter rent organisatorisk er det rimelig å anta at prosjektledelsen og de prosjekterende har lyst til å utnytte tiden de er samlet sammen. Samtidig kan parallelle økter spare resten av prosjektgruppen for irrelevant informasjon med påfølgende diskusjoner. Kunz og Fischer (2020) mener at aktiv problemløsning er en av styrkene til ICE. Basert på antall inviterte personer til ICE-sesjonene, som er et sted mellom 20-30 personer, kan det argumenteres for at aktiv problemløsning er lettere i mindre parallelle økter.

Til tross for at ICE-øktene er utført noe annerledes enn hvordan litteraturen beskriver metoden, er likevel essensen med samling av mange mennesker med kort responstid bevart i prosjektet. Resultatene viser at metoden er tidsbesparende, noe litteraturen

refererer til som reduksjon av sløsing i aktiviteter (Abou-Ibrahim & Hamzeh, 2017; Fosse et al., 2017; Fosse & Ballard, 2016; Nøklebye et al., 2018; Styrvold et al., 2019). Igjen blir den rigide styringen av møtene trukket frem og anses som veldig forutsigbart for de prosjekterende. At deltakerne lærer metoden raskt som følge av forutsigbarheten og rigiditeten virker plausibelt, ettersom neste møte vil foregå likt og etter agendaen som er utsendt.

Last Planner™ System brukes i ICE-møtene som en del av den involverende planleggingen. Som følge av mange nye metoder for flere av de prosjekterende tyder erfaringene på at implementeringen av LPS kan by på oppstartsproblemer. Det er rimelig å anta at slike problemer også vil oppstå ved implementering av andre metoder, og ikke bare med LPS. Metoden er derimot *pull*-basert i motsetning til tradisjonell planlegging, som ifølge G. Ballard (2000a) er *push*-basert. Tenkemåten kan derfor være ganske annerledes i forhold til hvordan enkelte har planlagt oppgavene sine tidligere. Det er derfor nærliggende å anta at oppstartssamlinger og introduksjonsmøter alltid er nødvendig, men spesielt viktig der nye metoder skal brukes.

Til tross for enkelte oppstartsproblemer med etablering av lappeplanen og LPS-metodikken, kommer det frem at informantene erfarte klar fordel med bruk av metoden. Kerosuo et al. (2012) trekker frem økt bevissthet blant de prosjekterende rundt gjensidig avhengige oppgaver som en styrke med LPS. Resultatene viser at de prosjekterende i stor grad føler seg mer forpliktet til arbeidsoppgavene som følge av at andre prosjekterende venter på leveransen. Basert på resultatene kan det derfor se ut til at den sosiale prosessen med å avtale arbeidspakker med hverandre skaper forventinger og til dels frykt for å ikke innfri avtalene. Som følge av at det er deg selv som har plassert lappen der, kan det være forståelig at man er flau dersom leveransen ikke er gjennomført eller at man stiller uforberedt. Det kan muligens diskuteres hvor mye prosjekterende skal motiveres av frykt for å ikke innfri, men ettersom Figur 12 viser en PPU rundt 74%, er det grunn til å tro at alle vil måtte stå ansvarlig for en uferdig leveranse en gang.

Emmitt og Ruikar (2013) hevder at synkron kommunikasjon er helt avgjørende for å skape tillitt mellom personer. Informantene som erfarer mer forpliktende arbeid ved en fysisk prosess for utarbeidelse av lappeplanen, bekrefter dermed påstanden til Emmitt og Ruikar (2013). Likevel er det sosiale aspektet enda intakt dersom selve planen er digital, men avtalene etableres i et samlet prosjekteringsmøte. Prosjekteringsledelsen og deltakerne burde derfor avveie hva som er mest hensiktsmessig av å etablere lapper på en fysisk plan og samtidig ha en ressurs til å legge inn planen digitalt, eller å kjøre planen direkte inn digital. Som følge av at lappeplanen allerede er digital og brukes aktivt av de prosjekterende mellom møtene for å holde seg oppdatert på fremdrift, er det grunn til å tro at digital lappeplan vil være ønsket for kommende prosjekteringsprosess.

Kunz og Fischer (2020) anbefaler å utføre ICE-sesjoner en gang i uken for å oppnå kontinuitet og forutsigbarhet. Som tidligere diskutert, viser resultatene at den faste bestemte agendaen bidrar til dette. Resultatene tyder på at en ukes intervall mellom møtene er hensiktsmessig ut fra statusen i prosjektet, ettersom oppstartsfasen og samspillfaser trenger mye koordinering. Ved at en hel dag går til ICE-sesjonene blir det kun fire dager for å produsere materiell til neste gang. Det er forståelig at enkelte synes dette er kort dersom de også tar del i andre mindre prosjekteringsmøter ellers i uken. Samtidig trekker andre informanter frem at to uker vil være for mye mellom hvert møte,

ettersom partene da vil ha arbeidet lenge uten å få nødvendige avklaringer og informasjon.

Basert på informantenes argumenter er det rimelig at to uker vil gi utfordringer i et forprosjekt som skal vare i et halvt år. Flere informanter har påpekt at detaljprosjekteringen er en periode som er mer passende for to ukers intervall i møtene. Det er derfor interessant å tolke erfaringene dit at prosesser med mye koordinering, organisering og ide- og kravhåndtering trenger korte tidsintervaller. Samtidig kan prosesser med utarbeidelse og produksjon av prosjekteringsmaterieell i større grad tåle lengre møteintervall fordi flere har sine arbeidsoppgaver å jobbe med uten at hele prosjekteringsgruppen trenger å komme med innspill. Noen av informantene trekker frem å arrangere ICE-møter annenhver uke og plansjekk hver uke. En slik praksis vil antagelig sørge for at de prosjekterende holdes oppdatert på fremdrift uten å bruke mye tid på koordinering og problemløsning. Basert på informantenes uttalelser om dette forprosjektet, vil antageligvis en løsning med ICE annenhver uke og plansjekk hver uke være for knapt i forhold til informasjonsinnhenting, koordinering og beslutningstagning. Likevel burde resultatene tas i betraktning til kommende detaljprosjektering og senere prosjekter.

Kunz og Fischer (2020) anbefaler å invitere flest mulig interessenter til prosjekteringsmøtene. Resultatene viser at de prosjekterende ser klar fordel av at mange er med i møtene for å få med seg informasjonen som blir spredt. Kunnskapen til de prosjekterende om prosjektet kan dermed øke fortere. Igjen er det hensiktsmessig å trekke inn argumentene til Emmitt og Ruikar (2013) og Svalestuen et al. (2018) om forskjellen i synkron og asynkron kommunikasjon og dets betydning for spredning av informasjon. Informasjonen som kommer frem i møtene kan sendes på e-post og dermed unngå å samle alle i ett rom. Derimot er det ikke sikkert at alle vil lese informasjonen og føle samme tilknytningen til prosjekteringen. Ved å samle flest mulig interessenter til møtene kan derfor enda flere bli kjent med prosjektet, noe Kunz og Fischer (2020) anser som fordelaktig.

Til tross for at de prosjekterende ser stor fordel i å være mange interessenter i møtene, blir det poengtert at møtene kan være mindre produktive dersom nødvendige beslutningstakere ikke er til stede i møtene. Interessentene som blir invitert skal ifølge Kunz og Fischer (2020) sørge for at beslutningstakerne får nødvendig informasjon til å ta beslutninger. Resultatene viser at de oppmøtte helst burde ha mulighet til å ta beslutninger når spørsmål oppstår for å unngå latens i fremdriften. Lee et al. (2020) uttrykker at samhandlingen mellom de prosjekterende er en av grunnene til at VDC er så bra. Det kan derfor tenkes at slike store ICE-sesjoner er betinget av å ha personer med ønsker og krav, informasjonsbesittere og beslutningstagere for å komme videre. Dersom noen av disse rollene uteblir vil det trolig bli vanskeligere å ta beslutninger og samtidig virke mindre meningsfullt å møte opp for resten i møtet.

Basert på erfaringene fra byggherren, entreprenøren og rådgivere som har deltatt i forprosjektet og som har bidratt i intervjuer, er det tydelig at bruken av VDC-metodikk har stått sentralt. Rodriguez et al. (2021) hevder at terskelen for deling av informasjon senkes ved bruk av VDC, noe resultatene fra det undersøkte prosjektet også tyder på. Dermed styrker resultatene funnene til Rodriguez et al. (2021). Samtidig tyder resultatene på at erfaringene er gode, til tross for noen bemerkninger og noen mindre positive erfaringer. Det er derfor interessant at en av informantene erfarer økt ønske om bruk av VDC fra profesjonelle byggherrer og flere søker kompetanse gjennom VDC-kurs.

Liknende signaler trekker også Kunz og Fischer (2020) frem i litteraturen og påstår at rådgivere, arkitekter og underentreprenører spesielt i Skandinavia oppsøker kursing av VDC. Tatt i betraktning at mange av de intervjuede prosjektdeltakerne er fornøyde med prosessen, samt påstanden om økt fokus på VDC fra informanter og litteraturen, er det er det grunn til å tro at VDC-metodikken står sterkt i bransjen fordi metodikken gir gode resultater. Som følge av mer bruk av metoden fremover er det grunn til å tro at videre forbedringer og tilpasninger vil forekomme, noe Del Savio et al. (2022) også understreker.

5.2.3 Forbedring ved organisering av prosjekteringsmøter

Praktiseringen av ICE-metodikken og erfaringene derfra har ført til at informantene ønsker mer fysisk oppmøte i ICE-møtene. Samtidig ønsker andre informanter at fag med mindre arbeidsoppgaver i prosjekteringen skal ha mulighet til å møte opp kun under sekvenser der de er innblandet. Det er derfor interessant å se hvordan informantenes syn er ulike og til tider motstridende. Samtidig er det forståelig ut fra et byggherreperspektiv at det er dyrt å ha personell til stede som har få bidrag og lite innvirkning på prosjekteringen. Dersom færre rådgivere tar del i samlokaliseringen vil dette være i kontrast til hva Bygballe et al. (2010) anbefaler. De tar til orde for å samle rådgivere og underentreprenører i samlokaliseringen. Dette skal øke muligheten til å nå målprisen i prosjektet. Samtidig anbefales det at personer med beslutningsmakt kan kompensere for mange deltakere i møtet. Basert på Hosseini et al. (2016) er det derimot grunn til å tro at selv personer uten beslutningsmakt også burde inviteres til fysisk oppmøte fordi det kan bidra til å skape åpenhet og tillitt og føre til bedre dialog i prosjektet.

Det er to måter å tolk «enda mer samlokalisering». En der de samme personene sitter enda flere dager i uka samlokalisert, eller der flere prosjekterende er med inn. Antagelig er det sistnevnte alternativ som er aktuelt, ettersom det gis uttrykk for at ikke alle sitter samlokalisert i dag. Samtidig vil en hel uke med samlokalisering kunne føre til at rådgivere ikke får deltatt på sin daglige arbeidsplass og av den grunn uteblir fra fagmiljøet og det sosiale miljøet der.

Til tross for at de prosjekterende erfarer at ukentlige ICE-møter er hensiktsmessig i forprosjektet, i tråd med anbefalingene til Kunz og Fischer (2020), blir det lagt frem forslag om å endre til annenhver uke ut i detaljprosjekteringen. Overgangen fra hver uke til annenhver uke anbefales når det er en nedadgående trend i innmeldte saker til prosjekteringen. Likevel anbefaler informantene bruk av plansjekk og PPU som kan gjøres over videosamtaler for å spare tid. Basert på ønsket om å utføre møtene annenhver uke når innmeldte saker avtar, skyldes dette trolig av et større behov for å produsere prosjekteringsmateriell enn å koordinere arbeid så sent i prosessen.

5.3 Prestasjonsmåling

Dette kapittelet drøfter hvordan prestasjonsmåling av prosjekteringen praktiseres, erfaring med prestasjonsmålingen og hvordan prestasjonsmåling kan forbedres. Diskusjonen kobler resultatene fra kapittel Prestasjonsmåling opp mot teori og praksis.

5.3.1 Praksis ved prestasjonsmåling

PROBY-rapporten (Olsen et al., 2013) viser måling og rapportering av fremdrift er et viktig krav byggherren må stille. Resultatene viser bred enighet rundt viktigheten av prestasjonsmåling for kontinuerlig forbedring og fremdriftsplanlegging. Det kan tenkes at en slik innstilling hos de prosjekterende er vesentlig for at byggherre og entreprenør skal

få gjennomført prestasjonsmålinger med troverdige resultater. Resultatene viser at hvilke prestasjonsmålinger og hensikten med dem legges frem i oppstarten av prosjektet med det formål om at deltakerne skal føle en mening med opplegget. Kunz og Fischer (2020) hevder i litteraturen at målinger er nytteløse dersom de ikke tas til etterretning og brukes til noe. Ved at de prosjekterende introduseres tidlig for prestasjonsmåling og hvorfor det er viktig, kan det tyde på at målingene brukes mer hensiktsmessig enn dersom målingene ble pålagt dem fra prosjektledelsen.

Målingen av Prosent Plan Utført (PPU) er godt beskrevet i litteraturen og utført i en rekke dokumenterte prosjekter. Skanska måler om de prosjekterende har fullført det de selv forpliktet seg til i lappeplanen. Resultatene viser at Skanskas målsetting for målingene er 70-90%. En slik målsetting kan høres noe lavt ut og uforståelig, men begrunnes med at prosjekterende skal strekke seg etter flest mulig leveranser. Dette er mer forståelig ettersom en stadig oppnåelse av 100% kan indikere rom for forbedret fremdrift og at gruppen trolig kunne forpliktet seg til mer. Resultatene viser dog at PPU på 100% en gang iblant vil være veldig bra. Maraqa et al. (2021) hevder at manipulering av PPU forekommer for å sette prosjektledelsen i godt lys. Det er også mulig å se det andre veien, ved at de prosjekterende vil sette seg selv i godt lys. Dette kan forekomme ved at de forplikter seg til ukentlige leveranser, men stopper opp når de har utført 70-90% av leveransene. På det viset vil målingene indikere at prosessen skjer som tenkt og at de prosjekterende streber etter fremdrift, men i realiteten stagnerer fremdriften. En slik praksis vil være vanskelig å avdekke med mindre resten av prosjektgruppen arbeider som tiltenkt. Da vil personen som lurer seg unna antagelig få forespørsel om leveranser fra flere fag, som gjør at arbeidstempo må øke.

Prosjektet måler samtidig rotårsakene til hvorfor leveranser uteblir. Et standard sett med rotårsaker vil antageligvis avdekke problemet som ble diskutert i forrige avsnitt angående manipulering av PPU. Samtidig kan registrering av rotårsakene gi kontinuerlig forbedring i prosjektorganisasjonen ved at prosjekterende ser hvilke årsaker som fører til uteblitt leveranse. Resultatene viser også at de predefinerte rotårsakene gir rask avklaring for hvorfor leveransen uteblir og at det ikke er interessant for resten å høre unnskyldningene. Sett utenifra kan det antagelig være frustrerende for prosjekterende å ikke få forklart seg når leveranser uteblir. Samtidig vil en slik ordning sørge for at fokus ligger i hvordan prosjektet går og hvordan det skal utføres fremover. Faste rotårsaker gjør samtidig målingene raskere enn ved separate forklaringer.

Ved måling av oppnådd agenda, tilfredshet i møtet, Bidrag til møtet, «3 pluss og 3 delta» i tillegg til PPU og rotårsaker vil prosjektet få en blanding av kvalitative og kvantitative målinger. Det kan argumenteres for at de kvantitative målingene er raskere å gjennomføre og lettere å vise frem ved tabeller og grafer. Samtidig kan de kvalitative målingene virke utfyllende for de kvantitative målinger og i større grad fange opp ikke-binære avgjørelser og meninger, som eksempelvis «3 pluss og 3 delta». Det kommer også frem av resultatene at «tilfredshet av møtet» benyttes som dokumentasjon og reklame inn mot kommende prosjekter. Kunz og Fischer (2020) trekker frem at målinger skal benyttes til kontinuerlig forbedring. Litteraturen gir ingen indikasjon på at slike prestasjonsmålinger har blitt brukt som innsalg til kommende prosjekter tidligere. Hensikten er dog forståelig sett med et markedssyn, ettersom økonomi og tid ofte blir referert til i slutten av et prosjekt uten å nevne noe rundt de involverte sin følelse.

5.3.2 Erfaring ved prestasjonsmåling

Erfaringene tyder på at prestasjonsmåling anses som hensiktsmessig for å måle statusen i prosjektet. Koch et al. (2010) anbefaler at prosjekter etablerer mange milepæler som kan brukes som kontrollpunkter for fremdriften. De prosjekterende erfarer et enda mer bevisst forhold til fremdriften og tiltak i prosjektet ved bruk av prestasjonsmålingene. Det kan samtidig virke fornuftig at prosjektledelsen ikke foretar tiltak basert på en enkelt måling, men basert på en trend av målingene. Til tross for at teorien om PDCA legger til rette for korrigerende tiltak etter en måling (Kunz & Fischer, 2020), kan en for aggressiv tilnærming til korrigerende tiltak virke mot sin hensikt dersom målingen er basert på en enkelthendelse. Med en praksis der korrigerende tiltak baseres på enkelthendelser risikerer prosjektledelsen en form for «brannslukking» fremfor å fokusere på utvikling av prosessen. Samtidig som Koch et al. (2010) bruker milepæler som kontrollpunkter av fremdriften, påstår Etges et al. (2020) og Mota et al. (2019) at LPS tilrettelegger for systematisk proaktiv tilnærming til problemer. Slik kan de prosjekterende identifiserer kommende problemer i fremdriftsplanen. Det er derfor grunn til å tro at kombineringen av LPS med andre prestasjonsmålinger vil redusere nødvendigheten for «brannslukking», men basere tiltakene på trender i målinger og planen.

Til tross for at flere av målingene i prosjektet utføres for å komme med korrigerende tiltak, utføres andre målinger for å si noe om prosjektets vellykkethet. Målingene baseres på prosjektdeltakernes subjektive mening. Erfaringene viser at noen av prosjektdeltakerne følte dette som «*litt kunstig*». Det er forståelig at enkelte anser denne formen for måling som lite viktig og ekte, ettersom målingene ikke direkte brukes på prosjektets prosess. Fra et bedriftsorganisatorisk ståsted kan målingene betraktes som mer hensiktsmessige. Muligens kan erfaringene fra det pågående prosjektet hjelpe prosjektledelsen til å gjøre tiltak for kommende prosjekter. Altså blir det en lang versjon av PDCA-sirkelen som kan sikre kontinuerlig forbedring over en lang syklus. På det viset kan man rettferdiggjøre målingene ut fra Kunz og Fischers (2020) syn på prestasjonsmålinger.

Informantene som mener at det foretas mange målinger har antagelig god dekning for å påstå det. Fra Figur 13 kan fire forskjellige målinger leses. Derimot viser litteraturen (Belsvik et al., 2019; Fosse et al., 2017; Nøklebye et al., 2018) at måling av flere prestasjoner ofte forekommer. Det er derfor rimelig å anta at det ikke unormalt med mange målinger samtidig. Skanska sin seriøsitet i målingene kan samtidig være bra for prosjektet, noe informantene påpeker. Dersom det er mange målinger er det hvert fall bra å vite at målingene er gjort seriøst og derav kan brukes. I motsatt tilfelle kan den som utfører prestasjonsmålingene risikere at kvaliteten på alle målingene reduseres som følge av for mange målinger. Prosjektorganisasjonen må derfor være tilpasningsdyktige og forsiktige med inkludering av for mange målinger. Resultatene viser også at de prosjekterende ønsker raske målinger som utføres lett. Erfaringene tyder på at ICE-møtene praktiserer prestasjonsmålinger systematisk og raskt. Basert på erfaringene til informantene kan det derfor argumenteres for at rask utførelse av målingen kan kompensere for antallet prestasjonsmålinger.

Resultatene tyder på at PPU er den prestasjonsmålingen som alene gir best inntrykk av prosjektstatusen. Den raske utførelsen av målingen blir også trukket frem som en klar fordel. Dette styrker påstanden til Mota et al. (2019) om PPU som en effektiv måling for kontroll av produsert prosjekteringsmaterieell. Belsvik et al. (2019) fant i sin litteraturstudie at PPU er den mest benyttede målingen i prosjekter der VDC-metodikken blir praktisert. Samtidig viser resultatet at PPU muliggjør avdekking av rotårsaker som

gir rom for læring og forbedring. Basert på erfaringene gjort i case-prosjektet, bygger dette videre på funnene til Belsvik et al. (2019). Det kan derfor tenkes at PPU er så nyttig som litteraturen og informantene påstår.

Resultatene peker imidlertid også mot at PPU har noen ulemper som informantene bemerker seg. PPU kritiseres for å ikke vise reell fremdrift i prosjektet fordi målingen ikke klarer å si noe om kvaliteten i leveransene. Dette bygger videre på Abou-Ibrahim og Hamzeh (2017) sitt funn som sier at PPU kun reflekterer om planlagte oppgaver er utført, og ingenting om kvaliteten. Informantene poengterer dog at PPU ikke gir et komplett bilde av fremdriften, men anses som indikasjon. Dette styrker funnene til Maraqa et al. (2021). Basert på litteraturen og funnene er det interessant å se at PPU kun anses som en indikasjon på fremdriften fordi kvaliteten på leveransene ikke inngår i målingene. Samtidig blir ingen av de andre type målingene i prosjektet benyttet alene for å gi et klart bilde av fremdriften. Det er derfor naturlig at også PPU trenger flere type målinger for å danne et bilde av fremdriften i prosjektet.

Mota et al. (2019) hevder at måling og logging av rotårsaker basert på PPU sørger for kontinuerlig forbedring i prosjektet. Dette støttes av funnene i intervjuene der det kommer frem at målingene bidrar til å finne ut hvorfor leveranser uteblir, noe som anses som viktig. Ved at PPU følges opp av rotårsaksmålinger kan prosjektet aktivt benytte seg av *Check* og *Act* i PDCA-metoden.

Basert på hvordan måling av PPU på uferdige leveranser foregår, kommer det frem at de prosjekterende erfarer vanskeligheter med å definere en verdi eller kvalitet på leveransene. Samtidig påpekes det at slik definering vil ta mye tid og ressurser. Det er grunn til å tro at slik problematikk kunne vært unngått eller redusert dersom leveransene var utarbeidet slik G. Ballard (2000a), og Fosse og Ballard (2017) hevder. Da kunne mange små leveranser blitt sjekket av uten å skape feil i målingene av PPU.

5.3.3 Forbedring ved prestasjonsmåling

Erfaringene fra prosjekteringsprosessen og de ulike prestasjonsmålingene har ført til at anbefalingen om å måle antall beslutningstagere som deltar i prosjekteringsmøtene. Det er grunn til å se dette i sammenheng med erfaringene fra prosjekteringsmøtene der det har blitt anbefalt at flere beslutningstagere møter opp. Den raske utførelsen av målingen kan anses som en styrke og godt argument for å inkludere målingen i ICE-sesjonene. Dersom prosjektet kan se en trend der utførelsen av møteagendaen har en tydelig korrelasjon med antall beslutningstakere, kan målingen bli nyttig for å invitere de rette folkene til møtene. På det viset vil prosjektet bruke målingene til konstruktive tiltak som Kunz og Fischer (2020) anbefaler. Svakheten med en slik måling vil derimot være å få avgjort hvem som betegnes som beslutningstager og ikke.

Resultatene tyder på at Sykehusbygg og Skanska har ulik praksis for gjennomføring av prosjekteringen. Det blir anbefalt at Sykehusbygg etablerer en egen fast filosofi for prestasjonsmålinger i alle sine prosjekter. Det er grunn til å tro at Sykehusbygg vil få mye empiri i organisasjonen ved å etablere faste målinger for alle sine prosjekter, slik som Skanska. Ettersom både Sykehusbygg og Skanska måler møtekvalitet, kan begge parter lære av hverandre og se hvilke momenter fra hverandres målinger som er verdt å ta med videre. Slik kontinuerlig forbedring vil i så fall styrke påstanden til Belsvik et al. (2019), Fosse et al. (2017) og Nøklebye et al. (2018) om at måling av møtekvalitet egner seg godt i ICE-møter for kontinuerlig forbedring.

Til tross for at informantene er fornøyde med bruken av PPU mener flere at målingen har en svakhet med håndtering av kvaliteten på leveransene. Det er derfor interessant å se

at informantene forslår en kvalitativ vurdering av kvaliteten på leveransene i lappeplanen som samtidig kan måles raskt. Dermed kommer informantene med et tiltak som bygger videre på Abou-Ibrahim og Hamzeh (2017) sin påstand om at PPU ikke sier noe om egnetheten til leveransene i prosjekteringen. Derimot kan en slik kvalitativ måling være vanskelig å utføre raskt og effektiv basert på informantenes tidligere erfaringer med kvalitative målinger. Dersom en måling av kvaliteten og PPU likevel lar seg gjøre, er det viktig å huske bemerkningene til Fosse og Ballard (2016), og Khan og Tzortzopoulos (2015) om at målingene kun er en indikasjon fremfor helhetlig bilde.

Samtidig anbefales det at viktigheten av leveransene blir signalisert på lappeplanen for å rettlede de prosjekterende om hvilke leveranser som er fremdriftskritiske. En slik form for markering blir av informantene betraktet som en god ide, fordi den kan bevisstgjøre prosjekterendes holdning til leveransen. Derimot kan en slik form for merking føre til at leveranser uten «viktighetsstempel» bortprioriteres eller glemmes. Dette kan føre til at prosjekteringen ender med å mangle leveranser som egentlig er viktige. Et motargument for å ikke drive med «viktighetsstempling» er at leveranser kun skal inkluderes i planen dersom kommende prosesser trenger leveransen (Ballard, 2000; Fosse & Ballard, 2016; Sacks & Goldin, 2007). Dermed vil *pull planlegging* alltid sørge for at en leveranse er viktig i form av at andre avhenger av den. Informantene poengterer at viktighetsstempling kan hindre en dominoeffekt i prosjektet dersom mange leveranser avhenger av en viktig leveranse. Derimot kan bortprioritering av en «ikke-viktig» leveranse skape dominoeffekter som først dukker opp langt ut i fremdriftsplanen. Dermed vil en viktighetsrangering av leveranser i planen ha enkelte fordeler, men også nedsiderisiko.

Fremvisningen av ferdiggrad på leveranser i prosent har blitt anbefalt av enkelte. En slik anbefaling kan muligens forsvares ut fra en *push* tilnærming. Derimot vitner en slik anbefaling om at noen av de prosjekterende ikke helt har forstått hensikten med bruk av modenhetsstyrt planlegging av prosjektering.

Anbefalingen om å henge opp prestasjonsmålingene i kontorlokalene til prosjektorganisasjonen støtter praksisen til Fosse et al. (2017) om å tydeliggjøre prosjektstatusen i møtelokalene. Derimot er argumentet om å unngå å henge ut prosjektdeltagere eller enkeltfag et viktig poeng å ta hensyn til. Dersom personer eller fag føler seg hengt ut fordi deres målinger er dårligere enn resten kan det føre til motsatt effekt. Det kan derfor antas at en overordnet prosjektstatus kan vises i kontorlokalene, men med forbehold om at målinger basert på fag og enkeltpersoner uteblir.

6. Konklusjon

Dette kapittelet tar for seg besvarelsen av forskningsspørsmålene, samt generaliserbarheten av studien og videre arbeid rundt temaet fremdriftsplanlegging av prosjektering. Basert på praksis, erfaringer og uttrykte forbedringer, foreslås det hvordan planlegging og oppfølging av fremdrift i prosjektering i samspill kan forbedres. Konklusjonen er utformet likt til resultat og diskusjon for å lettere orientere seg i dokumentet og følge resultatene gjennom diskusjonen og ned til konklusjonen.

6.1 Generaliserbarhet

Konklusjonen baseres på en kvalitativ studie av et prosjekt. Metodekapittelet viser til Flyvbjerg (2006) som mener at case-prosjekter egner seg med induktiv metode og at slik forskning kan generaliseres ved riktig utførelse. Resultatene viser at informantene har ulik erfaring med de benyttede metodene i prosjektet. Det er grunn til å tro at slike sprikende erfaringer vil forekomme i hele bransjen og at enkeltpersoner kan drive erfaringsoverføring og organisatorisk læring i prosjekter. Samtidig er Sykehusbygg en flergangsbyggherre med høy kompetanse i prosjektstyring og prosjektering av sykehusprosjekter. Derfor vil funnene trolig kunne gjelde andre sykehusprosjekt hos Sykehusbygg HF. Skanska Norge har på sin side standardisert flere av sine metoder til å gjelde hele konsernet i Norge. Funnene vil derfor antagelig være overførbare til andre Skanskaprosjekter. Enkelte av de foreslåtte forbedringene vil samtidig kunne benyttes i norske og utenlandske prosjekter der generell kompetanse rundt VDC og MMI besittes.

6.2 Planlegging av prosjektering

Følgende underkapitler svarer ut hvordan planlegging av prosjektering praktiseres, erfares og hvordan planlegging av prosjektering kan forbedres.

6.2.1 Praksis ved planlegging av prosjektering

Planleggingen av prosjektering utføres av prosjektledere fra byggherre og entreprenør i samråd med produksjon- og prosjekteringsleder. De identifiser hovedmilepæler i prosjektet basert på kontraktsfestede datoer. Bakoverplanlegging ved Last Planner™ System benyttes for *pull planlegging* og detaljering av fremdriftsplanen. *Push planlegging* praktiseres for å skape fleksibilitet dersom tilgjengelig ressurser er begrenset. Arkitekten er rådgiveren som setter rammen for bygget og anses som «lokomotivet» i den pull-baserte planleggingen. Soneinndeling av bygget etter fremdriften i produksjonen er viktig for å planlegge fremdriften av prosjekteringen. Byggets størrelse og utforming setter premissene for hensiktsmessig soneinndeling. Kalkulasjonen trenger åtte uker for å beregne prosjektkostnaden basert på MMI 250, som anses som egnet modningsgraden av prosjekteringsmaterialet til å ta ut mengder. Derfor planlegges fremdriften i prosjekteringen ved hjelp av MMI-nivå i LPS.

6.2.2 Erfaring med planlegging av prosjektering

Involverende planlegging av fremdriften i prosjekteringen og samlokalisering anses som en stor fordel for samarbeidet i forprosjektet. En viktig forutsetning for den involverende planleggingen er gode oppstartsmøter med introduksjon til metodene som benyttes for å planlegge og utføre prosjektet. Nedbrytning av leveranser til mindre delleveranser i lappeplanen er en av metodene det er avgjørende å gi opplæring i for å skape god flyt. Fremvisning av en leveransekurve kan derfor gi god indikasjon for kommende arbeidsmengde. Kunnskapen og erfaringene med bruk av MMI er svært sprikende for prosjektdeltakerne. Dette styrker nødvendigheten for god innføring i metodene. Bruk av MMI kan være tidkrevende, men samtidig et godt styringsverktøy som gir et felles språk

i prosjekteringen og bidrar til kommunikasjon, planlegging, utførelse og kontroll av prosjekteringsarbeidet. Godkjenning av MMI-nivå kan gå på bekostning av fremdriften i prosjekteringen dersom tekniske systemer og bygningsdeler må ha likt MMI-nivå innenfor samme sone, når kun enkelte tekniske systemer trenger lik MMI som bygningskroppen rundt.

6.2.3 Forbedring ved planlegging av prosjektering

Forbedringene anbefalt for planlegging av prosjektering er gitt i Tabell 3 med utfyllende beskrivelse nedenfor.

Tabell 3: Forbedring ved planlegging av prosjektering

Nr.	Forbedringer:
1.	Tidlig involvering av interessenter i forprosjekt
2.	Nøye opplæring i hvordan og hvorfor metoder benyttes
3.	Etablering og oppdeling av små nok leveranser i lappeplanen
4.	Soneinndeling basert på fremdrift i produksjonsfasen
5.	Aksept for ulikt MMI-nivå for tekniske system og arbeidspakker innad i soner
6.	Utarbeide detaljert kravliste for hvert fag inn mot hver sone og MMI-nivå

Planlegging av prosjektering burde skje i form av tidlig involvering av alle interessenter i forprosjektet. Slik kan behov, krav og realistiske mål kartlegges og fastsettes tidlig i fremdriftsplanen. De prosjekterende burde få nøye opplæring i hvorfor metodene gjennomføres og hvordan utøvelsen av metodene for involverende planlegging med LPS og MMI skal foregå. Slik kan metodene forankres sterkere. Spesielt er etablering av små nok leveranser i lappeplanen avgjørende for god flyt og mulighet for replanlegging. De prosjekterende med leveranser tilknyttet hverandre burde også etablere fast kommunikasjon for å holde hverandre oppdatert på fremdrift. Prosjektledelsen må avholde nye opplæringsmøter for prosjekteringsmetoden i overgangen mellom forprosjekt og detaljprosjektering.

Ved å benytte MMI for planleggingen av prosjekteringen burde soner utarbeides basert på fremdriften i produksjonen. Tekniske systemer eller arbeidspakker innad i en sone med liten tilknytning til bygningskroppen burde ha mulighet til å ha en annen fremdrift i modenhetsutviklingen enn resten av sonen. Ved å godkjenne ulikt MMI-nivå for pakker innad i sonene kan fremdriften opprettholdes uten å *pushe* deler av fagene gjennom sonene. For å tilrettelegge bruk av MMI for personer med mindre erfaring burde prosjekteringsorganisasjonen lage en detaljert liste med krav for hvert fag inn mot hvert MMI-nivå.

6.3 Organisering av prosjekteringsmøter

Følgende underkapitler svarer ut hvordan organisering av prosjekteringsmøter praktiseres, erfares og hvordan organiseringen kan forbedres.

6.3.1 Praksis ved organisering av prosjekteringsmøte

Forprosjektet benytter seg av flere ulike prosjekteringsmøter, der hovedmøtet for uka avholdes som ICE-møte hver onsdag. Prosjekt- og prosjekteringsledelsen møter brukerrepresentanter hver tirsdag i forkant av ICE-møtene for å følge opp deres krav inn mot prosjekteringen. Samtidig inviteres flest mulig interessenter til ICE for å kartlegge deres behov og posisjon, samt informere om prosjektet. Slik holdes interessenter oppdatert ved minimal bruk av asynkrone kommunikasjonskanaler. ICE-møtene

planlegges fredagen før møtet avholdes, der prosjektdeltakerne har mulighet til å komme med innspill til innhold. Agendaen for møtene er nøye planlagt med klar tidsavsetning for hvert tema, samt at møtene ledes av en fast fasilitator som holder kontroll på tid og tema. Møtene er derfor veldig forutsigbare. Fasilitatoren bidrar med rutine, samt organisatorisk læring ved å arrangere ICE-møter for flere pågående prosjekter. Slik kan beste praksis fra et prosjekt benyttes inn i et nytt prosjekt på kort tid.

6.3.2 Erfaring ved organisering av prosjekteringsmøter

Organisering av prosjekteringsmøter ved bruk av ICE-metodikk gir høy tilfredshet og forutsigbarhet i prosjektet. Metoden er enkel og effektiv som følge av godt planlagt agenda som følges nøye. Samlokaliseringen av prosjektet fører til at de ukentlige ICE-møtene i større grad er informasjonsmøter med mye koordinering der deltakerne oppdateres på status fremfor arbeidsøker. Den sosiale prosessen med involverende planlegging med LPS i ICE-møtene fører til sterkere forpliktelser til de tilknyttede leveransene fra medprosjekterende. Parallelle arbeidsøker i ICE-møtene er hensiktsmessig for å benytte alle ressursene når de først er samlet. Det kan dog være noe utfordrende for prosjektledelsen å bidra aktivt dersom flere arbeidsøker pågår samtidig. Flest mulig personer med tilknytning til prosjektet burde inviteres til møtene. Det er dog viktig å påse at personer med beslutningsmyndighet stiller i møtene for å skape fremdrift i prosjektene.

6.3.3 Forbedring ved organisering av prosjekteringsmøter

Forbedringer anbefalt for organisering av prosjekteringsmøter er gitt i Tabell 4 med utfyllende beskrivelse nedenfor.

Tabell 4: Forbedring ved organisering av prosjekteringsmøter

Nr.	Forbedringer:
1.	Kombinere bruk av samlokalisering og ukentlige ICE-møter
2.	Tilrettelegge utsjekk av leveranser i digital lappeplan på egenhånd
3.	Tilstrebe fysisk oppmøte i ICE-sesjonene
4.	ICE-deltakere må kunne beslutte eller uttale seg på vegne av sitt firma
5.	Flere rådgivere og underentreprenører i samlokaliseringen

For kommende totalentrepriser med samspill burde forprosjektet kombinere bruk av samlokalisering med ukentlige ICE-møter slik som i dette prosjektet. Det burde legges til rette for å individuelt sjekke av fullførte leveranser i den digitale versjonen av lappeplanen for å spare tid til viktigere saker i møtene. Fysisk oppmøte i ICE-sesjonene burde tilstrebes, og samtidig la deltakere gå ut av møtet dersom temaet på agendaen tillater dette. Deltakerne i ICE-møtene burde ha beslutningsmyndighet for sitt fag eller besitte mye informasjon om prosjektet og dermed kunne uttale seg på vegne av sitt fag og firma. Samtidig burde enda flere rådgivere, og senere underentreprenører, ta del i samlokaliseringen for å skape åpenhet, tillit og kort responstid i prosjektet. Det anbefales at byggherren VDC-sertifiserer deler av sin prosjektstab for å aktivt bidra med Lean-prinsipper fra byggherresiden.

6.4 Prestasjonsmåling

Følgende underkapitler svarer ut hvordan prestasjonsmålinger praktiseres, erfares og hvordan prestasjonsmåling i prosjektering kan forbedres.

6.4.1 Praksis ved prestasjonsmåling

Prestasjonsmåling i prosjektet benyttes for å måle fremdrift i, samt bidra til kontinuerlig forbedring av prosjekteringsprosessen. Møtene måler PPU, rotårsaker, fullføring av ICE-agenda, leveransekurve, effektiviteten av møtet, møtetilfredshet og «3 pluss og 3 delta». Slik kan hindringer måles og unnværes. Skanska har et mål om en PPU-score mellom 70-90%. Slik holdes og måles fremdriften i prosjekteringen på et nivå som skal være motiverende og skape sunn fremdrift. Rotårsakene avdekker trender for uteblitte leveranser som prosjektledelsen og de prosjekterende kan ta læring av og gjøre tiltak mot. Kombinasjonen av kvantitative og kvalitative målinger hjelper prosjektledelsen å se et balansert bilde av prosjektstatusen.

6.4.2 Erfaring ved prestasjonsmåling

Prestasjonsmålingene fører til at deltakere får et mer bevisst forhold til fremdriften i prosjektet. Tiltak basert på en trend av målingene anses som hensiktsmessig fremfor tiltak basert på enkelthendelser. PPU er den enkeltmålingen som utføres raskest og gir best indikasjon på fremdriften, men trenger støtte fra flere kvalitative og kvantitative målinger for å vise det totale bildet av prosjektets status.

6.4.3 Forbedring ved prestasjonsmåling

Forbedringer anbefalt for prestasjonsmålinger er gitt i Tabell 5 med utfyllende beskrivelse nedenfor.

Tabell 5: Forbedring ved prestasjonsmåling

Nr.	Forbedringer:
1.	Forankring av hvorfor prestasjonsmålingene gjennomføres
2.	Benytte målingene til å forbedre det pågående prosjektet
3.	Sykehusbygg HF etablerer faste målinger for sin organisasjon
4.	Måling av antall leveranser som trenger omarbeid

Først og fremst anbefales det at alle målingene benyttet i prosjektet blir forankret i prosjektorganisasjonen i introduksjonsmøtene. Prosjektet skal ikke måle bare for å måle, men benyttes for å korrigere og gjøre tiltak som kan forbedre prosjektet. Det anbefales at Sykehusbygg HF etablerer faste målinger som benyttes av alle prosjekter av Sykehusbygg HF, på lik linje med hvordan Skanska Norge har standardiserte målinger. Det er lite i litteraturen eller praksisen i prosjektet som tyder på kvantitative målinger av kvalitet i leveranser, til tross for uttrykte ønsker om det. Det anbefales derfor å måle antall leveranser som trenger omarbeid og må sendes tilbake til personen som leverte leveransen. Målingen kan utføres raskt i ICE-sesjonen uken etter at den ble godkjent i lappeplanen. Slik kan PPU korrigeres for dårlig kvalitet i leveransene.

6.5 Videre forskning

Denne studien avdekker at fremdriftsplanlegging av prosjektering er komplekst og innebærer flere faktorer som alle kan studeres nøyere hver for seg. Spesielt bidrar studien med erfaringer og anbefalinger rundt involverende planlegging, bruk av MMI i prosjektering, organisering av prosjekteringsmøter og prestasjonsmåling. Tiltakene burde implementeres og kontrolleres i flere prosjekter for deretter å se om tiltenkt effekt oppnås. Tiltakene kan videre studeres i detaljprosjekteringen av prosjektene.

Det er få prosjekter som viser til erfaring med bruk av MMI 250 som referanse til å utarbeide målpris. Derfor burde bruk av modenhetsstyring for utarbeidelse av målpris utforskes videre. Studien viser variert erfaring med bruk av MMI i prosjekteringen. Det ville derfor vært interessant å studere faseovergangen til detaljprosjektering og hvordan oppstart ved MMI 250 vil prege prosjektet.

Samlokalisering som en del av samspillsprosessen er stadig tatt mer i bruk. Erfaringene fra studien viser et enda større potensiale for å samle prosjektdeltakere. Hensikten og ønsket for bransjen er å effektivisere prosjekteringen og skape prosjekteringsmateriell med god kvalitet. Det ville derfor vært interessant å studere virkningen av økt samlokalisering og bruk av VDC.

Referanser

- Abou-Ibrahim, H., & Hamzeh, F. (2017). *Design Management: Metrics and Visual Tools*. 465–473. <https://iglc.net/Papers/Details/1416>
- Abou-Ibrahim, H., & Hamzeh, F. (2016). *BIM: A TFV Perspective to Manage Design Using the LOD Concept*. 24th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. <https://iglc.net/Papers/Details/1264>
- Abualdenien, J., & Borrmann, A. (2022). Levels of detail, development, definition, and information need: A critical literature review. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 27(18), 363–392. <https://doi.org/10.36680/j.itcon.2022.018>
- Ahus PHN. (2023, August 5). Helse Sør-Øst RHF. <https://helse-sorost.no/nyheter/samler-psykisk-helsevern-pa-ahus>
- Al Hattab, M., & Hamzeh, F. (2013). *Information Flow Comparison Between Traditional and Bim-Based Projects in the Design Phase*. 761–770. <https://iglc.net/Papers/Details/909>
- Al Hattab, M., & Hamzeh, F. (2016). *Modeling Design Workflow: Integrating Process and Organization*. 24th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. <https://iglc.net/Papers/Details/1320>
- American Psychological Association. (2020). *Publication Manual of the American Psychological Association* (7th ed.). <https://doi.org/10.1037/0000165-000>
- Arksey, H., & O'Malley, L. (2005). Scoping studies: Towards a methodological framework. *International Journal of Social Research Methodology*, 8(1), 19–32. <https://doi.org/10.1080/1364557032000119616>
- Ballard, G. (2000). *The Last Planner System of Production Control*. https://www.researchgate.net/publication/239062242_The_Last_Planner_System_of_Production_Control
- Ballard, G. (2011). Process benchmarks target value design: Current benchmark (1.0). *Lean Construction Journal*, 2011, 79–84. Scopus.
- Ballard, G., & Koskela, L. (1998). *On the Agenda of Design Management Research*. 6th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. <https://iglc.net/Papers/Details/38>
- Belsvik, M. R., Lædre, O., & Hjelseth, E. (2019). *Metrics in VDC Projects*. 1129–1140. <https://iglc.net/Papers/Details/1749>
- BIMforum. (2021). *Level of Development Specification – BIM Forum*. <https://bimforum.org/resource/%ef%bf%bc%ef%bf%bclevel-of-development-specification/>
- Bogsti, P. (2023, March 17). *Lean-planlegging i prosjektering*. Lean-basert planlegging ved Oslo storbylegevakt, Oslo. <https://leanconstruction.one/event/lean-basert-planlegging-ved-oslo-storbylegevakt/>
- Bolviken, T., Gullbrekken, B., & Nyseth, K. (2010). *Collaborative Design Management*. 103–112. <https://www.iglc.net/papers/Details/730>
- Borrmann, A., König, M., Koch, C., & Beetz, J. (2018). Building Information Modeling: Why? What? How? In A. Borrmann, M. König, C. Koch, & J. Beetz (Eds.), *Building Information Modeling: Technology Foundations and Industry Practice* (pp. 1–24). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-92862-3_1
- Bowen, G. (2009). Document Analysis as a Qualitative Research Method. *Qualitative Research Journal*, 9, 27–40. <https://doi.org/10.3316/QRJ0902027>

- Bygballe, L. E., Jahre, M., & Swärd, A. (2010). Partnering relationships in construction: A literature review. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 16(4), 239–253. <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2010.08.002>
- Dang, C., & Le-Hoai, L. (2018). Revisiting storey enclosure method for early estimation of structural building construction cost. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 25. <https://doi.org/10.1108/ECAM-07-2015-0111>
- Del Savio, A. A., Vidal Quincot, J. F., Bazán Montalto, A. D., Rischmoller Delgado, L. A., & Fischer, M. (2022). Virtual Design and Construction (VDC) Framework: A Current Review, Update and Discussion. *Applied Sciences*, 12(23), Article 23. <https://doi.org/10.3390/app122312178>
- Drevland, F. (2022). *Litterature search and reference managers*. TBM4500 Bygg- og miljøteknikk, fordypningsprosjekt.
- Eikeland, T. I. (1998). *Teoretisk analyse av byggeprosesser* (SIB No. P10602; p. 72). <http://www.samspill.igp.no/>
- Emmitt, S., & Ruikar, K. (2013). *Collaborative design management*. Routledge.
- Engerbø, A., Torp, O., & Lædre, O. (2021). *Development of Target Cost for a High-Performance Building*. 3–12. <https://iglc.net/Papers/Details/1856>
- Eray, E., Haas, C. T., Rayside, D., & Golparvar-Fard, M. (2018). A Conceptual Framework for Tracking Design Completeness of the Track Line Discipline in Mass Rapid Transit Projects. *ISARC Proceedings*, 252–258.
- Etges, B. M., Reck, R. H., Fireman, M. T., Rodrigues, J. L., & Isatto, E. L. (2020). *Using BIM With the Last Planner® System to Improve Constraints Analysis*. 493–504. <https://iglc.net/Papers/Details/1793>
- Fløisbonn, H. W., Hoel, C., Lystad, Ø., Markussen, B., Rasmussen, S., Ræder, M. M., Sunesen, S., & Yggeseth, H. (2022). *MMI-veilederen* (2nd ed.). <https://mmi-veilederen.no/>
- Fløisbonn, H. W., Skeie, G., Uppstad, B., Markussen, B., & Sunesen, S. (2018). *MMI – Modell Modenhets Indeks*. https://mmi-veilederen.no/?page_id=6
- Flyvbjerg, B. (2006). Five Misunderstandings About Case-Study Research. *Qualitative Inquiry*, 12(2), 219–245. <https://doi.org/10.1177/1077800405284363>
- Forbes, L. H., & Ahmed, S. M. (2010). *Modern Construction: Lean Project Delivery and Integrated Practices*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b10260>
- Fosse, R., & Ballard, G. (2016). *Lean Design Management in Practice With the Last Planner System*. 24th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. <https://iglc.net/Papers/Details/1316>
- Fosse, R., Ballard, G., & Fischer, M. (2017). *Virtual Design and Construction: Aligning BIM and Lean in Practice*. 499–506. <https://iglc.net/Papers/Details/1415>
- Garcia, G., Golparvar-Fard, M., de la Garza, J. M., & Fischer, M. (2021). Measuring Progress and Productivity in Model-Driven Engineering for Capital Project Delivery. *Journal of Construction Engineering and Management*, 147(4), 04021009. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001969](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001969)
- Ghanem, M., Hamzeh, F., Seppänen, O., Shehab, L., & Zankoul, E. (2022). Pull planning versus push planning: Investigating impacts on crew performance from a location-based perspective. *Frontiers in Built Environment*, 8. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fbuil.2022.980023>
- Grønmo, S. (2021). Kvantitativ metode. In *Store norske leksikon*. http://snl.no/kvantitativ_metode
- Hamzeh, F. R., Ballard, G., & Tommelein, I. D. (2009). *Is the Last Planner System Applicable to Design? A Case Study*. 165–176. <https://iglc.net/Papers/Details/644>

- Hansen, U., Fosse, R., & Lædre, O. (2022). MMI in design process Findings and improvement opportunities from a case study. *Procedia Computer Science*, 196, 763–771. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.12.074>
- Hosseini, A., Wondimu, P. A., Bellini, A., HenrikTune, Haugseth, N., Andersen, B., & Lædre, O. (2016). Project Partnering in Norwegian Construction Industry. *Energy Procedia*, 96, 241–252. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.09.132>
- Hughes, W. P., Ancell, D., Gruneberg, S., & Hirst, L. (2004). *Exposing the myth of the 1:5:200 ratio relating initial cost, maintenance and staffing costs of office buildings* (F. Khosrowshahi, Ed.; pp. 373–381). <https://centaur.reading.ac.uk/12142/>
- Johansen, A., Engbo, A., Torp, O., & Kalsaas, B. T. (2021). *Development of target cost—By the owner or together with Contractors—Target Value Design*. 181, 1171–1178. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.314>
- Kerosuo, H., Mäki, T., Codinhoto, R., Koskela, L., & Miettinen, R. (2012). *In Time at Last—Adaption of Last Planner Tools for the Design Phase of a Building Project*. 20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. <https://iglc.net/Papers/Details/789>
- Khan, S., & Tzortzopoulos, P. (2015). *Improving Design Workflow With the Last Planner System: Two Action Research Studies*. 568–574. <https://iglc.net/Papers/Details/1197>
- Koch, J. E., Gransberg, D. D., & Molenaar, K. R. (2010). *Project Administration for Design-Build Contracts*. American Society of Civil Engineers. <https://doi.org/10.1061/9780784410752>
- Koskela, L., Ballard, G., & Tanhuanpää, V.-P. (1997). *Towards Lean Design Management*. 5th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. <https://iglc.net/Papers/Details/27>
- Kunz, J., & Fischer, M. (2020). Virtual design and construction. *Construction Management and Economics*, 38(4), 355–363. <https://doi.org/10.1080/01446193.2020.1714068>
- Langdridge, D. (2007). *Psykologisk forskningsmetode* (1st ed.). Fagbokforlaget.
- Lee, M., Cheah, W., Lau, S., Lee, X., Abdullahi, A., & Wong, S. Y. (2020). Evaluation of practicality of virtual design and construction (VDC) with 5D building information modelling (BIM) through a case study. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 943, 012058. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/943/1/012058>
- Malt, U., & Tranøy, K. E. (2021). Empiri. In *Store norske leksikon*. <http://snl.no/empiri>
- Maraqa, M. J., Sacks, R., & Spatari, S. (2021). Quantitative assessment of the impacts of BIM and lean on process and operations flow in construction projects. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 28(8), 2176–2198. <https://doi.org/10.1108/ECAM-12-2020-1068>
- Mcphee, A. (2013, March 1). practical BIM: What is this thing called LOD. *Practical BIM*. <http://practicalbim.blogspot.com/2013/03/what-is-this-thing-called-lod.html>
- Mejlænder-Larsen, Ø. (2019). A three-step process for reporting progress in detail engineering using BIM, based on experiences from oil and gas projects. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 26(4), 648–667. <https://doi.org/10.1108/ECAM-12-2017-0273>
- Mota, B., Biotto, C., Choudhury, A., Abley, S., & Kagioglou, M. (2019). *Lean Design Management in a Major Infrastructure Project in UK*. 37–48. <https://iglc.net/Papers/Details/1659>

- Nøklebye, A., Svalestuen, F., Fosse, R., & Lædre, O. (2018). *Enabling Lean Design With Management of Model Maturity*. 79–89. <https://iglc.net/Papers/Details/1604>
- Olsen, A. S., Jermstad, O., & Eriksen, L. S. (2013). *PROBY*. Prosjekt Norge. <http://v1.prosjektnorge.no/index.php?subsite=prosjekteringsportalen&pageId=360>
- Ramanayaka, C. D. E., Olatunji, O. A., & Rotimi, J. O. (2023). Critical success factors of strategy-led planning of high-profile projects. *International Journal of Construction Management*, 23(1), 75–88. <https://doi.org/10.1080/15623599.2020.1849973>
- Rodriguez, M. G. M., Cardenas, L. F. A., Dave, B. A., Mourgues, C., & Koskela, L. (2021). *UNDERSTANDING THE INTERACTION BETWEEN VIRTUAL DESIGN, CONSTRUCTION AND LEAN CONSTRUCTION*. 107–115. Scopus. <https://doi.org/10.24928/2021/0124>
- Rybkowski, Z. K., Arroyo, P., & Parrish, K. (2022). Assessment of current target value design practices: Consistencies and inconsistencies of application. *Construction Management and Economics*, 40(7–8), 598–617. <https://doi.org/10.1080/01446193.2022.2037146>
- Sacks, R., Eastman, C., Lee, G., & Teicholz, P. (2018). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers*. <https://doi.org/10.1002/9781119287568>
- Sacks, R., & Goldin, M. (2007). Lean Management Model for Construction of High-Rise Apartment Buildings. *Journal of Construction Engineering and Management*, 133(5), 374–384. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2007\)133:5\(374\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2007)133:5(374))
- Samset, K. (2015). *Prosjekt i tidligfase* (2nd ed.). Fagbokforlaget.
- Styrvold, M., Knotten, V., & Lædre, O. (2019). *Planning the BIM Process in AEC Projects*. 527–528. <https://iglc.net/Papers/Details/1665>
- Svalestuen, F., Knotten, V., Lædre, O., & Lohne, J. (2018). *Planning the building design process according to Level of Development*. 15.
- Tauriainen, M., Marttinen, P., Dave, B., & Koskela, L. (2016). The Effects of BIM and Lean Construction on Design Management Practices. *Procedia Engineering*, 164, 567–574. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.11.659>
- Tilley, P. A. (2005). *Lean Design Management—A New Paradigm for Managing the Design and Documentation Process to Improve Quality?* 283–295. <https://iglc.net/Papers/Details/374>
- Tillmann, P. A., Do, D., & Ballard, G. (2017). *A Case Study on the Success Factors of Target Value Design*. 563–570. <https://iglc.net/Papers/Details/1421>
- Tjora, A. (2017). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis* (3rd ed.). Gyldendal Akademiske.
- Veileder om samspillsentreprise | Anskaffelser.no*. (2017). <https://anskaffelser.no/verktoy/veiledere/veileder-om-samspillsentreprise>
- Why choose Scopus—Scopus benefits | Elsevier solutions*. (n.d.). Retrieved December 4, 2022, from <https://www.elsevier.com/solutions/scopus/why-choose-scopus>
- Wohlin, C., Kalinowski, M., Romero Felizardo, K., & Mendes, E. (2022). Successful combination of database search and snowballing for identification of primary studies in systematic literature studies. *Information and Software Technology*, 147, 106908. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2022.106908>

Vedlegg

Vedlegg 1: Intervjuguide

Vedlegg 2: Seminarpresentasjon

Vedlegg 1: Intervjuguide

Intervjuguide – Masteroppgave

Planlegging og oppfølging av prosjektering i samspillsfase

Introduksjon:

Mitt navn er Ludvig Omholt Volden. Jeg er 23. år gammel og kommer fra Arendal. Jeg er 5.-årsstudent ved Bygg- og miljøteknikk på NTNU og skriver fordypnings- og masteroppgave i byggeprosess og prosjektledelse. Denne intervjuguiden er en del av informasjonsinnhenting for min fordypnings- og masteroppgave rundt hvordan Sykehusbygg HF og Skanska Norge driver prosjekteringsarbeid.

Om oppgaven:

Masteroppgaven utarbeides våren 2023 og bygger videre på fordypningsoppgaven fra høsten 2022. Masteroppgaven skal leveres 11. juni 2023.

Bakgrunnen for oppgavens problemstilling rundt prosjektering kommer etter gjennomført kurs i emnet «TBA 4127 – Prosjekteringsledelse», våren 2022. Der ble det introdusert prinsipper for Lean tankegang i prosjekteringsarbeid. Hovedmålet er å innføre systematiserte og standardiserte metoder og prosesser for å øke gjennomføringsevnen til prosjekteringsarbeidet. I forlengelse av det ønsker jeg å se på hvordan planleggingen av prosjekteringen foregår, og hvordan måling av modenhet og prestasjon i prosjekteringen kan bidra til bedre fremdrift i prosjekteringsarbeidet.

Forskningsspørsmål:

1. Hvordan er fremdrift av prosjektering planlagt og fulgt opp i prosjektet?
2. Hva er erfaringen med fremdriftsplanleggingen og -oppfølging av prosjektering?
3. Hvordan kan fremdriftsplanlegging og -oppfølging av prosjektering forbedres?

Oppgaven har som formål å gi dokumentasjon på hvordan prosjekteringsarbeidet utføres og hvordan prosjekteringsmedlemmene hos Sykehusbygg og Skanska Norge mener praksisen fungerer og kan forbedres. Dette skal sørge for kunnskapsoverføring for de involverte i fremtidige prosjekter.

Informasjon om intervjuet:

- Informantintervju – Intervjuobjekt vet mye om temaet
- Intervjuet vil bli brukt som datagrunnlag for antagelser og påstander i prosjekt- og masteroppgave.
- Semistrukturert intervju: Intervjuguide er kun en ledetråd og kan omformuleres eller avvikes
- Intervjuobjektene vil bli spurt om det er greit å ta opp samtalen for å kunne gjøre en analyse av intervjuet.
- Ønsker å sende transkribert intervju til informanten.

Introduksjonsspørsmål:

- Hvilket selskap jobber du for?
- Hvilken rolle har selskapet du jobber for?
- Hvilken rolle har du i prosjektet?
- Hvor lang erfaring har du med prosjekteringsarbeid?
- Hvilken rolle har du i prosjekteringen?
- Hvordan kontraktsform er dette prosjektet basert på?

Hovedspørsmål

Planlegging av prosjektering

1. *Hvordan bestemmes milepæler i prosjekteringen?*
 - Hvilke hjelpemidler anses som viktig for planlegging av fremdriften?
 - Hvem er ansvarlig for milepælene i samspillsprosjekter?
 - Hvordan kan fremdriftsplanleggingen forbedres?
2. *Planlegges prosjekteringen etter tilgjengelige ressurser eller prosjekteringsmengde?*
 - Hvilke andre faktorer avgjør tidsavsetningen for prosjekteringen i prosjektet?
 - Brukes tidsbufferen opp i hvert prosjekt?
 - Hvilke tiltak kan iverksettes for å få bedre tidsavsetning?
3. *Hvor lenge før tilbud for fase 2 må prosjekteringsgrunnlaget være klart?*
 - Hvordan håndteres forsinkelser?
 - Hvilke tiltak kan redusere forsinkelser?

MMI-definisjon

1. *Hvordan settes kravene for MMI-verdiene?*
 - Hvor godt fungerer praksisen rundt etablering av MMI-verdiene?
 - Varierer kravene for MMI-verdien fra prosjekt til prosjekt?
 - Hvordan kan man få mer standardisert bruk av MMI?
2. *Hvordan settes soneinndelingen for prosjektet?*
 - Hvem er ansvarlig for soneinndelingen?
 - Hvordan kan arbeid med soneinndeling forbedres?
3. *Hvem er ansvarlig for MMI i BIM'en?*
 - Hva innebærer dette ansvaret?
 - Hvordan kan arbeidsoppgavene til MMI-ansvarlig forbedres?
4. *Hvordan settes leveransetidspunkt for MMI-verdiene?*
 - Er leveransetidspunktene absolutte?
 - Hvordan håndteres forsinkelser for leveransen?
 - Hvordan kan man få øke riktig leveranse til riktig tid?

Rekkefølge for fag

1. *Hvordan bestemmes rekkefølgen for prosjekteringen av fagene?*
 - Oppstår det ofte grensesnittsproblematikk som følge av metoden?
 - Hva er erfaringene deres med slike avklaringer?
 - Hvordan kan man forbedre planleggingen av prosjekteringsrekkefølge?

Organisering av prosjekteringsmøter (fase 1)

1. *Hvilke metodikker brukes for organiseringen av møtene?*
 - Hvem er ansvarlig for å lede/bruke metodikken i møtene?
 - Hvordan er erfaringen med disse metodene?
 - Hvordan kan man forbedre metodene?
2. *Har dere standardiserte program for prosjekteringsmøter?*
 - Oppstår det store variasjoner i prosjekteringsmøter fra prosjekt til prosjekt?
 - Hva er erfaringen med standardisering av prosjekteringsmøter?
 - Hvilke tiltak kan man komme med for å redusere variasjonen?
3. *Hvilke steg inneholder prosjekteringsmøtene?*
 - Hvor godt fungerer stegene?
 - Hvordan kan stegene forbedres for å passe bedre til møtene?
4. *Hvilke lederroller er til stede i prosjekteringsmøtene?*
 - Hva er erfaringen med tilstedeværelse av disse rollene i møtene?
 - Hvilke roller burde være til stede for et bedre prosjekteringsmøte?
5. *Hvor lenge er det mellom hvert prosjekteringsmøte?*
 - Hva er erfaringen med et slikt tidsintervall mellom møtene?
 - Hvordan kan intervallene forbedres?
6. *Hvordan bestemmes hva som skal gjøres til neste møte?*
 - Hvem er ansvarlig for å følge opp dette?
 - Hva er erfaringen med en slik praksis?
 - Hvordan kan dette arbeidet forbedres?

Prestasjonsmåling

1. *Hva er hensikten med prestasjonsmåling?*
 - Hvilke erfaringer har dere med prestasjonsmåling?
 - Hvordan kan prestasjonsmåling brukes for å forbedre planlegging av prosjektering?
2. *Hva slags type målinger foregår i prosjekteringsprosessen?*
 - Hva er erfaringen deres med bruk av disse målingene?
 - Kan alle de prosjekterende komme med forslag for hva som skal måles?
 - Hvilke målinger kan tilføyes/ forbedres i prosjekteringsprosessen?
3. *Hvordan utføres de ulike prestasjonsmålingene?*
 - Hvor godt fungerer denne praksisen?
 - Hvordan kan målingene utføres bedre?
4. *Hvem avgjør prestasjonene som skal måles?*
 - Endres målingene fra prosjekt til prosjekt?
 - Hvordan kan flere nyttige målinger bli inkludert i prosjekteringsprosessen?
5. *Hvem har ansvaret for å følge opp målingene?*
 - Hvordan blir målingene fulgt opp?
 - Hvordan kan man forbedre oppfølgingen av målingene?
6. *Hvem har ansvar for oppfølging av eventuell manglende leveranse?*
 - Hva er erfaringen med oppfølging av manglende leveranser? Hvordan registreres
 - Hvordan kan oppfølgingen av manglende leveranse forbedres?
7. *Er prestasjonsmålinger nyttig for prosjekteringsprosessen?*
 - Føler de prosjekterende nytte ved bruk av prestasjonsmålinger?
 - Erfarer dere at målingene er nyttig for forbedring?
 - Hvordan kan nytten av prestasjonsmåling økes i prosjekteringsprosessen?
8. *Hvordan måles den tilførte verdien av prosjekteringsarbeidet?*
 - Hvordan oppfatter de prosjekterende forskjellen på måling av PPU og tilført kvalitet/verdi?
 - Hvilke metoder og verktøy ser du for deg kan bidra til å tilføre mer verdi i prosjekteringen?
 - Hvordan kan tilført verdi i større grad bli målt i prosjekteringen?

Avslutning

- *Burde noen av temaene utdypes ytterligere?*
- *Er noen av temaene eller spørsmålene utydelige?*
- *Dersom det skulle bli nødvendig, kan jeg kontakte vedkommende for utdypelse av svar eller andre spørsmål?*

Takk for ditt bidrag til min prosjekt- og masteroppgave og gjennomføring av intervju.

Vedlegg 2: Seminarpresentasjon



Lean Construction NO

Nettverk for prosjektbasert produksjon

Ludvig Omholt Volden

- 5-årig master Bygg- og miljøteknikk, NTNU
- Byggeprosess → Prosjektering

- **AHUS**

- Totalentreprise med samspill

- *Veileder: Ola Lædre*

- *Medveileder: Roar Fosse*



Planlegging av fremdrift i prosjektering

Skanska Oslo og Sykehusbygg HF



Forskningsspørsmål:


1. Hvordan er fremdrift av prosjektering planlagt og fulgt opp i prosjektet?
2. Hva er erfaringen med fremdriftsplanleggingen og -oppfølging av prosjektering?
3. Hvordan kan fremdriftsplanlegging og -oppfølging av prosjektering forbedres?

- *Litteraturstudie*
- *Casestudie*
 - *Semistrukturerte intervjuer*
 - *Dokumentstudier*
 - *VDC-logg*
 - *Forprosjektrapport*
 - *Presentasjon av Oslo Storbylegevakt*

AKERSHUS UNIVERSITETSSYKEHUS SYKEHUSBYGG

Samling av sykehusbasert Psykisk Helsevern Nordbyhagen PHN

Forprosjekt rapport -
 Psykisk Helsevern Nordbyhagen PHN



02		Revidert etter behandling i prosjekttstyret	09.03.23	Per Hellevik Carlsson
01		Utgitt for forprosjektet	02.03.23	Per Hellevik Carlsson
Rev.	Beskrivelse	Rev. dato	Utskrevet av	
Kontroll/leverandørsteg:		Bygg nr.	Etasje nr.	Seznam:
				Annet iden:
				Side 1 av 103
Prosjekt:	Opphavscode	Fag:	Dok.typer:	Utskrift:
PHN	0000	Z	RA	0003
				02
				G

Nr.	Rolle	Bedrift	Intervjuform	Dato
1	Prosjekteringsleder	Skanska Oslo	Videosamtale	17. oktober 2022
2	Prosjektleder IKT	Sykehusbygg HF	Videosamtale	20. oktober 2022
3	VDC-ansvarlig	Skanska teknikk	Videosamtale	1. februar 2023
4	BIM-koordinator	Skanska Teknikk	Videosamtale	2. februar 2023
5	Prosjektleder	Skanska Oslo	Videosamtale	7. februar 2023
6	Prosjekteringsleder - Byggherre	Sykehusbygg HF - WSP	Videosamtale	9. februar 2023
7	Prosjekteringsleder - Arkitekt	Nordic office of Architecture	Videosamtale	10. februar 2023
8	Prosjektleder - Byggherre	Sykehusbygg HF	Videosamtale	17. februar 2023
9	Gruppeleder prosjektering - teknikk	Norconsult	Videosamtale	17. februar 2023

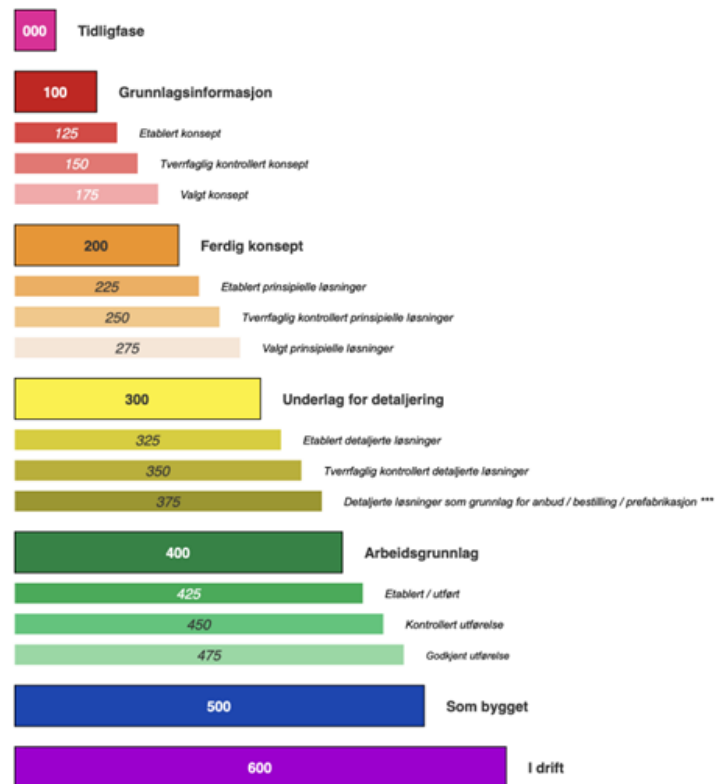
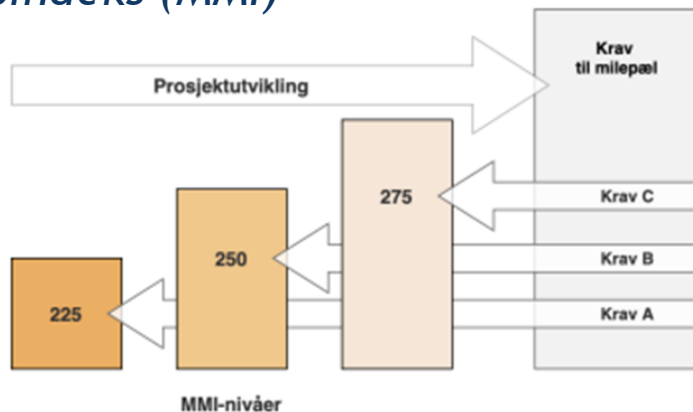
VDC-ANALYSE: INVOLVERENDE PLANLEGGING

Kundeverti gjennom samspill

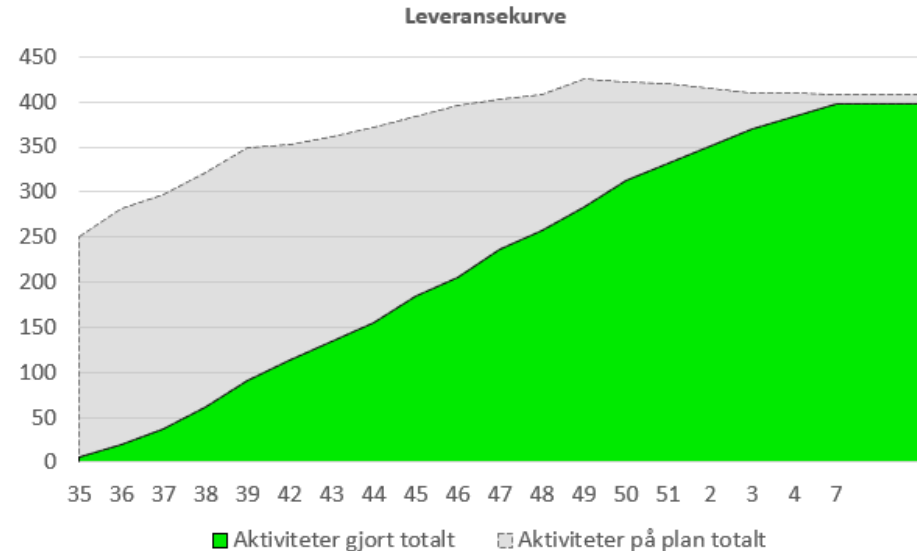
Virtual Design and Construction (VDC)

- Last Planner System (LPS)
- Integrated Concurrent Engineering (ICE)
- Building Information Model (BIM)

Model Modenhetsindeks (MMI)



- *Involverende planlegging*
 - *Leveransekurve*
 - *God flyt*
- *MMI*
 - *Forenkling av kommunikasjon, planlegging og kontroll*
 - *Stor arbeidsmengde*
 - *Kan hindre fremdrift*
- *«AHA»-opplevelse!*

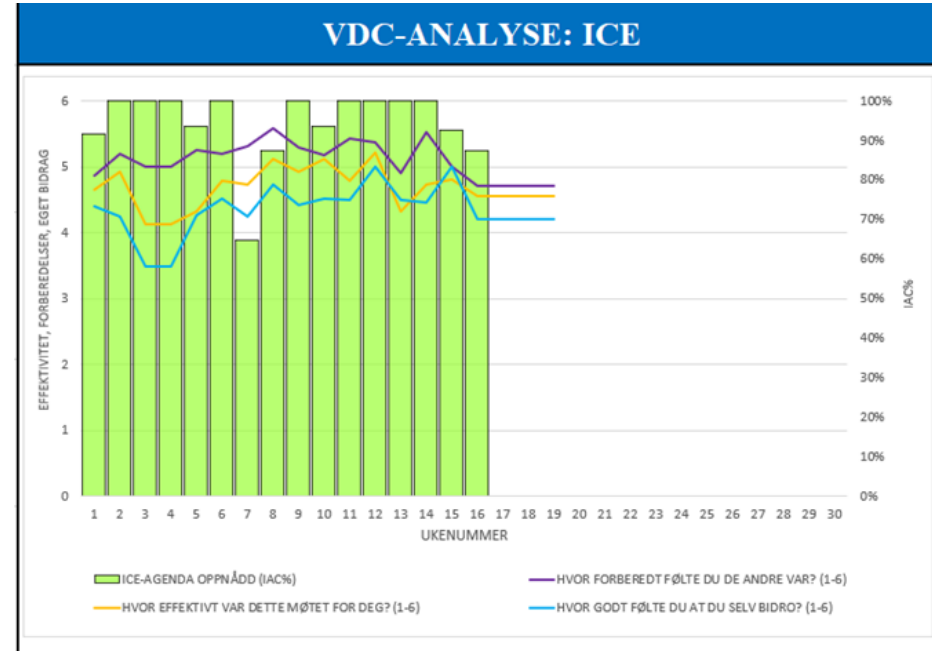
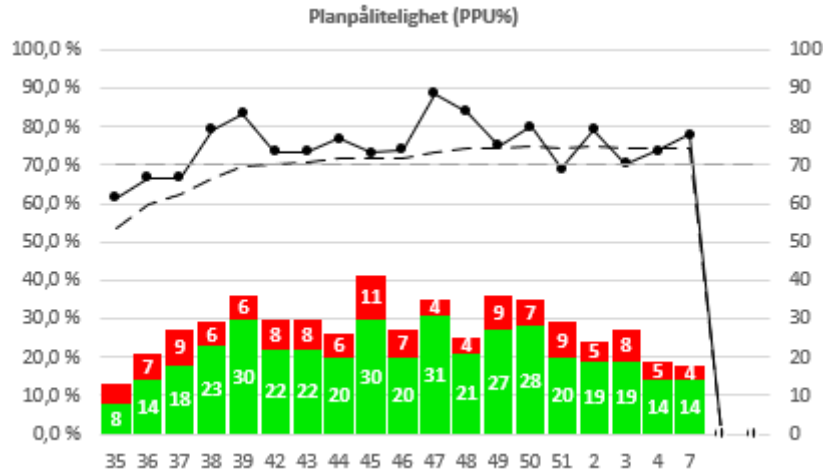


- *Ukentlige møter*
 - 20 - 30 deltakere
 - Koordinering vs. Produksjon

- *Effektivt og rigid*
 - *Veldig bra!*



- Indikasjon på status i prosjekt
 - Prosent Plan Utført (PPU)
- Raske målinger
- Ingen måling av kvalitet



- *Fremdriftsplanlegging*
 - *Pull planlegging*
 - *MMI*

- *Ukentlige ICE-møter*
 - *Agenda*
 - *Stor deltakelse*

- *Prestasjonsmålinger*
 - *PPU*
 - *Kvalitet?*

- *Fremdriftsplanlegging*
 - *Oppdeling av leveranser*
 - *MMI - Nyttig, men utfordrende*
- *Prosjekteringsmøter*
 - *ICE og samlokalisering*
 - *Informasjonsspredning*
- *Prestasjonsmåling*
 - *PPU - Nyttig!*
 - *Raske målinger*

- *Fremdriftsplanlegging*
 - *Fokus på metode*
 - *Oppdeling av leveranser*
 - *Hensiktsmessige godkjenninger av MMI*

- *Prosjekteringsmøter*
 - *Fysisk oppmøte*

- *Prestasjonsmåling*
 - *Måling av kvalitet i leveranser*

- Sykehusbygg HF
- Skanska Oslo
- Ola Lædre
- Roar Fosse

Spørsmål?

