



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2018 30 studiepoeng

Fakultet for realfag og teknologi

Leif Daniel Houck

Bruk av Virtual Design and Construction for optimalisering av prosjekteringsteam

Optimization of Design Teams through the use of
Virtual Design and Construction

Ida Elise Sandtorp

Industriell Økonomi

Fakultet for realfag og teknologi

Forord

Denne masteroppgaven markerer avslutningen på masterstudiet Industriell Økonomi ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, NMBU. Omfanget av oppgaven tilsvarer 30 studiepoeng og ble skrevet våren 2018. Tema for oppgaven omhandler optimalisering av prosjekteringsteam ved bruk av rammeverket Virtual Design and Construction. For å svare på problemstillingen ble det foretatt intervjuer, observasjonsstudie, dokumentanalyse og spørreundersøkelse.

Jeg ønsker å takke alle informanter som stilte til intervju, deltakere som svarte på spørreundersøkelse og at jeg fikk lov til å være observatør ved flere anledninger hos Skanska. Ekstra takk til min hovedveileder for oppgaven, Leif Daniel Houck, ved NMBU. Jeg ønsker også takke ekstern veileder i Skanska, Roar Fosse, for innspill og bruk av nettverk i næringen til å sette opp intervjuer og sende ut spørreundersøkelse.

Det rettes en ekstra takk til Charlotte Krogfoss og Markus Kværner for korrekturlesning.

Jeg ønsker avlustringsvis å takke familie og venner, og ikke minst mine medstudenter for flotte år på Ås.

Ås, juni 2018

Ida Elise Sandtorp

Sammendrag

De siste tiårene har byggenæringen opplevd en produktjonsvekst samtidig som produktiviteten har forblitt lav sammenliknet med andre næringer. Som et svar på å møte denne situasjonen ble rammeverket Virtual Design and Construction utviklet. VDC bygger drar mange likehetstrekk til Lean og Lean Consturction.

VDC er bygget opp av fire hovedelementer: Building Information Modeling, Integrated Concurrent Engineering, målinger og prosess. Alle elementene henger tett sammen og er med på å skape et helhetlig rammeverk som har som hensikt å forbedre tverrfaglig kommunikasjon.

Masteroppgaven hadde som formål å besvare problemstillingen: «*Kan Virtual Design and Construction brukes til å optimalisere prosjekteringsteam?*». For å finne svar på problemstillingen ble det foretatt intervjuer, observasjonsstudie, dokumentanalyse og spørreundersøkelse. To sentrale forskningsspørsmål ble i sin tur bruk for å besvare problemstillingen. Første forskningsspørsmål var hvilke generelle suksessfaktorer er med på å optimalisere prosjekteringsteam. Informanter og deltakere i spørreundersøkelsen rangerte kommunikasjon, tydelig definerte roller og forpliktelse til prosjekt og prosjektdeltakere som de tre viktigste, uavhengig arbeidsmetode eller rammeverk. Prestasjonsmåling ble rangert som minst viktig suksessfaktor av både informanter og deltakere til spørreundersøkelsen.

Videre ble det undersøkt i hvilken grad det er sammenheng mellom bruk av VDC i prosjekteringsfasen og optimalisering av prosjekteringsteam. Forutenom en informant så samtlige informanter og deltakere i spørreundersøkelse en sammenheng mellom topp tre rangerte suksessfaktorer for prosjekteringsteam og VDC. Begge utvalg ble overordnet spurt om de så en generell sammenheng mellom VDC og optimalisering av prosjekteringsteam. Samtlige informanter så en klar sammenheng. Tilsvarende svarte 14 av 25 deltakere i spørreundersøkelsen at de var helt enig det samme utsagnet, og 10 av 25 deltakere var enig.

Abstract

In recent decades, the construction industry has experienced a growth in production while productivity has remained low compared to other industries. As a response to this development, the framework Virtual Design and Construction arose. There is a lot of similarities between the content of VDC principles and principles found in Lean and especially Lean Construction.

VDC consists of four main elements: Building Information Modeling, Integrated Concurrent Engineering, Metrics and Processes. All elements are closely linked to one another and contributes to make up a comprehensive framework that aims to improve interdisciplinary communication.

The purpose of this master thesis was to answer the problem: *«Can Virtual Design and Construction be used to optimize engineering teams in the design phase? »*. In order to address this problem, interviews, observation studies, document analysis, and questionnaires were conducted. Two key research questions were used to address this problem. The first research question dealt with what overall success factors to help optimize teams. Informants and participants in the survey ranked communication, clearly defined roles, and commitment to project and project participants as the three most important success factors, regardless of applied work method or given framework. Performance measurement was ranked as the least important success factor.

Furthermore, this thesis examines the extent of the correlation between the use of VDC in the design phase and overall optimization of engineering teams. All informants and participants in the questionnaire except for one saw a correlation between the top three ranked success factors for engineering teams and VDC. Both committees were asked if they saw a correlation between VDC and project management optimization. All informants saw a clear correlation. Similarly, 14 out of 25 respondents said that they 'completely agreed' to the same statement, and 10 out of 25 participants said they 'agree'.

1 Innholdsfortegnelse

Forord	I
Sammendrag	III
Abstract	V
1 Innholdsfortegnelse	VII
1.1 Figurliste	VIII
1.2 Tabelliste	IX
1.3 Begrepsliste	X
1.4 Definisjoner	XI
2 Innledning	1
2.1 Bakgrunn.....	1
2.2 Formål.....	2
2.3 Problemstilling.....	2
2.4 Avgrensning.....	3
2.5 Oppbygning og forutsetning.....	4
3 Teori	5
3.1 Lean	5
3.1.1 Opprinnelse: Flyt og minimere sløsing	5
3.1.2 Kaizen.....	6
3.1.3 4P-modell.....	6
3.1.4 Lean Construction	8
3.2 Virtual Design and Construction.....	9
3.2.1 Building Information Modeling	10
3.2.2 Integrated Concurrent Engineering	12
3.2.3 Målinger.....	14
3.2.4 Prosess.....	15
3.2.5 Sløsing i VDC	17
3.3 Suksessfulle prosjekt og prosjekteringsteam.....	18
3.3.1 Suksessfaktorer.....	19
4 Metode	21
4.1 Kvalitativ metode	21
4.1.1 Intervjuer	22
4.1.2 Observasjonsstudie.....	24
4.1.3 Personvern.....	25
4.2 Kvantitativ metode	26
4.2.1 Spørreundersøkelse.....	26
4.2.2 Dokumentanalyse	26
4.3 Litteraturstudie.....	27
4.4 Kritikk av forskningsmetode.....	28

5	Resultater	31
5.1	Intervjuer	31
5.2	Observasjonsstudie	37
5.3	Spørreundersøkelse.....	44
5.4	Dokumentanalyse.....	47
6	Diskusjon	51
6.1	Utfordringer i byggenæringen.....	51
6.2	Hvordan oppfatter forskningsdeltakerne rammeverket VDC.....	51
6.3	Første forskningsspørsmål: Hvilke generelle suksessfaktorer bidrar til optimalisering av prosjekteringsteam.....	57
6.4	Andre forskningsspørsmål: Sammenheng mellom optimalisering av prosjekteringsteam og VDC ...	59
7	Konklusjon	63
7.1	Første forskningsspørsmål: Hvilke generelle suksessfaktorer bidrar til optimalisering av prosjekteringsteam.....	63
7.2	Andre forskningsspørsmål: Sammenheng mellom optimalisering av prosjekteringsteam og VDC ...	63
8	Veien videre.....	65
9	Referanser	67
10	Vedlegg.....	i

1.1 Figurliste

Figur 1: Utvikling forskjellige næringer i Norge (SSB 2018).....	1
Figur 2: 4P-modell fra The Toyota Way (Liker 2004).....	7
Figur 3: Sammensetning av Virtual Design and Construction	10
Figur 4: Skjermdump av BIM-modell fra Ensjø Torg B1 (Ervesvåg 2018).....	11
Figur 5: Bilde fra ICE-møte med LPS i bakgrunn (Myklebust 2018).....	13
Figur 6: Eksempel på oppsett av diagonalsmatrise	14
Figur 7: Illustrasjonstegning av iRoom (Linge 2018).....	16
Figur 8: Struktur på intervjuer fritt illustrert etter Tjora (2017) s. 147	23
Figur 9: Hvordan BIM bidrar til optimalisering av prosjekteringsteam.....	32
Figur 10: Hvordan ICE bidrar til optimalisering av prosjekteringsteam	33
Figur 11: Hvordan målinger bidrar til optimalisering av prosjekteringsteam	33
Figur 12: Hvordan VDC-prosess bidrar til optimalisering av prosjekteringsteam.....	34
Figur 13: Rangering av suksessfaktorer fra informanter, n = 8	35
Figur 14: Skjermdump fra ICE-økt som illustrerer direkte kladd på plantegninger	39

Figur 15: Målinger hentet ut fra ICE-økt.....	41
Figur 16: Rangering av kommunikasjon, koordinasjon, forpliktelse til prosjekt og deltakere, BH forståelse av omfang.....	45
Figur 17: Rangering av tydelig definerte roller, opplæring, prestasjon og støtte fra ledelsen	46
Figur 18: I hvilken grad optimaliserer VDC prosjekteringsteam.....	47
Figur 19: VDC-modell i Skanska modifisert etter Myklebust (2018) og Ballard et al. (2017).....	48
Figur 20: Involverende planlegging Veidekke (Svalestuen et al. 2017).....	49

1.2 Tabelliste

Tabell 1: Komposisjon av masteroppgaven.....	4
Tabell 2: Forklaring til forskjellig grad av modellering	11
Tabell 3: Årsaker til sløsing i VDC (Mandujano et al. 2015)	17
Tabell 4: Oversikt over informanter fremstilt i kronologisk rekkefølge av intervjutidspunkt	22
Tabell 5: Oversikt over aktiviteter som ble observert.....	25
Tabell 6: Gjennomsnittsrangering av suksessfaktorer fra informanter	36
Tabell 7: Suksessfaktorer som informantene mener ikke blir funnet gjennom VDC.....	36
Tabell 8: Gjennomsnittsrangering av suksessfaktorer fra deltakere i spørreundersøkelse.....	46

1.3 Begrepsliste

AR	Augmented Reality
ARK	Arkitekt
BIM	Bygningsinformasjonsmodellering (Building Information Modeling)
BEA	Bygg, eiendom, anlegg
BH	Byggherre
CIFE	Center for Integrated Facility Engineering
FDVU	Forvaltning, drift, vedlikehold, utvikling
HMS	Helse, miljø og sikkerhet
ICE	Integrated Concurrent Engineering
IFC	Industry Foundation Classes
IP	Involverende Planlegging
iRoom	Integrated Room
LARK	Landskapsarkitekt
LOD	Level of Development
LP	Last Planner
LPDS	Lean Project Delivery System
LPS	Last Planner System
MNOK	Millioner norske kroner
MMI	Model Maturity Index
PGL	Prosjekteringsgruppeleder
PPU	Prosent Planlagt Utført
POP	Product, Organization, Process
PRL	Prosjekteringsleder
RIB	Rådgivende ingeniør bygg
RIBr	Rådgivende ingeniør brann
RIE	Rådgivende ingeniør elektro
RIV	Rådgivende ingeniør ventilasjon
TPS	Toyota Production System
VDC	Virtual Design and Construction
VR	Virtual Reality

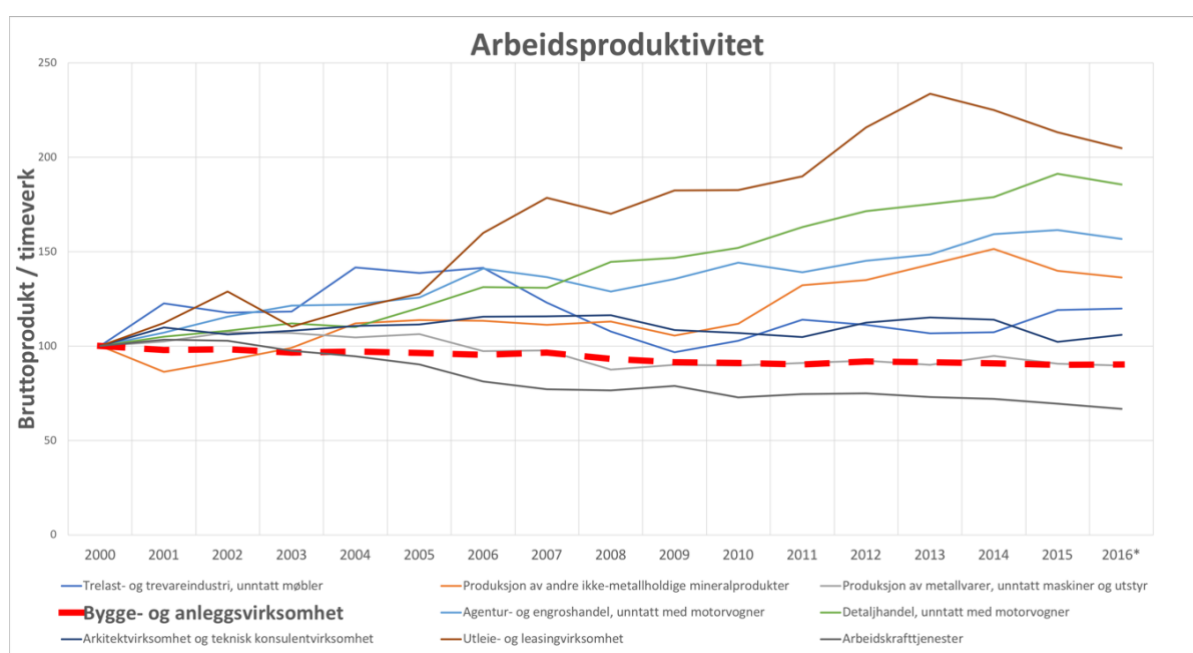
1.4 Definisjoner

Bransje
Del av en næringsgren. For eksempel er håndtverkernæringen en del av bygg-, anlegg og eiendoms-næringen (Store Norske Leksikon 2018a).
Informant
Person som svarer på spørsmål i et kvalitativt intervju (Tjora 2017).
Latens
Mål på tidsforsinkelse ((Store Norske Leksikon 2018b) ; Informant 3).
Næring
Er en betegnelse som brukes om hovedgruppene i næringslivet (Store Norske Leksikon 2014). Espelien et al. (2015) definerer BAE-næringen som all offentlig og privat virksomhet som i en eller annen form bidrar til opprettelsen av nybygg og eiendom eller rehabilitering og vedlikehold av eksisterende bygg, anlegg eller eiendommer.
Optimalisering
Å bringe en prosess eller et system til et optimum under de betingelsene som er gitt (Store Norske Leksikon 2018d).
Partnering
I bygg- og anleggsprosjekter benyttes partnering som en måte for å organisere ulike partners roller ved gjennomføringen av en entreprise, og innebærer partnering et formalisert og utvidet samarbeid mellom byggherre, rådgivere og utførende parter (Roll-Matthiesen 2006).
Samløkasjon
Et geografisk sted hvor flere prosjektdeltakere sitter sammen og jobber (Informant nr 3).
Tradisjonelle byggeprosjekter
Byggeprosjekter som ikke drives etter en spesielt definert metodikk (Informant nr 8).

2 Innledning

2.1 Bakgrunn

Byggenæringen har de siste tiårene hatt en økende produksjonsvekst, allikevel har produktiviteten gått ned (Munthe-Kaas et al. 2015; SSB 2018). I takt med økt produksjon følger ofte økt kompleksitet og strengere krav til prosjektgjennomføring.



Figur 1: Utvikling forskjellige næringer i Norge (SSB 2018)

Til sammenlikning med andre virksomheter har produktiviteten i bygg- og anleggsnæringen vært stabilt lav de siste tiårene (Kunz 2012; SINTEF 2004). Som et svar på å møte denne utviklingen ble Virtual Design Construction tatt i bruk som et rammeverk for å øke produktiviteten og prestasjonsmål knyttet til byggenæringen (Fosse et al. 2017).

VDC blir definert av Kunz (2012) som bruken av integrerte og tverrfaglige modeller for prosjekteringsprosessen. VDC har som hensikt å effektivisere private og offentlige forretningsprosjekter (Ballard et al. 2017). Rammeverket kan sees på som en sammensetning av fire hovedelementer: Building Information Modeling, Integrated Concurrent Engineering, målinger og prosess (Ballard et al. 2017; Fischer et al. 2017). BIM forstås som en modell som inneholder spesifikk informasjon om et bygg, og kan være en plattform for tverrfaglig kommunikasjon Sacks (2010). ICE defineres både som en metode, en møteform og arbeidsøkt i litteraturen, med hovedformål å samle aktører på tvers av fagdisipliner for å sikre godt

samarbeid (Fosse et al. 2017). Det er flere forskjellige målinger tilknyttet prosjekt og deltakere som kan bli målt gjennom VDC. Disse målingene er gjerne knyttet opp til parametere som økonomi, miljø, prestasjon, tid eller kvalitet (Fischer et al. 2017). Prosesselementet av VDC er de langsgående prosessene som foregår underveis i prosjekteringen, og har som hensikt å finne problemer og skape løsninger tidlig (Kunz 2012).

2.2 Formål

Formålet med masteroppgaven er å besvare forskningsspørsmål knyttet til hvorvidt VDC kan brukes for å optimalisere prosjekteringsteam. For å oppnå suksess i et byggeprosjekt er prosjekteringsfasen avgjørende (Knotten et al. 2017). Knotten et al. (2017) poengterer at prosjekteringsfasen involverer planlegging, organisering og koordinering av mennesker og informasjon. Optimalisering av prosjekteringsteamet i prosjekteringsfasen vil derfor undersøkes ved å sammenlikne generelle suksessfaktorer for team funnet i teorien, opp mot suksessfaktorer som hentes frem i VDC. Med optimalisering av prosjekteringsteam forstås dette som en prosess med faktorer som fører til bedre tverrfaglig samhandling mellom prosjektdeltakerne.

Etter å ha lest masteroppgaven er det ønskelig at leser har en bedre forståelse for sammenhengen mellom bruk av VDC og hvorvidt dette bidrar til mer optimale prosjekteringsteam.

2.3 Problemstilling

Masteroppgaven omfatter problemstillingen:

Kan Virtual Design and Construction brukes til å optimalisere prosjekteringsteam?

Problemstillingen besvares gjennom følgende forskningsspørsmål:

1. Hvilke generelle suksessfaktorer bidrar til optimaliserte prosjekteringsteam i byggenæringen?
2. Inneholder Virtual Design and Construction nødvendige suksessfaktorer for å legge til rette for optimalisering av prosjekteringsteam?

Store norske leksikon definerer optimalisering som det å bringe en prosess eller et system til et optimum under de betingelsene som er gitt (Store Norske Leksikon 2018d). Optimalisering sett i lys av ovennevnte problemstilling ansees i denne masteroppgaven som det å anvende

faktorer som bidrar til bedre tverrafaglig samhandling mellom deltakere i prosjekteringsteamet.

2.4 Avgrensning

Masteroppgaven avgrenses til prosjektgjennomføring i prosjekteringsfasen av byggeprosjekter. Det vil si perioden av et byggeprosjekt hvor utarbeidelse av beregninger, tegninger, rapporter og liknende blir gjort (Røsdal 2011). Videre blir kvalitativ empiri hovedsakelig hentet inn fra Skanska konsernet innad i Norge, med unntak av to informanter fra Veidekke og AF Gruppen. Kvantitativ data ble hentet inn i form av en nettbasert spørreundersøkelse og ble sendt til personer innenfor Skanska konsernet.

Faktorer tilknyttet suksessopnåelse kan defineres ved to forskjellige tilnærminger. Den ene er å unngå faktorer som fører til fiasko, mens den andre er å anvende faktorer som fører til suksess(Lindhard 2016). Denne masteroppgaven tar for seg den sistnevnte definisjonen. Masteroppgaven tar ikke for seg økonomiske aspekter som følge av VDC gjennomføring. Suksessfaktorer som blir forsket på i denne masteroppgaven er:

- Kommunikasjon
- Koordinasjon
- Forpliktelse til prosjekt og prosjektdeltakere
- Byggherres forståelse av omfang til prosjekt
- Opplæring, utdanning og ferdigheter hos prosjekteringsteamet
- Prestasjonsmåling av team og prosjekt
- God støtte fra ledelsen

Masteroppgaven omfatter 30 studiepoeng og blitt utarbeidet i løpet av perioden januar – juni 2018.

2.5 Oppbygning og forutsetning

Tabell 1: Komposisjon av masteroppgaven

Kapittel 1: Innhold	Kapittel 1 presenterer innholdsfortegnelsen til oppgaven, samt oversikt over tabeller, figurer, begreper og definisjoner brukt i masteroppgaven.
Kapittel 2: Innledning	Innledningen presenterer bakgrunn for masteroppgaven, tema, problemstilling og avgrensning .
Kapittel 3: Teori	Dette kapitlet skal bistå med relevant teori for kunne besvare forskningsspørsmål og problemstillingen. Hvilket innebefatter: Lean, VDC, suksfulle prosjekt, suksfulle prosjekteringsteam og suksessfaktorer
Kapittel 4: Metode	Metodekapitlet beskriver hvordan intervjuer, spørreundersøkelse, dokumentanalyse og observasjonsstudie ble gjennomført og bearbeidet. Kapitlet tar også for seg kritikk av anvendte forskningsmetoder.
Kapittel 5: Resultater	Resultater fra intervjuer, spørreundersøkelse, dokumentanalyser, observasjonsstudier og innhentet data blir presentert i dette kapitlet.
Kapittel 6: Diskusjon	Diskusjonskapitlet knytter sammen teori- og resultatkapitlet, og drøfter funn opp mot forskningsspørsmålene.
Kapittel 7: Konklusjon	Konklusjon svarer ut forskningsspørsmålene basert på teori og resultater.
Kapittel 8: Veien videre	Kapittel 8 tar for seg en kort beskrivelse av videre forskning.
Kapittel 9: Referanser	Kapitlet presenterer en oversikt over referanser brukt til masteroppgaven.
Kapittel 10: Vedlegg	Relevante vedlegg for masteroppgaven blir presentert under dette kapitlet.

3 Teori

Kapittelet vil presentere teori som skal knyttes opp mot forskningsspørsmålene til masteroppgaven. Først presenteres teori knyttet til Lean, deretter følger teori om VDC og avslutningsvis presenteres teori om suksessfaktorer.

3.1 Lean

3.1.1 Opprinnelse: Flyt og minimere sløsing

Toyota er kjent for å ha kommet opp med begrepet Lean og definert hva som hører innunder begrepet. Allerede på 1980-tallet fikk verden øynene opp for bilprodusentens måte å drive fabrikk på, da deres biler ble kjent for holde langt høyere kvalitet, produktivitet, produksjonshastighet og fleksibilitet enn andre konkurrenter i markedet (Liker 2004). De siste tiårene har Toyotas måte å føre produksjon på blitt kjent som «Lean» eller «the Toyota Production System». Dette har blitt adoptert av en rekke industrier verden over. Hovedtanken bak TPS er å øke fortjenesten ved å senke kostnader gjennom minimering av sløsing. For å oppnå dette må produksjonen være fleksibel nok til å kunne tilpasses et marked som hele tiden er i endring, til forskjell fra tradisjonell produksjonsføring (Monden 2012).

Modig (2012) identifiserer syv årsaker til sløsing:

- Overproduksjon
- Venting
- Unødvendig transport
- Unødvendig prosessering eller feilprosessering
- Overfløydige materialer eller inventar
- Unødvendig forflytning av personell
- Feil

Liker (2004) påpeker at årsaken til Toyotas enorme suksess ligger i måten de har snudd operasjonell drift til et strategisk våpen. Produksjonsmetodikken baserer seg på verktøy og metoder for å øke kvalitet og redusere svinn, for eksempel slik som just-in-time prinsippet. Just-in-time prinsippet handler om å levere akkurat det kunden ønsker til riktig tid og med riktig mengde (Modig 2012). Tradisjonell masseproduksjon organiserte prosesser etter maskiner som utførte tilsvarende like arbeidsoppgaver, like materialer eller etter spesialister. På denne måten oppstod mye sløsing alene i forflytning av komponenter og mennesker mellom avdelinger. En annen betydelig ulempe med tradisjonell masseproduksjon var

overproduksjon, noe som unngås med just-in-time prinsippet da kun forespurt mengde blir produsert.

3.1.2 Kaizen

Kaizenⁱ er en essensiell metode i forlengelse av forståelsen av Lean. Ordet i seg selv betyr kontinuerlig forbedring og har røtter tilbake til 1600-tallet i Japan (Kato 2011). I Japan blir Kaizen også sett på som et tankesett i tillegg til å være en anerkjent ledelsesmetode.

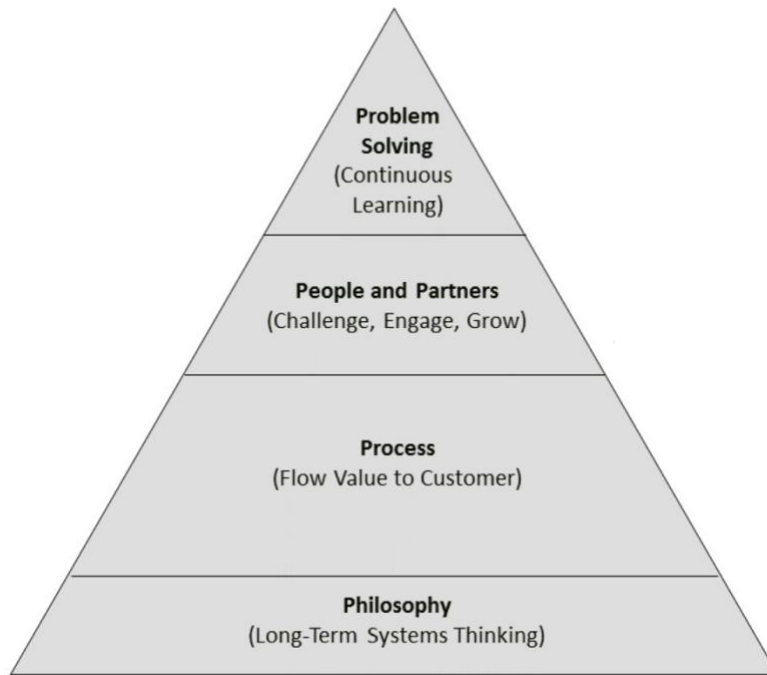
I boken *Toyota Kaizen Methods* blir det beskrevet at Kaizen blir anerkjent som fagterminologi rundt 2000-tallet, og har etter den tid hatt en sterk assosiasjon til Lean. Det er flere teknikker forbundet med Lean og Kaizen, en av disse er 5S-teknikken. Denne teknikken har fem fokusområder: organisasjon, integrering, renhet, rekkefølge og disiplin. Formålet med teknikken er å legge til rette for optimale forhold for anvendelse av Kaizen (Karkoszaka 2009).

Kaizen Institue beskriver Kaizen som en egen metodologi atskilt fra Lean, mens andre vitenskapelige artikler omtaler Kaizen som et viktig verktøy i forlengelse av Lean (Modarress et al. 2007). Videre blir det beskrevet av Kato (2011) at måten Kaizen anvendes i produksjon er ved å dekke følgende: en tydelig definisjon av forbedringsområde, analyse og utvalg av hovedproblem, identifikasjon og implementering av forbedringstiltak og måling av resultatene. Det er flere andre kjente begreper knyttet til Kaizen og Lean slik som for eksempel *Jidoka* som omhandler automatisk oppdagelse av feilproduksjon og *Kaikaku* som tar for seg radikale omveltninger i produksjon (Kato 2011). Allikevel anses Kaizen som en av de viktigste metodene i Lean (Emiliani 2015).

3.1.3 4P-modell

Sammen med en rekke verktøy og metoder utviklet Toyota en 4P-modell for å summere prinsippene i Lean: Philosophy, Process, People and Partners og Problem Solving. På norsk blir prinsippene oversatt til filosofi, prosess, ansatte og partnere og problemløsning. Modellen fremhever at det er essensielt at det eksisterer en underliggende filosofi med fokus på langsiktige mål i bedriften, selv om dette skjer på tross av kortsiktige finansielle målsetninger (Liker 2004).

ⁱ Oversatt fra japansk: Kai – Gjøre, Zen – Bedre



Figur 2: 4P-modell fra *The Toyota Way* (Liker 2004)

Prosesdelen i modellen fokuserer på eliminering av sløsing gjennom standardisering av kvalitetsrutiner, flyt, synliggjøring av problemer og bruken av pullsystemer. Et pullsystem er et essensielt begrep i Lean hvor komponenter kun blir produsert på forespørsel fra foregående produksjonstrinn. Komponenter blir derfor ikke produsert i forkant av etterspørselen, og opphoping av varebeholdning vil ikke forekomme (Pinault 1988). Med gjennomløpstid menes den tiden det tar for en enhet fra start til slutt i tilvirkningstiden. Flyteffektivitet er summen av verdiskapende aktiviteter i forhold til gjennomløpstiden, og blir sett på som en av de viktigste verdiindikatorerne i en prosess. En god flytprosess har få flaskehals, eller få stadier som har lang syklustid. Flere flaskehals øker gjennomløpstiden, som i forlengelse vil redusere flyteffektiviteten (Modig 2012).

Videre beskriver modellen fokus på ansatte og partnere i bedriften med nøkkelord som respekt, utfordring og teamfokus. Toyota har stort sett funnet sine ledere innenfor selskapet og utviklet dem, til forskjell fra å kjøpe inn nye ledere som ofte er tilfellet i store bedrifter og konsern(Liker 2004). Med samtidig fokus på foregående del av modellen blir det vektlagt at nye ledere ikke skal implementere ny kultur i selskapet, men fokusere på kontinuitet på det som allerede eksisterer.

Siste del av 4P-modellen omhandler problemløsning. Selskapet skal fortsette med en kontinuerlig organisatorisk læring og forbedring gjennom Kaizen. Filosofien vektlegger

viktigheten av en dyp situasjonsforståelse, og at dette ofte krever at ledere selv innhenter faktaopplysninger direkte fra kilden. På denne måten oppstår det en samt en dypere refleksjon enn å bare få tilført informasjon fra mellomledd.

Store norske leksikon har definert begrepet metode som «*en planmessig fremgangsmåte basert på regler og prinsipper*» (Store Norske Leksikon 2018c). Med denne definisjonen i ryggen er det derfor nærliggende å anta Lean gikk fra å være et konsept som hadde som mål å eliminere sløsing i en bilfabrikk til å utvikle seg til en metode som blir tatt i bruk verden over. Metoden er å finne innen en rekke forskjellige fagområder som bank, service, miljø, media, underholdning, konsulentnæringen, byggenæringen og mange flere (Modig 2012).

3.1.4 Lean Construction

Lean Construction ble presentert i en teknisk rapport første gang allerede i 1992 av Lauri Koskela. Lean Construction ble på 1900-tallet sett på som en ny filosofi med utspring i Lean, og som skulle tilpasses prosessene i byggenæringen. Lean Construction inneholder mange av de samme aspektene som er å finne i Lean som reduksjon av sløsing, reduksjon av omløpstid og fokus på kontinuerlig forbedring (Koskela 1992). Lean Construction blir omtalt som en anvendelse av TPS-prinsipper for byggeprosjekter (Ballard et al. 2017). Den tekniske rapporten til Koskela beskriver hvordan det er viktig at byggenæringen går fra tradisjonell konverteringsprosess til flytprosess. Med konverteringsprosess menes en prosess som er definert etter forskjellige stadier. For eksempel det gå fra bygging av fundamenter til montering av vegger. Ballard et al. (2006) beskriver behovet for å skape flyt i konverteringsprosessen ved å se på byggeprosessen som et sett med avhengige, men veldig forskjellige aktiviteter, som krever flyt for at prosjekter skal fullføres i henhold til tid og innenfor budsjett.

Lean Construction inneholder et sett med forbedringsprinsipper. På samme måte som grunntanken i Lean fokuserer også Lean Construction på å identifisere og eliminere årsaker til sløsing. The Lean Construction Institute har i løpet av det siste tiåret definert sin egen prosjektoverleveringsmåte: the Lean Project Delivery System. LPDS inkluderer fem faser som alle er avhengig av hverandre for å gi en best mulig byggeprosess (Ballard et al. 2017):

- Prosjektdefinisjon
- Lean design
- Lean forsyning
- Lean sammenkjøring

- Bruk

LPDS fokuserer på å møte kundens ønsker og forventninger satt til prosjektmål som følge av tid, kost og kvalitet. Prosjektet blir gjennomført med hensyn til aktører som påvirker prosessen nedstrøms, det vil si at de som i enden av en aktivitetsprosess og som skal utføre arbeidet er med på å påvirke foregående aktivitet. Med LPDS fokuseres det gjerne på optimalisering av arbeidsflyt fremfor økning av produktivitet som hovedmål (Bhatla 2012).

Videre i den tekniske rapporten til Ballard et al. (2017) fremkommer det at rammeverket Virtual Design and Construction også kan bli brukt som et hjelpeverktøy til LPDS. Dette indikerer at LPDS metoden og VDC rammeverket henger tett sammen og baserer seg på de samme grunnprinsippene om å optimalisere byggeprosessen, men allikevel er uavhengige av hverandre.

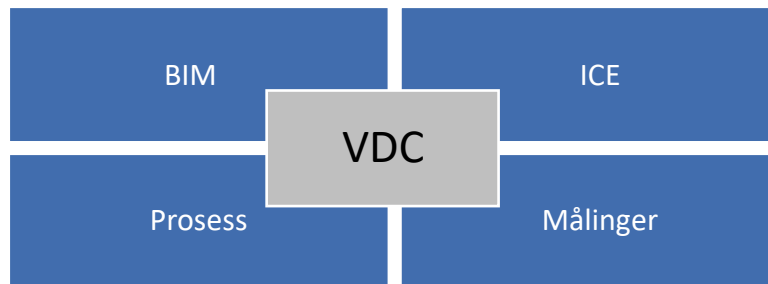
3.2 Virtual Design and Construction

På mange måter kan forløpet til VDC sees på som en vei som startet fra grunntanker i Lean videre til Lean Construction, og at dette er noe av det som til slutt påvirket det som i dag er definert under VDC (Fosse et al. 2017; Linge 2018). Dette fordi de ovennevnte har like fokusområder som minimering av sløsing, verdiøkning og arbeidsmetodikk, men også på grunnlag av historisk opprinnelse og likhetstrekk. VDC blir ofte omtalt som et rammeverk som inneholder flere forskjellige metoder for å lede et byggeprosjekt, fremfor at VDC i seg selv er en metode. Begrepet ble for første gang definert i 2001 av Center for Integrated Facility Engineering (CIFE) ved Stanford University som:

“Virtual Design and Construction (VDC) is the use of integrated multi-disciplinary performance models of design-construction projects to support explicit and public business objectives.” (Kunz 2012)

Altså er VDC bruken av integrerte og tverrfaglige presentasjonsmodeller innen prosjektering som har som hensikt å støtte private og offentlige forretningsmål. Med et fokus på tverrfaglig samhandling ved hjelp av digitale verktøy bygger VDC i stor grad på fire hovedelementer. Noen av disse elementene er allerede kjent for næringen slik som BIM, men forskning peker mot positive synergieffekter av å kombinere flere kjente metoder satt i system (Sacks 2010). Elementene i VDC har ofte varierende navn i forskjellige selskaper, vitenskapelige artikler og tidsskrifter, men hovedinnholdet av elementene er som oftest likt. Ballard et al. (2017) tar for

seg en rekke verktøy og teknikker som har blitt til VDC. Rammeverket rundt VDC er i stor grad knyttet til visualiseringsverktøy, teknikker for å måle effektivitet og verktøy for å håndtere organisasjon og prosessmodeller (Ballard et al. 2017; Fischer et al. 2017). Disse temaene er hva vi kan forstå som Integrated Concurrent Engineering (ICE), Building Information Model (BIM), prosess og målinger og vil være definisjonen for VDC i denne masteroppgaven.



Figur 3: Sammensetning av Virtual Design and Construction

3.2.1 Building Information Modeling

BIM er en bygningsinformasjonsmodell, og blir brukt til å beskrive verktøy, prosesser og teknologi som tilrettelegger for digital dokumentasjon (Sacks 2010). Den digitale dokumentasjonen kan omhandle selve bygget, byggets ytelse, planlegging, byggetid og operasjonell drift i etterkant av prosjektet. BIM har til hensikt og formål å forenkle samarbeid på tvers av fagdisipliner gjennom hele prosjektets levetid. BIM skiller seg fra en vanlig 3D modell i den forstand at en BIM-modell sier noe om form, funksjon og oppførsel til objekter i modellen fremfor kun visualisering (Bhatla 2012).

Tverrfaglig samarbeid foregår enten ved at fagdisipliner arbeider simultant i samme modell, eller ved at respektive fagdisipliner oppdaterer en sammenstillingsmodell med hver sine modeller. Da forskjellige fagdisipliner bruker forskjellige modelleringsverktøy operes det i næringen med et åpent filformat kalt IFC (Graphisoft 2018). IFC har fastsatte kriterier for modellene som sikrer samhandling mellom bruk av forskjellige modelleringsverktøy (Oldfield et al. 2017). For eksempel kan en BIM-modell som tegnes i et modelleringsverktøy eksporteres til et sammenstillingsprogram, og deretter tilbake i modelleringsverktøyet igjen ved hjelp av filformatet IFC.



Figur 4: Skjermdump av BIM-modell fra Ensjø Torg B1 (Ervesvåg 2018)

En klar fordel med BIM er hvor visuelt verktøyet i seg selv er. I økende grad blir byggeplasser mer multikulturelle, noe som kan føre til vanskeligheter i kommunikasjon på tvers av fagdisipliner og fagpersonell. Anvendelse av en bygningsinformasjonsmodell muliggjør en bedre fellesforståelse uavhengig av språk, til sammenlikning med prosjekter som ikke hadde hatt samme grafiske hjelpemiddel (Kunz 2012).

Flere byggeplasser har startet å anvende Virtual Reality og Augmented Reality sammen med BIM. Med VR og AR oppleves modellen annerledes i den forstand at bruker får en rikere opplevelse av modellen. Med VR får brukeren en kunstig opplevelse av bilde og lyd gjennom spesialbriller, og opplever at modellen flyttes etter hvordan vedkommende flytter på hodet eller anvender en joystick (Pan et al. 2006). Til forskjell fra VR bruker AR den faktiske virkeligheten deltakere oppfatter med egne øyne og legger på et informasjonslag på det brukeren allerede ser (Wu et al. 2013).

Tabell 2: Forklaring til forskjellig grad av modellering

Grad av modellering	Forklaring
2D	Utstrekning i bredde og høyde
3D	Utstrekning i bredde, dybde og høyde
4D	Fremdrift
5D	Kostnadsanalyse
6D	Drift og vedlikehold

Flere programleverandører leverer muligheter for å modellere i flere dimensjoner eller med flere parametere, og henviser da til forskjellig grad av modellering. Eksempelvis modellering i fire dimensjoner hvor fremdrift i bygget er implementert (Bhatla 2012). Fremdriftsplaner i BIM kan for eksempel omhandle rekkefølge på arbeidsoppgaver, behov for materialer eller sikkerhetstiltak med tilhørende byggetrinn. Implementering av flere parametere ved BIM-modellen er ikke enda like vanlig. Allikevel er det prosjekter som anvender høyere grad av modellering slik som 5D og 6D. Maya et al. (2012) definerer den femte parameteren i BIM som kostnadsanalyse. Ved 6D modellering av BIM inkluderes typisk FDVU dokumentasjon i bygget, og næringen snakker typisk om et så høyt kompleksitetsnivå av ferdig byggeprosjektet at sluttbruker ender opp med en digital tvilling av bygget.

Brukt på riktig måte bidrar BIM til en mer integrert byggeprosess, både i prosjekterings- og produksjonsprosessen. BIM fungerer også som en kvalitetssikring som igjen kan bidra til færre kostnader for prosjektet på lang sikt og kortere gjennomføringstid (Sacks 2010). Som nevnt innledningsvis i kapittelet er BIM kjent for store deler av næringen allerede. Sacks (2010) poengterer at både BIM og Lean-prinsipper eksisterer hver for seg, og dersom anvent samtidig er det synergieffekter å hente mellom de to. Grunnlaget som blir hentet ut av BIM kan brukes på Lean-prinsipper som VDC er med på å fremme, slik som bakoverplanlegging, reduksjon av produksjonstid og minimering av sløsing. Fosse et al. (2017) påpeker at VDC er en metode som sikrer god bruk av BIM kombinert med andre viktige elementer for prosjektgjennomføring.

3.2.2 Integrated Concurrent Engineering

Et viktig element i VDC er ICE. I litteraturen omtales ICE både som en metode, en møteform og arbeidsøkt. Det som definerer ICE er at aktører på tvers av fagdisipliner samlokaliseres for å samarbeide og koordinere aktiviteter som direkte eller indirekte avhenger av hverandre (Fosse et al. 2017).

I ICE-økter avklares og tydeliggjøres blant annet avventende beslutninger, mål og ansvarsområder (Kunz 2012). Det er helt essensielt at disse arbeidsøktene er svært nøyaktig planlagt med tydelig agenda, optimalt tidsbruk, kontroller underveis og evaluering ved møteslutt (Fosse 2016). Evaluering av arbeidsøktene inngår også som en del av målinger hvilket er et annet element ved VDC. Kunz (2012) beskriver at hovedhensikten med ICE-økter er å fjerne mest mulig av ikke-verdiøkende avsporinger fra opprinnelig agenda. Typiske avsporinger er å bruke tid på andre ansvarsområder under møtet eller det å bruke tid på å få fellesforståelse for metode og språk.

Last Planner System er et verktøy for bakoverplanlegging som kan anvendes for strukturere og koordinere alle langsgående aktiviteter mellom fag (Hamzeh et al. 2017). Aksjonene eller arbeidsoppgavene på planene blir typisk nøye gjennomgått i en ICE-økt. Planene strekker seg typisk fra 6-8 uker frem i tid, i tillegg til en mer detaljert ukeplan (Bhatla 2012). Det eksisterer både digitale og fysiske versjoner av dette verktøyet, men hovedprinsippet er likt for begge. Hvert fag har hver sin fargekode og registrerer sin aktivitet på en felles fremdriftsplan. Milepæler er overordnede mål for fremdriftsplanen og styrer aksjoner på plan (Svalestuen et al. 2017). Lappesystemet LPS er en svært viktig del av ICE, men spiller også en viktig rolle for selve prosessen i VDC så vel som målinger av prosjektet.



Figur 5: Bilde fra ICE-møte med LPS i bakgrunn (Myklebust 2018)

Diagonalmatriser blir brukt for avklaringer som oppstår mellom og under ICE-økter. På samme måte som LPS blir brukt for å holde oversikt over arbeidsoppgaver, blir uklarheter hengt opp i diagonalmatrisen. Hver fagdisiplin har samme farge som i LPS, og sikrer oversikt over hvilke fagdisipliner som må ha en dialog med hverandre angående en gitt problemstilling (Svalestuen et al. 2017).

TIL FRA	BH	ARK	RIB	LARK	RIV	RIE	RIBr
BH							
ARK							
RIB							
LARK							
RIV							
RIE							
RIBr							

Figur 6: Eksempel på oppsett av diagonalsmatrise fritt etter inspirasjon fra Ensjø Torg

Kunz og Fischer (2012) beskriver i sin rapport en rekke faktorer som bør være til stede for å oppnå en høyt fungerende ICE-økt. Fullt fokus fra alle møtedeltakere er listet opp som første kritiske faktor etterfulgt av fagspesifikk modellering med åpent informasjonsnettverk. Videre beskrives viktigheten av flat organisasjonsstruktur med en hovedfasilitator som styrer møtet. Felles forståelse av prosjektmål og tydelige analyser er videre punkter som må være til stede i en ICE-økt. Samlokalisering ansees som helt nødvendig. I Veidekkes veileder for involverende planlegging beskrives nøkkelen bak arbeidsformen at rett kompetanse er samlet sammen og at alle har beslutningsmyndighet slik at tverrfaglige problemer kan løses raskt.

3.2.3 Målinger

Et viktig element i VDC er målinger. Disse målingene er gjerne knyttet opp til økonomi, miljø, prestasjon, tid eller kvalitet (Fischer et al. 2017).

En metode som blir bruk til måling av effektiviteten i møter mellom forskjellige aktører er DEEPAND. Dette står for Description, Explanation, Evaluation, Prediction, Alternative Formulation, Negotiation and Decision Making (Ballard et al. 2017). Oversatt står DEEPAND for beskrivelse, forklaring, vurdering, forutsigelse, alternativ formulering, forhandling og avgjørelse. Effektiviteten måles ved å klassifisere diskusjoner under møter, og dermed beveger prosjektgruppen seg oppover klassifiseringsstigen fra første til siste bokstav i

DEEPAND. Altså fra å beskrive et problem, og frem til det er håndtert og fremstår som en ferdig avgjørelse.

Det er flere forskjellige målinger på prosjekt og på deltakere som kan bli målt gjennom VDC. Planlagt Prosent Utført (PPU) er antagelig den målingen som er flittigst brukt i VDC prosjekter (Bhatla 2012). PPU handler om å måle på fremdriftsplan, og er en måte å følge opp antall saker som blir fullført fra et ICE-møte til neste, og er gitt ved følgende formel:

$$PPU = \frac{A_f}{A_n} \times 100 \%$$

Hvor A_f er aktiviteter fullført og A_n er totalt antall aktiviteter. Divisjonen ganges opp med 100 for å få et kjent måltall i prosent å forholde seg til. Tilsvarende formel kan typisk anvendes for forventede arbeidsoppgaver, klargjorte arbeidsoppgaver eller tid medgått på tilbakemelding (Fischer et al. 2017).

Kunz (2012) beskriver hvordan prosjektledere kan bruke statusrapporter som et mål på å se hvor godt prosjektdeltakere er forpliktet til prosjekt og hvordan prosjektet ligger an i forhold til prosjektmål. Måling av risiko er en viktig faktor for å kunne indikere hvor prosjektdeltakerne burde vektlegge tid. Kontroll og måling er sterkt korrelert ifølge boken Integrating Project Delivery (2017). Kontroll blir i boken definert som det å tenke fremover og styre et utfall i ønsket retning. Aktuelle måltall for prosjekt skal være synlig for alle prosjektdeltakere. Fischer et al. (2017) poengterer at prosjektmålinger skal fungere på samme måte som dashbordet i en bil. På denne måten har vedkommende mulighet til å avverge potensielle ulemper som kan inntreffe, som for eksempel å kjøre tom bensintanken midt i en ørken. Prosjektkontroll er et svar på målbare tall og bruk av analytiske verktøy for å bestemme hva som er, var og kommer. Kontroll gjennom måling av samtidsstatus er derfor essensielt for å sikre god og sikker prosjektgjennomføring.

3.2.4 Prosess

Gjennom byggeprosjekter kan ulike visualiseringsverktøy brukes for å forbedre en langsgående prosess. Denne prosessen skal tydeliggjøre informasjonsflyten som berører produkt, organisasjon og prosess, hvilket kjent som en POP-modell i VDC (Kunz 2012). Hensikten med visualiseringsverktøyene er å se potensielle løsninger og problemer før det blir investert og arbeidet unødvendig med prosjektet, og på denne måten hjelpe de involverte aktørene å definere konseptuelle elementer ved prosjektet for å sikre et vellykket resultat.

Produkt blir i bygningsammenheng sett på som det ferdig bygget, organisasjon som den midlertidige prosjektgruppen som blir satt sammen og prosessen som de aktiviteter som forløper.

Noe av det som bidrar til en bedre prosess i VDC-prosjekter er bruken av iRoom (Fosse et al. 2017). Dette er et eller flere spesifikke rom på prosjektet som har til hensikt å bedre og integrere riktig bruk av teknologi og metodologi etter VDC prinsipper. Typisk inneholder slike rom flere touchskjermer, oversikt for bakoverplanlegging og statistikk på målinger som er blitt gjort for prosjektet (Svalestuen et al. 2017). Det er behov for flere touchskjermer for å kunne ha fokus og interaksjon på flere steder samtidig. Spesielt under ICE-økter brytes arbeidsøkten opp og prosjekteringsgruppen deles i mindre grupper, slik at de kan fokusere på forskjellige problemstillinger (Kunz 2012).



Figur 7: Illustrasjonstegning av iRoom (Linge 2018)

Prosess som et av elementene i VDC kan sees på som helt avgjørende for at de andre elementene skal fungere. I en casestudie studerte Khanzode (2010) på hvilken måte VDC og Lean påvirker mekaniske-, elektriske- og rørsystemer i BEA-næringen. Et av funnene var VDC prosessen var helt essensiell i forhold til forbedring av tverrfaglig koordinasjon av produksjon på byggeplass. Med bedre produksjon på byggeplass ble økende grad av prefabrikasjon, mindre ombygging og færre antall faglige konflikter omtalt.

VDC prosessen bidrar redusert tidsbruk, ventetid og misforståelser. Ved å oppnå en bedre prosjekteringsprosess øker også sannsynligheten for å ha en bedre produksjonsprosess på byggeplass i etterkant. Eksperter hevder at VDC prosessen gjør at prosjektdeltakere forstår hverandres faglige ansvarsområder ved å komme frem til løsninger sammen, noe som i det store bildet gir økt verdi for sluttbruker (Linge 2018).

3.2.5 Sløsing i VDC

Som nevnt tidligere legger Lean grunnlaget for VDC slik det er definert i dag. På samme måte som Lean identifiserer årsaker til sløsing, fokuserer også VDC på muligheter å minimere sløsing på. Mandujano et al. (2015) beskriver åtte grunner til sløsing i VDC som er presentert i Tabell 3.

Tabell 3: Årsaker til sløsing i VDC (oversatt fritt etter Mandujano et al. 2015)

Typer sløsing	Forklaring	Eksempler
Faktorer som ikke skaper verdiøkning	Å skape flere muligheter, funksjonaliteter og egenskaper utover nødvendig kundebehov.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Opparbeide rapporter som ikke blir brukt ▪ Ubrukt software ▪ Ineffektive og repeterende møter,
Bevegelse	Unødvendig bevegelse i forbindelse med en arbeidsoppgave.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Håndtere repeterende spørsmål ▪ Møte uforberedt til møter ▪ Ineffektiv forflytning av data
Inventar	Ha tilgjengelig flere tjenester eller materialer enn nødvendig. En annen inventarløsning er oppsamling av uferdige arbeidsoppgaver.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dokumentrevisjoner ▪ Flere steder til å håndtere risiko og kontroll ▪ Lagerkøer, for eksempel oppbevaring av materialer på byggeplass
Venting	Tomgangstid for en ventende aktivitet som avhenger av en annen aktivitet.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Synkroniseringstid mellom bruk av ulike bruksplattformer ▪ Søke etter informasjon

		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Forsinkelser grunnet unødvendig undersøkelser og godkjenninger
Overproduksjon	Levere utover hva som forventes av krav fra kunde.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Doble sett med testing ▪ Eksempelvis egenskaper, eksempel levere bygg utover kravspesifikasjoner
Ferdigheter	Neglisjere ferdigheter og erfaring hos ansatte involvert i prosessen.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manglende opplæring i VDC ▪ Overdetaljerte standarder ▪ Overskygger talent hos individer
Transport	Fysisk forflytning av aktiviteter mellom deloppgaver i en prosess.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dårlig bruksgrensesnitt ▪ Manøvrering gjennom en serie av oppgaver for å fullføre en repeterende oppgave
Defekter	Feil ved en prosess eller en del av en prosess.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ufullstendig dokumentasjon ▪ Omarbeid ▪ Systemfeil

Konsekvenser av sløsing fra tabellen over kan være økte kostnader, misforståelser, lav produktivitet, lav motivasjon og lengre byggetid. VDC er bygd opp av elementer som har til hensikt å synliggjøre feil og ansvarsområder, og på denne måten bidrar til å redusere de typiske årsakene til sløsing i en VDC-prosess. Spesielt fokus på målinger av forskjellige aspekter ved prosjektprosessen bidrar til å synliggjøre når og hvor sløsing oppstår. Eksempelvis gjennom LPS og gjennomgang av rotårsaker, blir flaskehalsene til en forsinket prosjekteringsprosess fort funnet.

3.3 Suksessfulle prosjekt og prosjekteringsteam

Faktorer tilknyttet suksessoppgjør kan defineres ved to forskjellige tilnærminger. Den ene er å unngå faktorer som fører til fiasko, mens den andre er å anvende faktorer som fører til suksess (Lindhard 2016). Denne masteroppgaven tar for seg den sistnevnte definisjonen av

suksessfaktorer. Luo et al. (2017) omtaler faktorer som brukes for å måle hvorvidt et prosjekt er suksessfullt og viser til følgende tre generelle faktorer:

- Tid
- Kost
- Kvalitet

Lindhard (2016) peker på samme måte i sin vitenskapelige artikkel at et vellykket prosjekt kan måles disse tre nøkkelfaktorene eller suksessfaktorene. Balansegangen mellom tid, kost og kvalitet er anerkjent, og blir også omtalt som jerntriangleret da de er så sterk avhengig av hverandre (Lindhard 2016). For eksempel om det er et ønske fra byggherre at byggetiden i et prosjekt skal være så kort som mulig, kan dette fort gå utover kvaliteten på det som blir bygget samtidig som det går utover kostnadene. På samme måte kan lang byggetid være en viktig faktor for å sikre kvaliteten i prosjektet, men samtidig påløper kostnadene deretter.

3.3.1 Suksessfaktorer

Det er nærliggende å tenke seg at vellykkede prosjekter har blitt nettopp dette på bakgrunn av et optimalt prosjekteringsteam og støtteapparatet rundt. I litteraturen blir prosjektsuksess definert som linken mellom alle overordnede mål for et gitt prosjekt, mens suksess for prosjektledelse blir beskrevet som link mellom prestasjon opp mot kvalitet, tid og kostnad (Knotten et al. 2017).

Det kommer frem av *Vedlegg A og B: Suksessfaktorer for prosjekt og Suksessfaktorer for prosjekteringsteam* at flere faktorer for vellykkede prosjekt også er å finne igjen for optimale prosjekteringsteam. Hvilket kan tyde på at det derfor er en viss korrelasjons mellom de to. Kommunikasjon, belønningssystem, prestasjonsmåling og teknologi er faktorer som blir nevnt i artikler som suksessfaktorer for både prosjekt og team.

Kommunikasjon, risikovurdering og sikkerhet, organisatoriske faktorer og måling av presentasjon er av de faktorene som opptrer flest ganger etter tid, kost og kvalitet, basert på et gitt utvalg vitenskapelige artikler om suksessfulle byggeprosjekter (Vedlegg A). Tilsvarende ble faktorene som kommunikasjon, koordinasjon og forpliktelse opptrer flest ganger av utvalg gjort av vitenskapelige artikler for optimale prosjekteringsteam (Vedlegg B).

Kommunikasjon blir ansett som en av de mest kritiske suksessfaktorene og er helt avgjørende for å ha et oversiktlig prosjekt som blir fullført til riktig tid, kostnader og kvalitet (Knotten et al. 2017; Røsdal 2011). Ikke bare er kommunikasjon et middel for å sikre suksess, men kommunikasjon er også en helt essensiell faktor for å sikre en underliggende prosess innad i

prosjektet for å unngå fiasko (Knotten et al. 2017; Lindhard 2016). Lindhard (2016) påpeker en form for god kommunikasjon kan være å sørge for at informasjon og kunnskap flyter mellom alle prosjektdeltakere uavhengig hvilket firma de arbeider for. Dette eksempelet belyser at kommunikasjon virker opp mot grensesjiktet til andre viktige suksessfaktorer.

I sine studier fant Røsdal og Ørstavik (2011) at kommunikasjon og koordinasjon var vanskelig å skille fra hverandre da veldig mye som omhandler kommunikasjon på byggeplass og tilknyttede aktiviteter vil ha koordinerende synergieffekter. Svikende koordinering står for en stor andel byggefeil og er derfor helt essensielt for suksessfulle prosjekt og team (Stenstad et al. 2005).

Tillit til andre medarbeidere bidrar til effektivisering av kommunikasjonsprosessene innad i prosjektet og er med på å skape forpliktelse og eierskap til prosjektet. I et litt lenger perspektiv er det tydelig hvor viktig det vil være å ha god dialog og koordinasjon på tvers av fag og roller i et byggeprosjekt (Røsdal 2011).

En annen viktig suksessfaktor som ble funnet gjennom litteraturstudie var måling av prestasjon (Vedlegg B). Denne faktoren fremstår som suksessfaktor både for gjennomføring av prosjekt og optimalisering av prosjekteringsteam. Måling av prosjekt kan være så enkelt som å følge opp hvorvidt prosjektet blir gjennomført etter budsjett, eller om prosjektet følger fremdriftsplan, milepælplan eller en ukeplan. Måling av prosjekteringsteam i prosjekteringsfasen har tradisjonelt blitt gjort gjennom føring av timer til for eksempel arkitekten eller andre rådgivende ingeniører. Føring av timer kan fungere som et insentiv til å prestere bedre når vedkommende vet at fremdriften på arbeidsinnsatsen blir fulgt opp (Tjora 2017). Tilbakemeldinger fra medarbeidersamtaler kan være et mål på prestasjon i hvor godt kommunikasjonsflyten er mellom de forskjellige leddene i en organisasjon og koordineringen mellom dem.

4 Metode

For å svare på forskningsspørsmålene ble det benyttet en kombinasjon av kvalitativ og kvantitativ metoder gjennom følgende forskning:

- Litteraturstudium
- Semistrukturerte intervjuer
- Observasjon av aktiviteter knyttet til ICE
- Spørreundersøkelse
- Dokumentstudium

Forskningsspørsmålene som ble stilt i forbindelse med innhenting av empiri var følgende:

1. Hvilke generelle suksessfaktorer bidrar til optimaliserte prosjekteringsteam i byggenæringen?
2. Inneholder Virtual Design and Construction nødvendige suksessfaktorer for å legge til grunn optimale forutsetninger for prosjekteringsteam?

Ved bruk av såkalt metodetriangulering strebes det etter å danne et mer solid bilde av realiteten. Metodetriangulering vil si bruken av to eller flere forskjellige forskningsmetoder som utfyller hverandre i en måte de ikke har mulighet til isolert (Dalland 2007).

4.1 Kvalitativ metode

Kvalitativ metode blir i teorien beskrevet som en metode som ivaretar meninger og opplevelser som ikke lar seg tallfeste (Dalland 2007). Innhenting av empiri til kvalitative metoder ble gjort gjennom intervjuer og observasjonsdeltagelse i møter. Tjora (2017) beskriver at intervjuer studerer hva folk sier, mens observasjonsstudier studerer hva folk gjør.

Majoriteten av aktiviteter forbundet med kvalitativ metode ble gjort av deltakere innad i Skanska konsernet. Valg av Skanska som samarbeidspartner for masteroppgaven bad seg naturlig etter et tidligere veiskille i forbindelse med en VDC-konferanse. Skanska er en av Norges største entreprenører med over 3800 ansatte, og er en verdensledende internasjonal aktør innen prosjektutvikling (Byggeindustrien 2018; Skanska 2018). AF Gruppen og Veidekke er også av Norges største entreprenører og det var derfor naturlig å intervjuere representanter fra disse selskapene i tillegg (Byggeindustrien 2018).

4.1.1 Intervjuer

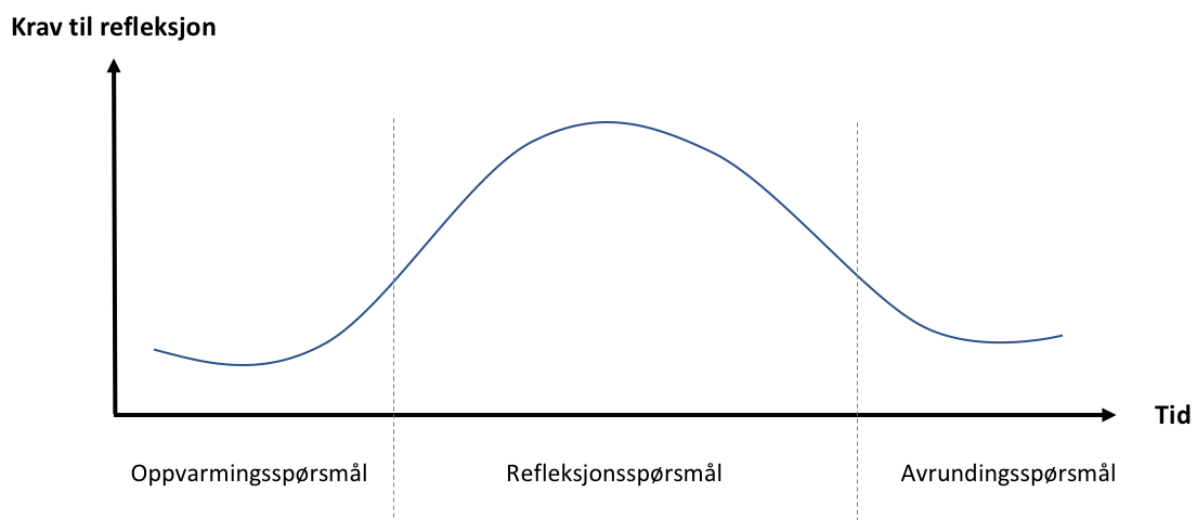
Innhenting av informanter ble gjort gjennom ekstern veileder til oppgaven, da vedkommende har stort nettverk til relevante fagpersoner innenfor VDC. Intervju ble gjort av nøkkelpersonell innenfor Skanska konsernet, samt to informanter i henholdsvis Veidekke og AF Gruppen. Intervjuene utenfor Skanska fungerte som en kalibrering for å se om det er en fellesforståelse av VDC på tvers av konkurrerende selskaper i næringen. Sammensetning av personer til intervju sees på som relativt homogen da alle informanter har bakgrunn fra byggenæringen og en viss tilknytning til VDC. Alle informantene innehar rollen som prosjekteringsleder, prosjekteringsgruppeleder eller VDC fasilitator. Dette fordi disse stillingene er sentrale for forforståelse av hva som inngår i en tverrfaglig samhandling i prosjekteringsfasen. En informant fra Skanska hadde tilhørighet utenfor Oslo regionen, og fungerte som en indikator på hvorvidt forståelsen av VDC er gjennomført kulturellt i Skanska konsernet eller lokasjonsbasert.

Tabell 4: Oversikt over informanter fremstilt i kronologisk rekkefølge av intervjutidspunkt

Intervjuoversikt				
#	Rolle	Firma	Kontor	Dato
ii	PRL / VDC koordinator	Skanska	Øst	22.01.18
1	PRL	Skanska	Oslo	21.03.18
2	PRL	Skanska	Bergen	21.03.18
3	PGL	Veidekke	Trondheim	22.03.18
4	PGL	AF Gruppen	Oslo	23.03.18
5	PRL	Skanska	Oslo	10.04.18
6 ⁱⁱⁱ	Prosjektingeniør/VDC fasilitator	Skanska	Oslo	10.04.18
7	PRL	Skanska	Oslo	11.04.18
8	PGL	Skanska	Oslo	11.04.18

ⁱⁱ Orienteringsintervju

ⁱⁱⁱ Nyutdannet



Figur 8: Struktur på intervjuer fritt illustrert etter Tjora (2017) s. 147

Intervjuene ble lagt opp semistrukturerte. I forkant av intervjuene ble en intervjuguide laget i samarbeid med intern og ekstern hovedveileder for å sikre relevante forskningsspørsmål rent metodisk og faglig. Intervjuguiden er å finne under Vedlegg C, og fungerte som en ramme for å sikre at forskningsspørsmålene ble ivaretatt i løpet av intervjuet. Strukturen på intervjuene kan illustreres gjennom Figur 8 med oppvarmingsspørsmål, refleksjonsspørsmål og avslutningsspørsmål (Tjora 2017). Oppvarmingsspørsmålene bestod av enkle spørsmål som krevde lite refleksjon, for eksempel som bakgrunn til informant og nåværende arbeidsstilling. Refleksjonsspørsmålene omhandlet mer åpne spørsmål som krevde at informant utdypet svarene i større grad og kom med egne erfaringer knyttet til samtaleemnet. Avrundingspørsmål ble foretatt som en oppsummering av informants oppfatning av hovedtema gjennom intervjuet.

Syv av ni intervjuer ble foretatt ansikt til ansikt, og resterende ble gjennomført over videosamtale. Det opplevdes ikke noe tap av informasjon ved å gjennomføre intervju over video. Alle intervjuene ble tatt opp, transkribert og deretter sendt tilbake til informanter for å sikre at dialogen ikke ble misforstått. Intervjuene hadde en varighet fra 35 – 55 minutter, og resulterte i totalt 45 sider med transkribert materiale. Orienteringsintervjuet som ble avholdt 22.01.18 ble kun brukt som en innføring til tematikken i oppgaven, og hadde en egen forenklet intervjuguide med svært åpne spørsmål sammenliknet med intervjuguiden brukt til de øvrige informantene. Resultater fra dette intervjuet foreligger ikke under resultatkapittelet.

Etter innspill fra hovedveileder ble intervjuer der det lot seg gjennomføre gjort med to informanter samtidig. Dette ble gjort på totalt seks informanter i tre omganger. Dette ble blant annet gjort for å kunne rekke over flest mulig informanter. Formen på selve intervjuene blir derfor en blanding av et dybdeintervju og en liten fokusgruppe med to deltakere. Dette for å skape en dynamikk og diskusjon under selve intervjuet, og samtidig for at informantene kunne hente frem og reflektere over synspunkter og meninger fra den andre informanten. Dybdeintervjuer eller semistrukturerte intervjuer tillater en mer åpen og uformell samtale. Dette kan bidra til at temaer som ikke var påtenkt i forkant kan komme opp, samtidig som intervjuguiden blir en påminner for hovedtematikken (Tjora 2017). Tjora (2017) påpeker viktigheten av at informantene føler en avslappet stemning slik at de tillater seg selv å tenke høyt og foreta digresjoner under intervjuet, og forklarer at fokusgrupper ofte oppleves mindre truende enn et dybdeintervju. Intervjusituasjonen hvor to informanter blir intervjuet på likt tillater den ene informanten å tenke over spørsmål eller utsagn mens den andre svarer, samtidig som interaksjonen kan bidra til mer spontane svar enn hva som ellers kunne oppstått (Dalland 2007). Samtidig er det en viss risiko dersom de to er uenige at intervjuersituasjonen blir en arena for forsvar, noe som vil føre negativitet til stemningen. Det å fange opp hvilke interaksjoner og reaksjoner som oppstår mellom informanter gir denne intervjumetoden et ekstra aspekt til sammenlikning fra dybdeintervju.

Under intervjuet ble informanter bedt om å rangere ferdigdefinerte suksessfaktorer funnet gjennom litteraturstudien (Vedlegg B). De samme faktorene ble listet opp i en kvantitativ spørreundersøkelse (Vedlegg F). Resultater fra intervju og spørreundersøkelse vil bli presentert i kapittel 5.

4.1.2 Observasjonsstudie

Observasjonsstudie er en datagenereringsmetode hvor forsker deltar i informantenes hverdag, enten skjult eller åpent. Med hjelp av denne metoden har forskeren mulighet til å se hva som skjer og høre hva som blir sagt i den aktuelle settingen. På denne måten ha forskeren mulighet til å få en annen tolkning av situasjonen enn hva intervjuobjektene selv innehar. En utfordring med observasjonsstudie er å kunne være fleksibel og åpen for å måtte justere observasjon for å ikke være forstyrrende i felten, samtidig som det er viktig å være tro mot sentrale temaer som er viktig for studien (Tjora 2017).

I forkant, gjennom pauser og avslutningsvis av aktivitet hvor stemningen ofte er mer uformell ble tiden brukt til generelt snakk, hovedsaklig rundt deltakernes inntrykk av VDC. Resultater fra smalltalk blir ikke presentert i resultatkapittel, men var en kilde til inspirasjon av

oppfølgingsspørsmål til intervju. I den grad begreper, situasjoner og strategier var uklare under observasjon ble de notert ned, og spurt om forklaring av møtedeltakere i etterkant av observasjonsstudiet. Alle aktivitetene hadde en ordstyrer eller fasilitator som ledet an, og var ofte naturlig person å spørre om spørsmål.

Innhenting av empiri gjennom observasjon ble til gjennom deltagelse på forskjellige møteformer med tilknytning til VDC, presentert i Tabell 5. I stor grad ble studien utført i forbindelse med passiv deltagelse, men under åpen dynamisk observasjon. Det vil si at observatøren var synlig for alle som deltok, men deltok ikke i de observerte aktivitetene. Dynamisk observasjon vil i følge Tjora (2017) si at observatøren må forflytte seg mellom relevante situasjoner, slik som fysisk forflytning mellom rom under en arbeidsøkt i ICE. Dette ble gjort under hver ICE-økt, hvor agendaen bryter opp deltakere i mindre arbeidsgrupper.

Tabell 5: Oversikt over aktiviteter som ble observert

Observasjonsoversikt				
#	Type møte	Lengde på møte	Prosjekt	Dato
1	Forberedelse til ICE-økt	30 min	Begbyåsen	06.03.18
2	ICE	4 t 30 min	Begbyåsen	06.03.18
3	VDC Workshop	1 t	Sundkvartalet	21.03.18
4	ICE	4 t	Ensjø Torg	10.04.18
5	Utarbeidelse til kommende ICE	1 t	Parallell	11.04.18

I forbindelse med observasjonsstudien ble det brukt et ferdig utarbeidet observasjonsskjema, dette er å finne som Vedlegg E. Skjemaet ble laget i forkant av aktiviteten og delt inn etter punkter satt i henhold til aktuell agenda.

4.1.3 Personvern

Gjennom intervju og observasjonsstudie kreves det at enkeltpersoner blir evaluert og vurdert. Alle deltakere gjennom observasjonsstudie forble anonymisert gjennom hele prosessen. Informanter skrev under på en samtykkeerklæring i forkant av intervju. Denne er å finne under vedlegg D.

4.2 Kvantitativ metode

Kvantitativ metode kjennetegnes som en forskningsmetode som henter inn resultater som lar seg tallfeste. Dette gjør det mulig å behandle innhentede data matematisk noe som kan bidra til å gi et helt konkret svar (Dalland 2007). Resultater til kvantitativ metode blir innhentet gjennom en spørreundersøkelse og til dels gjennom dokumentstudier.

4.2.1 Spørreundersøkelse

I forbindelse med innhenting av kvantitative data ble en spørreundersøkelse laget basert på suksessfaktorer som ble funnet gjennom litteraturstudien. Et strukturert spørreskjema gir mulighet for å hente inn en større mengde informasjon sammenliknet med kvalitative metoder. Innsamlingsmetoden som ble brukt for å hente inn data til spørreskjema var gjennom et postintervju, det vil si at all informasjon respondenten trenger for å svare ut spørsmålene må stå i selve skjemaet (Dalland 2007). Det ble ikke utarbeidet noe informasjonsbrev i forkant av spørreundersøkelsen, da det ikke ble ansett som nødvendig med gitte spørsmål.

Spørreundersøkelsen ble laget gjennom www.easyquest.com og sendt ut til 50 deltakere innad i Skanska. Det ble mottatt 29 besvarelser ekskludert svar fra intervjuer. Alle informanter som ble intervjuet svarte også ut den samme spørreundersøkelsen. Problemstillingene ble dermed også belyst av respondenter fra Veidekke og AF Gruppen. Svar på spørsmålsmatrise fra informanter blir presentert under resultater fra intervju.

Informanter og deltakere ble bedt om å rangere de ulike suksessfaktorene på en skala fra en til seks for å sikre at det ikke oppstår 100% normalfordeling på midten av skalaen. Til forskjell fra deltakere som svarte ut undersøkelsen, hadde informantene anledning til å stille spørsmål til hva som lå bak hvert alternativ. De ble i tillegg til spørsmålsmatrisen spurt i hvilken grad de mener at VDC bidrar til optimalisering av prosjekteringsteam. Med hovedfokus på disse to områdene ble forskningsspørsmålene tallfestet, og gav derfor et mer solid grunnlag for å diskuteres opp mot resultater fra kvalitative metoder.

4.2.2 Dokumentanalyse

Det ble foretatt dokumentanalyse i relasjon til aktiviteter i forbindelse med observasjonsstudier. Spesielt ble møteagendaer til ICE-økter studert for å se sammenhengen mellom planlagt aktivitet og foretatt aktivitet. I tillegg ble veileder om prosjektgjennomføring fra Veidekke og en vitenskapelig artikkel om VDC i Skanska studert for å sammenlikne hvilke likheter og ulikheter som fins mellom konkurrerende selskaper. Det var også ønskelig å

sammenlikne opp mot gjennomføring av VDC i AF Gruppen, men en slik veileder er per dags dato ikke laget. Tjora (2017) forklarer at hensikten med dokumentstudier er at de skal gi et bilde av et sakshold fra et spesielt tidspunkt, på et spesielt sted og ofte med tanke på spesifikke lesere.

4.3 Litteraturstudie

Litteraturstudie ble foretatt innledningsvis til masteroppgaven for å finne ut hvilke generelle suksessfaktorer som blir beskrevet for byggeprosjekter samt bakenforliggende teori til VDC. Fremgangsmetoden for å finne frem til relevante forskningsartikler ble gjort ved å anvende databaser som er tilgjengelige som fagressurser for studenter ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet. Databaser som ble flittigst brukt var:

- Oria
- Web of Science
- Google Scholar

Bruk av «Virtual Design and Construction» i søkefeltet i Oria gir 76 resultater, hvilket er relativt lavt og indikerer at VDC fremdeles er et fagområdet med rom for mer forskning. Samtidig gav «Lean Construction» 1 145 treff. Disse nøkkelordene ble brukt for å finne relevant faglitteratur. For å finne bakgrunnsstoff til de generelle suksesskriteriene for byggeprosjekt, ble Web of Science brukt. Denne databasen gir mulighet for å krysreferere nøkkelord med søkeord, samtidig som filter for fagfelt er mer omfattende enn hva Oria tilbyr. Med relevant begrensning for filter gav søkeordene «Successful teams» og «Key Success Factors» henholdsvis 566 og 282 treff. Kildekritikk ble hensyntatt gjennom valg av nevnte databaser, og bruk av filter på litteratur med begrensning etter fagfelt og tidsperiode.

Spesielt boken «*The Toyota Way*» og til dels «*Integrating Project Delivery*» ble brukt for dypdykk i bakenforliggende teori om Lean og VDC.

På bakgrunn av 12 vitenskapelige artikler som ble ansett som relevant for ønsket tema, ble to sammenstillinger generert. En for suksessfulle byggeprosjekt og en for suksessfulle team. Sammenstillingene ble generert både for å se sammenheng mellom suksessfulle team og byggeprosjekt, men hovedsakelig for å sammenlikne generelle suksessfaktorer for team opp mot faktorer som er å hente igjen i VDC.

4.4 Kritikk av forskningsmetode

I forbindelse med troverdighet til valgt metode, tilhørende kilder og data poengterer Everett (2012) viktigheten av sikre reliabilitet og validitet til forskningen.

Reliabilitet blir forbundet med måten målinger av data blir gjort, men sier også noe om kvaliteten på data. Reliabilitet kan brukes gjennom kildekritikk av primær- og sekundærkilder for avgjøre pålitelighet (Everett 2012). En måte å vurdere reliabiliteten til resultater er å se om samme resultat opptrer ved bruk av to forskjellige tilnærminger eller forskningsmetoder, dette ble gjort gjennom metodetriangulering ved å sammenlikne resultater fra intervju og resultater fra spørreundersøkelse. Videre ansees reliabiliteten til intervjuene som ble foretatt som god. Dette fordi alle informantene tillot lydopptak som ble transkribert i ettertid og deretter sendt tilbake til informantene for kontroll. Cirka en tredjedel på et av lydopptakene for to informanter ble ødelagt. Intervjuer skrev ned tekst fra hukommelse innen en time etter avsluttet interjvu og videresendte denne til aktuelle informanter for verifisering av innhold. Hendelsen ansees ikke som ødeliggende for resultatne. Reliabiliten til intervjuguide ansees som god, da den ble utarbeidet i samråd med veiledere. Allikevel er det andre faktorer ved intervjuet som kan ha ledet til svekking av reliabiliteten slik som å stille ledende spørsmål. En annen faktor er muligheten for at informantene ble farget av hverandre i tilfeller hvor to og to ble intervjuet samtidig, eller at noen holdt tilbake informasjon for ikke å skape dårlig stemning.

Everett (2012) beskriver at validitet omhandler utvalg og selve innsamlingen av data. Validitet skal bidra til å sikre relevans og gyldighet til datainnsamlingen (Dalland 2007). Det er mulig at data fra spørreundersøkelsen mistet noe av sin validitet, da all info til respondenter ble beskrevet i selve spørreskjema. Begrensninger for en spørreundersøkelse er ifølge Dalland (2007) forskerens evne til å sammenfatte de riktige spørsmålene og respondentenes vilje til å gi sanne svar. Postintervju gir ingen mulighet til å kontrollere at de riktige personene har svart på undersøkelsen. Det antas at validitet til selve utvalget er god da nettverket til hovedveileder hos Skanska ble brukt. For yttligere forbedring av validitet kunne utvalget til spørreundersøkelsen omfavnet flere selskaper i næringen. Validitet til selve resultatet fra spørreundersøkelsen antas som middels, da den er helt avhengig av at alle som svarer ut spørsmålene har den samme oppfattelsen av spørsmålene og legger like mye innsats i spørreundersøkelsen. Validiteten til intervjuene anses som god da alle foruten om en informant har erfaring fra tidligere byggeprosjekter.

Dalland (2007) setter minimumskravet til fokusgruppeintervjuer til minimum to deltakere, og påpeker at dette er en fordel der intervjueren selv har begrenset erfaring om tema. I følge Tjora (2017) burde såkalte mini-fokusgrupper bestå av 3-4 deltakere. Deltakerne er da gjerne eksperter på område som forskes på, noe informanter hentet inn til denne masteren ansees for å være. Det kan allikevel vurderes om det hadde vært hensiktsmessig å danne større fokusgrupper for å hente ut alle de positive aspektene ved et fokusintervju.

Tjora (2017) beskriver et usikkerhetsmoment ved åpen observasjonsstudier at forskeren ofte kan bli sett på som et måleinstrument, og dermed virker forstyrrende på de som blir observert. Dette kan resultere i at deltakerne oppfører seg på en litt annen måte enn hva de ville gjort dersom de ikke var klar over at observatøren var der. Dette ble ikke sett på som et hinder for observasjonsstudiet, men kan allikevel ha påvirket påliteligheten til datainnsamlingen fra denne forskningsmetoden i mindre grad.

Som en oppsummering fremstår reliabiliteten som bedre enn validiteten til forskningsmetodene, begge ansees som gode.

5 Resultater

I dette kapitlet blir resultater innhentet gjennom intervjuer, observasjonsstudie, spørreundersøkelse og dokumentanalyse presentert.

5.1 Intervjuer

Første underkapittel tar for seg temaer fra intervjuguiden, og samler meninger fra informantene under tilknyttet tema. Først blir utfordringer i byggenæringen presentert, etterfulgt av hvordan informantene oppfatter optimalisering av prosjekteringsteam gjennom VDC. Svakheter ved rammeverket blir presentert før resultater knyttet til forskningsspørsmålene blir presentert avslutningsvis.

Utfordringer i byggenæringen

Innledningsvis i intervjuene ble alle informanter med tidligere erfaring i byggenæringen forespurt om typiske utfordringer tradisjonelle prosjekter står ovenfor. Samtlige med tidligere erfaring beskrev at møtestrukturen var et av de største problemene. Spesielt formen med statusrapportering, hvor majoriteten av tiden i prosjekteringsmøtet medgikk til å sjekke hvorvidt arbeidsoppgaver var blitt gjort eller ikke. To av informantene påpekte at BIM-modellen ble brukt langt sjeldnere. Tre av åtte informanter påpekte at et problem med tradisjonell prosjektering er hvor isolert de rådgivende ingeniørene arbeider, og at dette fører til lite avklaring mellom prosjekteringsmøter, som igjen svekker den tverrfaglige koordineringen.

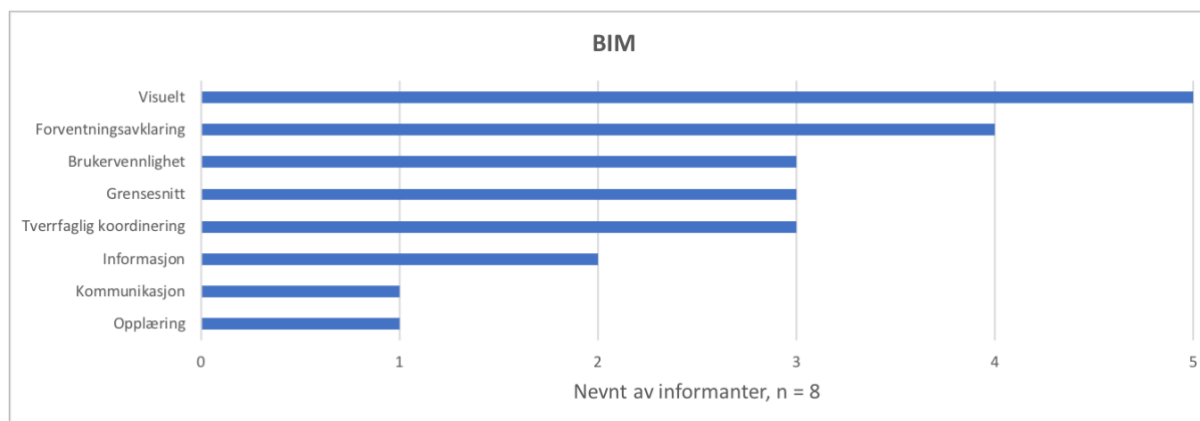
Hvordan oppfatter informantene rammeverket VDC

Alle spørsmål med tilknytning til BIM, ICE, prosess og målinger ble stilt på følgende måte: «*På hvilken måte forbedrer «aktuelt element i VDC» prosjekteringsteamet?»*». Hver informant nevnte flere punkter under hvert tema. Ferdig formulerte forslag ble ikke presentert for informantene i denne delen av intervjuguiden, men reflektert over og poengtert av hver enkelt informant.

Visuell gevinst ble nevnt som den tydeligste faktoren for optimalisering av prosjekteringsteam i følge informantene sett i lys av BIM. Informant 3 peket til at det var blitt gjort en intern test i Veidekke for å se hvor god visuell effekt BIM har. Deltakerne i testen hadde først fått utdelt en 2D-tegning av en bro og fikk 10 sekunder for å studere tegningen. Ingen av deltakerne klarte å si hva som var illustrert på tegningen. Neste runde ble de samme deltakerne gitt en

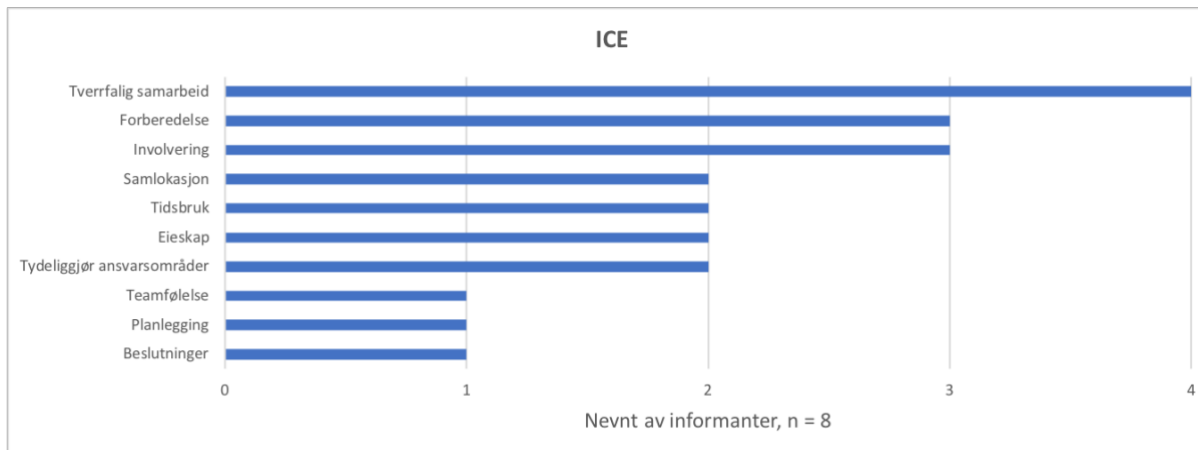
3D tegning av den samme broen og like lang tid til å studere tegningen, og samtlige klarte å se at dette var en bro.

Fire av åtte informanter mente at BIM bidrar til en forventningsavklaring blant deltakerne som er viktig for hele teamet. Brukervennlighet, håndtering av grensesnitt og tverrfaglig koordinering ble nevnt som øvrige gevinster fra BIM av tre av åtte informanter. Håndtering av grensesnitt blir i denne sammenheng ansett som for eksempel dialog mellom prosjektering og produksjon, mens tverrfaglig koordinering vil være mellom rådgivende ingeniører innad i prosjekteringsgruppen.



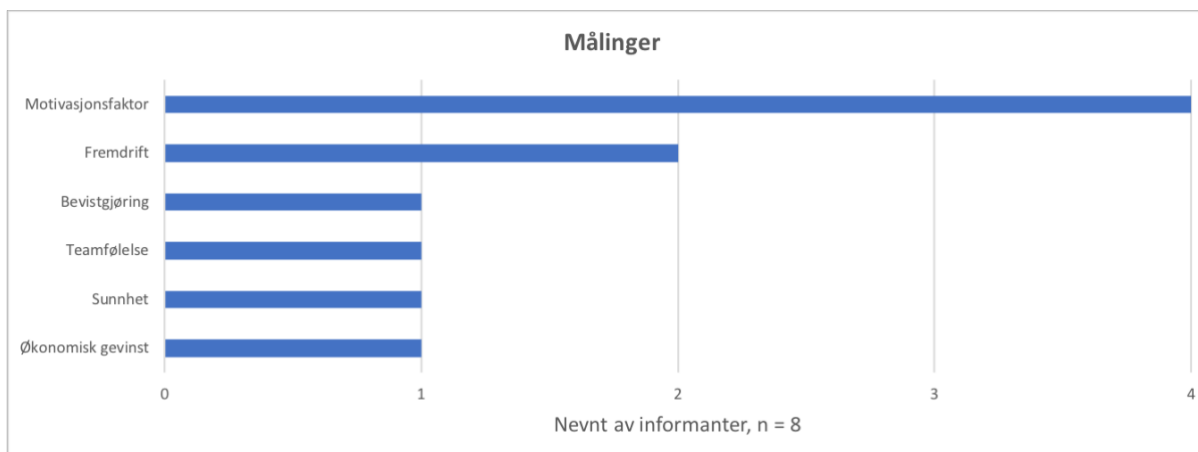
Figur 9: Hvordan BIM bidrar til optimalisering av prosjekteringssteam

Når informantene ble spurt om hvilke gevinster arbeidsmetoden ICE gir til et prosjekteringssteam ble tverrfaglig samarbeid nevnt flest ganger. Tre av åtte informanter påpekte at ICE setter krav til forberedelse fra hver deltaker og en større grad av involvering som andre gevinster. Et par av begrepene glir noe over i hverandre slik som forberedelse og planlegging. Det ble valgt å separere nyanser i begreper da deltakere kan legge forskjellig meninger bak. Forberedelse ble påpekt av en informant kan være akkurat hva en deltaker må ha gjort klart til en ICE-økt, mens planlegging kan være tverrfaglig dialog om hva som skal inkluderes i agenda for neste ICE-økt.



Figur 10: Hvordan ICE bidrar til optimalisering av prosjekteringsteam

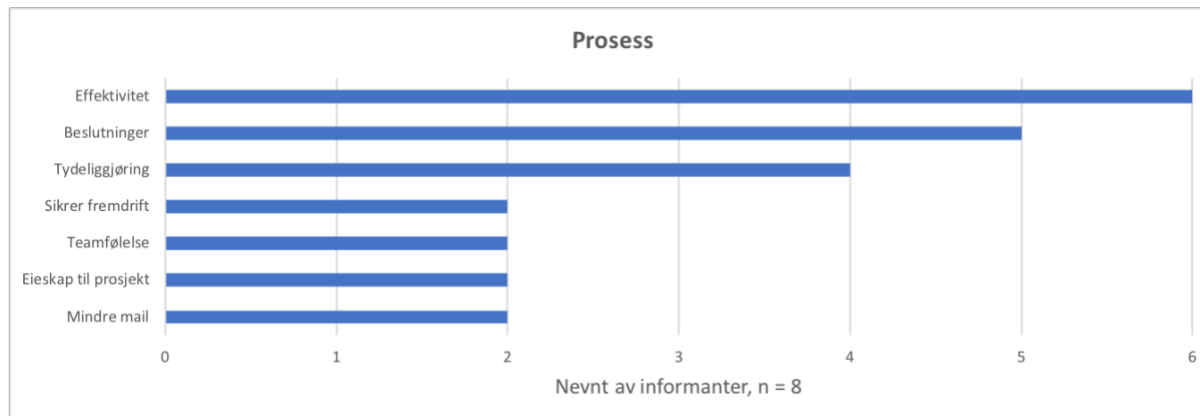
Fire av åtte informanter nevnte at målinger fungerte som en motivasjonsfaktor for prosjekteringsteamet, og dette derfor var den viktigste grunnen til å foreta målinger underveis i prosjektet. Deretter påpekte to informanter at målinger var en fin måte å følge med på fremdriften. Bevisstgjøring på eget arbeid, teamfølelse, sunnhet til plan og økonomisk gevinst ble nevnt enkelte ganger som positive sider ved målinger. Typiske målinger som ble gjort på prosjekt var fremdrift, modellmodenhet, møtedeltagelse, tilfredshet på deltakere, handlingsleveranser, planpålitelighet (PPU) og prestasjonsmåling.



Figur 11: Hvordan målinger bidrar til optimalisering av prosjekteringsteam

I siste hoveddel av intervjuene ble informantene spurt om på hvilken måte prosessene rundt VDC bidrar til optimalisering av prosjekteringsteam. Seks av åtte svarte at VDC prosessen skaper bedre effektivitet. Dette mye på bakgrunn av prosessene som skjer i forkant, under og etter en ICE-økt. Fem av åtte informanter mente at VDC prosessene påvirket latensen til beslutninger. Aspekter ved iRoom bidrar til tydeliggjøring av prosesser som skjer innad i prosjektet. For eksempel det at statusmålinger og lappeplaner til enhver tid er tilgjengelig og

synlig for deltakerne som påminnelse. Informant 8 påpekte at prosessene rundt VDC bidrar til at mindre informasjon og avklaringer foregår via mail, og at dette heller blir tatt ansikt til ansikt. Informant 3 snakket spesielt varmt om at prosessene rundt VDC bidro til en teamfølelse og at dette igjen skaper eierskap rundt prosjektet.



Figur 12: Hvordan VDC-prosess bidrar til optimalisering av prosjekteringsteam

Svakheter ved VDC

Informantene ble spurt om hvilke svakheter eller mangler de fant ved rammeverket VDC. Følgende punkter ble nevnt:

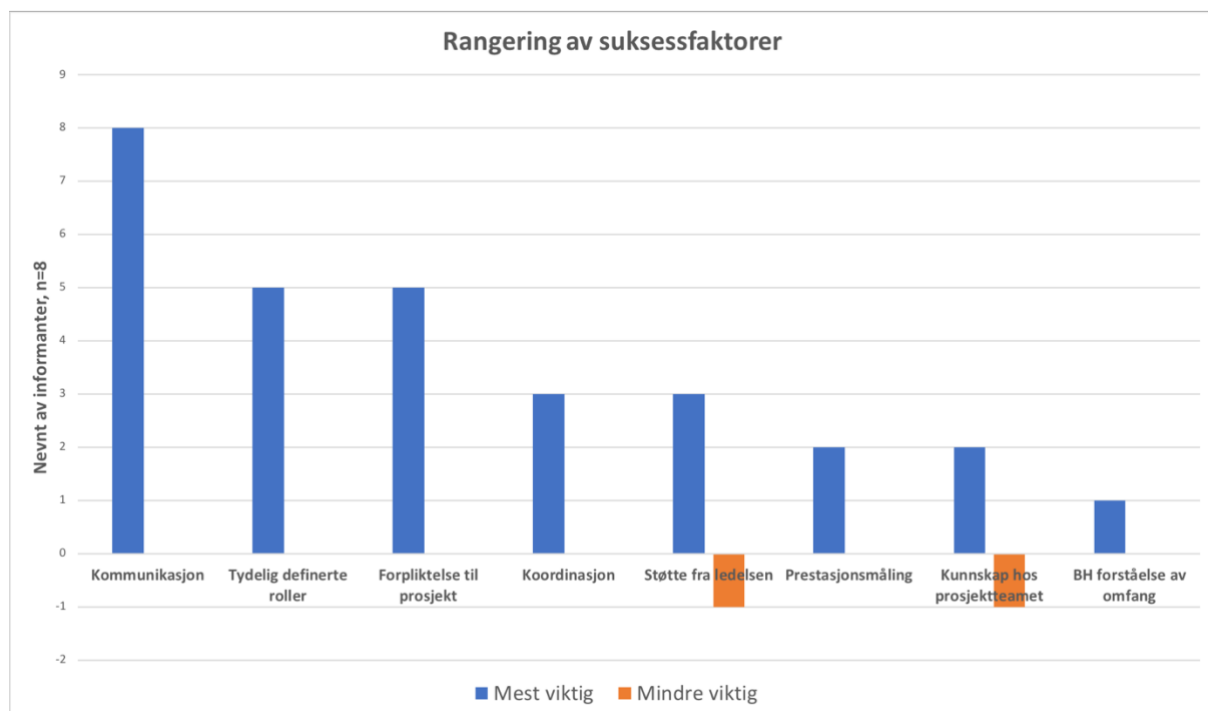
- Sårbart system for svakheter, for eksempel at folk ikke møter opp til ICE-økt vil påvirke øvrige deltakere da agendaen er avhengig av å ha samlet beslutningsmyndighet
- Tidvis vanskelig å legge opp en agenda som involverer samtlige deltakere
- Ekstrovert måte å arbeide på
- Avhengig at deltakere er komfortable med å si sin mening og snakke i grupper
- Mangler krav om tidlig relasjonsbygging
- Mangler beskrivelse av det som kreves av opplæring for å kunne drive VDC
- Kostbart
- Tidkrevende

Første forskningsspørsmål:

Rangering av generelle suksessfaktorer for optimalisering av prosjekteringsteam

Alle informanter fikk utgitt samme spørsmålsmatrise med generelle suksessfaktorer, som også ble utsendt som spørreundersøkelse, og fremkommer som del av intervjuguide under Vedlegg F. Med den forutsetning om at de hadde anledning til å stille oppfølgingsspørsmål er

resultatene fremstilt i Figur 13. Skalaen gikk fra 1-6, og faktorer som hadde 6 som score ble ansett som mest viktig, mens faktorer med 3 eller lavere ble ansett som mindre viktig. Faktorer informanter rangerte mindre viktig er satt med negativt fortegn. Slik det fremkommer av figuren ble suksessfaktoren kommunikasjon rangert med høyest score flest ganger blant informantene, etterfulgt av tydelig definerte roller og forpliktelse til prosjekt og prosjekteringsgruppe. En informant anså støtte fra ledelsen som mindre viktig for optimalisering av prosjekteringsteam. Forutsatte kunnskaper hos prosjekteringsteamet ble videre ansett av en informant som mindre viktig i forhold til optimalisering av prosjekteringsteam.



Figur 13: Rangering av suksessfaktorer fra informanter, n = 8

Slik det fremkommer av Tabell 6 fikk kommunikasjon høyest gjennomsnittsrangering av informantene med et gjennomsnitt på 6,0. Tydelig definerte roller fikk nest høyest gjennomsnittsrangering. Byggherres forståelse av omfang til prosjekt og prestasjonsmåling fikk laveste gjennomsnittsrangering blant suksessfaktorene. Det skiller 1,4 poeng mellom kommunikasjon og prestasjonsmåling.

Tabell 6: Gjennomsnittsrangering av suksessfaktorer fra informanter

Gjennomsnittsrangering av suksessfaktorer			
Kommunikasjon	Forpliktelse til prosjekt	Støtte fra ledelsen	Kunnskaper hos deltakere
6,0	5,6	4,9	4,8
Tydelig definerte roller	Koordinasjon	Prestasjonsmåling	Byggherres forståelse
5,8	5,4	4,6	4,9

Andre forskningsspørsmål:

Sammenheng mellom optimalisering av prosjekteringsteam og VDC

Informantene ble spurt under intervjuet hvilke av suksessfaktorer funnet i litteraturen som lar seg hente frem gjennom VDC, og hvilke faktorer som er uavhengig rammeverket. For enkelhets skyld blir faktorer som ikke hadde sammenheng med VDC presentert i Tabell 7.

Tabell 7: Suksessfaktorer som informantene mener ikke blir funnet gjennom VDC

Suksessfaktorer som informantene mener <u>ikke</u> blir hentet frem gjennom VDC		
Informant	Faktor	Kommentar fra informant
1	Byggherres forståelse av omfang til prosjekt	Dette er heller en bieffekt tydeliggjøring av prosjektmål som hentes frem av VDC
2	Byggherres forståelse av omfang til prosjekt. Opplæring, utdanning og ferdigheter hos prosjekteringsteamet	
3	Alle faktorer fra spørsmålmatriksen er å finne i VDC	
4	Forpliktelse til prosjekt og prosjekteringsteam. Opplæring, utdanning og ferdigheter hos prosjekteringsteamet. Støtte fra ledelsen.	Mangelfull beskrivelse av det som kreves som nødvendig opplæring av prosjektdeltakere i VDC
5	Støtte fra ledelsen	Spesielt viktig ved implementering, ikke nødvendigvis når man er i gang. Ingen krav om støtte fra ledelsen for å gjennomføre VDC
6	Alle faktorer fra spørsmålmatriksen er å finne i VDC	

7	Støtte fra ledelsen	Aktuelt prosjekt informant er på står i særstilling da det er bestemt fra øverste hold at det skal kjøres VDC, så vanskelig å vurdere dette punktet
8	Byggherres forståelse av omfang til prosjekt	

Opplæring, utdanning og ferdigheter hos prosjekteringsteamet mente to av åtte informanter ikke eksisterer innenfor rammeverket. Tre av åtte informanter mente at VDC ikke innehar noen aspekter som ivaretar byggherres forståelse av omfang til prosjekt og hva dette krever av prosjektdeltakerne. Tre av åtte informanter så ikke hvordan VDC krever støtte fra ledelsen. Det ble nevnt av flere at prosjekteringsteamet ikke er avhengig av støtte fra ledelsen i den forstand at de uansett kjører sitt eget løp på byggeplass, men det ble poengtert av en informant at det likevel er viktig med støtte ovenfra ved implementering. Sju av åtte mente at VDC bidrar til ekstra forpliktelse til prosjekt eller andre prosjektdeltakere. To informanter mente at samtlige suksessfaktorer var å finne igjen i elementer av VDC.

Informantene ble på slutten av hvert intervju spurt om de så en klar sammenheng mellom VDC og optimalisering av prosjekteringsteam, og samtlige svarte ja.

5.2 Observasjonsstudie

Observerte aktiviteter tilknyttet VDC blir presentert under dette underkapitlet.

Forberedelse til ICE

Første observasjonsaktivitet var en forberedelse til ICE-økt. I stor grad opplevdes strukturen på dette møtet som svært fritt. Forberedelsen bestod i at deltakere fra Skanska snakket åpent om hva som skulle gås gjennom og fasilitator sjekket opp at praktisk opplegg rundt ICE-økten var klart. I løpet av halvtimen som var satt av til forberedelser begynte eksterne deltakere å ankomme, noe som på sin side bidro til en uformell setting. Det ble også observert at eksterne deltakere avklarte avgjørelser med prosjekteringsleder i forkant av oppstart til ICE.

ICE Begbyåsen

Ved oppstart til ICE ble alle deltakerne informert om at det var en observatør til stede i forbindelse med skriving av masteroppgave. Notering av oppmøte ble gjort, og det ble poengtert med negativ undertone at en deltaker ikke var til stede. Dette ble nevnt to ganger

senere i løpet av dagen, en gang direkte til fasilitator og siste gang hvor vedkommende var til stedet. Fra vedkommendes perspektiv var det problematisk å sette av en full arbeidsdag til møte i et prosjekt. Fasilitator og deltaker som poengterte dette i første omgang forklarte viktigheten av at alle er oppdatert på siste status på prosjektet.

Agenda for ICE var følgende:

- Introduksjon (gjennomgang av agenda, målinger, delta)
- HMS
- Plansjekk
- Korreksjon
- Utkikk
- Spørsmålsmatrise
- Beslutningsplan
- Lunsj
- Arbeidsøkter (ble kalt break-out sessions)
- Avslutning med felles oppsummering og gjennomgang av delta

I tillegg til ovennevnte punkter inneholdt ICE-agendaen seks fokusområder med tilhørende konkrete mål som skulle utarbeides i løpet av økten. Disse punktene ble gjennomgått helt avslutningsvis i møtet for å se om det faktisk ble landet en beslutning fra selve arbeidsøktene. Gjennomgang av delta vil si gjennomgang av forbedringspotensialet, eller hva som kunne blitt gjort bedre.

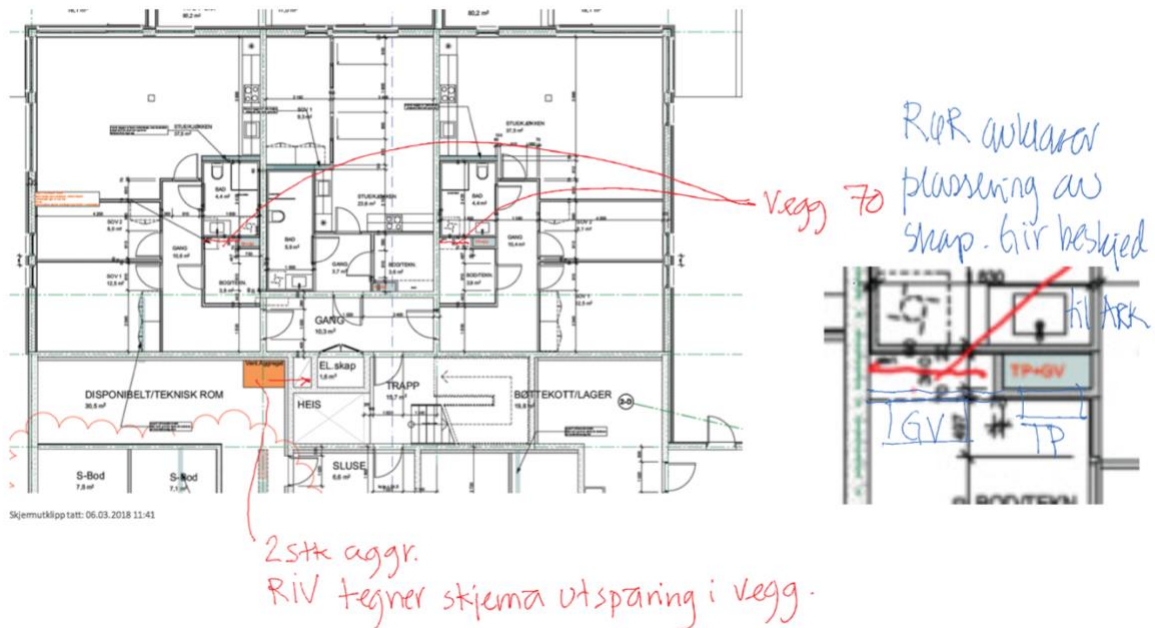
Under «plansjekk» ble det gjennomgått helt konkret hvilke arbeidsoppgaver som var blitt gjort og ikke. Fasilitator holdt en streng gjennomføring av agenda og satt forventninger til at hvert spørsmål ble besvart med ja og nei, og deretter kort hvilken rotårsak som står bak ikke-fullført oppgave. Flere i prosjekteringsgruppen har behov for å forsvare utover å svare kort på hvorfor en oppgave ikke er fullført. Prosjekteringsgruppen oppnådde PPU = 71% denne dagen, noe alle var veldig fornøyde med. Høy PPU bidro til tilfredshet og god stemning blant deltakerne.

Deltakere satt i hesteko mens det var fellesgjennomgang i iRoom (kalt BigRoom i Skanska). Under «korreksjon», «utkikk» og «diagonalmatrise» (kalt spørsmålsmatrise i Skanska) reiste deltakere seg og stilte seg foran Last Planner veggen. Deltakere ble tydelig mer engasjert når det oppstod fysisk forflytning fra sittende til stående arbeidsstilling.

Under arbeidsøktene ble prosjekteringsgruppen delt i to grupper som arbeidet på hver sin touchskjerm, med hver sin agenda. Hver skjerm hadde tre separerte økter, med alternerende

deltakere hver gang. Deltakerne virket engasjerte under store deler av økten. Effekten av å kunne manuvrere rundt i modellen og helt konkret vise til akkurat hvor i arbeidstegning problemet ligger virket tilsynelatende stor. Mot siste arbeidsøkt virket flere deltakere slitne og rastløse. En deltaker hadde en periode på 45 min hvor vedkommende ikke skulle delta på noen av skjermene. Dette ble poengtert i oppsummering både av deltakerne selv og de andre. Fasilitator forsvarte dette med at det var satt av flere rom rett i nærheten av iRoom som kan brukes til å arbeide med andre arbeidsoppgaver når dette forekommer.

ICE 06 - S2 - 01 - Vent.sjakter u.etg
tirsdag 6. mars 2018 11:41



Figur 14: Skjermdump fra ICE-økt som illustrerer direkte kladd på plantegninger

En egen beslutningsplan ble brukt for å spikre konkrete beslutninger som ble satt opp mot målsetninger for ICE-økten. Dette da skjermdumper i OneNote blir brukt som referater i ICE fremfor standardiserte tekstbaserte møtereferater. Beslutningsplanen skal være en forsikring både for interne og eksterne i prosjekteringsgruppen dersom det skulle forekomme uenigheter i forbindelse med byggeprosjektet, og vil være juridisk bindende.

Avslutningsvis ble følgende tre plusspunkter nevnt:

1. Effektivt
2. Morsom arbeidsmetode
3. Lite dødtid

Tilsvarende ble to deltapunkter nevnt:

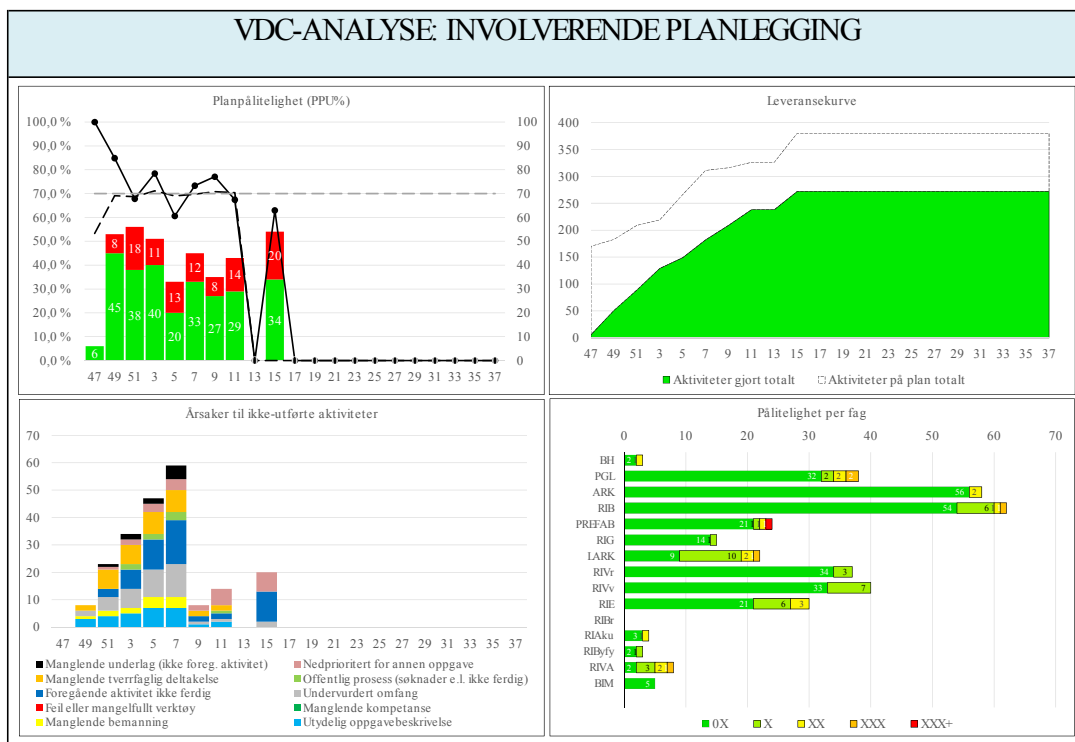
1. Deltaker møtte ikke opp i tide og skapte etterarbeid til plansjekken
2. Dagens agenda inkluderte ikke samtlige fagdisipliner

ICE Ensjø Torg

Andre ICE-økt hadde noe annet forløp enn første, da det ikke var avsatt en halvtime i starten til helt konkret forberedelse. Kvarteret før oppstart av ICE gikk allikevel med til at fasilitator sjekket alt praktisk var på plass. På samme måte som ICE ved Begbyåsen tok eksterne rådgivere småavgjørelser med prosjekteringsleder i forkant av ICE etter hvert som de ankom lokalet. Alle deltakere ble også her informert om at det var en observatør til stede i forbindelse med masterskriving.

Punkter til agenda for denne ICE-økten hadde nøyaktig samme oppbygning som forrige. Selve utformingen så noe annerledes ut, men innholdet var likt. Et ekstra moment på agendaen for Ensjø Torg var presisering av hva salgs type oppgavetype innholdet i introduksjonen var. Det ble presisert hvorvidt noe skulle informeres, diskuteres eller avklares under introduksjonen av møtet. Oppbygning av iRoom var noe annerledes her, med en mindre hesteko foran en hovedskjerm, og med et mindre bord bak. Av den grunn ble noen deltakere sittende med ryggen til de andre.

Etter plansjekk oppnådde prosjekteringsteamet en PPU på 63%, noe prosjekteringsteamet var tydelig skuffet over, spesielt fasilitator. Det medgikk noe tid til å reflektere over hvorfor PPUen var såpass lav. Andre målinger som blir gjort på prosjektet ble hentet opp for å belyse situasjonen, og er framstilt i Figur 15. Det ble felles enighet om at grunnen til lav PPU var at forrige ICE-økt utgikk grunnet påske, og at dette medførte en dårligere dialog på tvers av fagdisipliner.



Figur 15: Målinger hentet ut fra ICE-økt

Graf over planpålitelighet viser prosentvis gjennomførte saker på y-aksen og ukenummer på x-aksen. Grønne tall indikerer gjennomførte arbeidsoppgaver, og røde tall er oppgaver som ikke er ferdigstilt. Til eksempel fra uke 15 gir 34 godkjente saker av totalt 54 saker en PPU på 63%. Leveransekurven har antall leveranser på y-aksen og ukenummer på x-aksen. Samme betegnelse gjelder for årsaker til ikke-utførte aktiviteter. Graf for pålitelighet til fag er fremstilt med fagdisipliner på y-aksen og antall saker på x-aksen. «0X» indikerer at arbeidsoppgaver blir gjort uten ekstra påminnelse. «X» betyr at en arbeidsoppgave har fått en påminnelse, «XX» betyr to påminnelser og så videre. Fagdisipliner som har fått mer enn tre påminnelser får røde måltall utenfor sitt fagområde, og redusert pålitelighet til utført arbeid.

Til forskjell fra Begbyåsen, hvor parallelle arbeidsøkter forgikk i samme rom, ble deltakerne ved Ensjø Torg delt inn i to rom. I iRoom hvor fasilitator tidligere hadde stått fremme og resten satt i hesteko rundt, fortsatte samme formasjon i starten. En deltaker gikk opp og overtok rollen som ordstyrer mens de gjenværende ble sittende på plassene sine. Det ble tydelig at denne deltakeren tok mye ansvar og til tider styrte over de andre fremfor at alle var likestilt, noe som førte til at andre deltakere ble mer tilbaketrunkne. Deltakere som forflyttet seg over til et annet møterom for å avholde arbeidsøkten stod alle foran samme touchskjerm. Etter hvert gjorde også de andre deltakerne i iRoom dette. Total lengde på arbeidsøktene oppleves litt i overkant lange, da flesteparten av deltakerne mister fokus mot slutten av siste arbeidsøkt.

I denne ICE-økten hadde samtlige deltakere møtt opp, og alle var involvert i arbeidsøktene. Det var avsatt to arbeidsøkter fordelt på de to touchskjermene. Under oppsummering ble det tatt opp at det var behov for et ekstra særmøte utover ICE-øktene mellom tre fagdisipliner. Dette ble tatt opp av deltakerne selv fremfor at fasilitator bestemmer dette.

Avslutningsvis ble følgende tre plusspunkter nevnt:

1. God teknikk
2. Alle deltakere fant frem tross omlagt vei
3. Fikk gjort flere oppgaver enn planlagt

Tilsvarende ble tre deltapunkter nevnt:

1. Lav PPU
2. Toaletter fungerte ikke
3. Ikke all forberedelse var helt tilfredsstillende

Utarbeidelse av agenda til ICE, Parallellen

Tredje observasjonsaktivitet var et planleggingsmøte som ble gjort rett etter avsluttet ICE-økt. Møtestrukturen på dette møte var mer tradisjonelt hvor en ordstyrer ledet møtet og gjennomgikk statusoppdatering med øvrige deltakere og stilte spørsmål hvor det var behov for input. Etter litt diskusjon i rommet ble det tydelig at deltakerne ikke er på helt samme bølgelengde over hva som ble bestemt under arbeidsøktene. Ordstyrer hentet opp OneNote-notat fra tidligere og tydeliggjorde akkurat hva som var blitt bestemt. Deltakere som befant seg på den andre skjermen påpekte at aktuell sak gjerne skulle involvert flere aktører, da dette var mer tverrfaglig enn hva som fremkom av agenda. Aktuell sak førte til ytterligere endring av lappeplan og cirka halvparten av deltakerne ble engasjert og reiste seg for å gå frem og diskutere på hvilken måte planen skulle endres. Kommende ukes mål for ICE-økt ble diskutert i fellesskap slik at alle fagdisipliner hadde mulighet til å påvirke hva som var mest gunstig blir gjennomgått.

En møtedeltaker påpekte at det fremstår som et problem at det er så stort fokus og planlegging av ICE-øktene at fagdisiplinene har lite informasjonsdeling mellom øktene. Flere nikker enig om at dette bunner ut i manglende funksjonalitet på felles informasjonsportal brukt på dette spesifikke prosjektet. Ordstyrer formidlet at han hadde bestilt opplæring av informasjonsportal og ønsket å legge denne til etter neste ICE-økt, og de som har behov for dette kan delta.

Et annet diskusjonstema som ble tatt opp er hvorvidt ICE-økter skal vare såpass lenge, eller være ferdig til lunsj. Flere synes det hadde vært hyggelig med felles lunsj, og at det vil bidra til å skape en fellesfølelse. Noen poengterte at felles lunsj ville ta alt for mye av dagen, og at det heller var ønskelig med tiltak som holdt blodsukkeret oppe når øktene nærmet seg slutten. Alle deltakerne var enige om at dagens ICE-økt strakk seg for langt uten påfyll av energi.

Helt mot slutten av møtet fremkommer det at ny deltaker ikke snakker norsk. Dette indikerer at dialogen innledningsvis eller forståelsen over hvilke representanter som var tilstede ikke var god nok.

VDC Workshop

Noe sidestilt fra observasjon av ICE, ble en oppsummering av VDC Workshop observert. Deltakere fra hele landet innad i Skanska konsernet var samlet på hovedkontoret for en todagers samling hvor det skulle arbeides med hvordan VDC best mulig lar seg implementere og gjennomføre i byggeprosjekter. Alle deltakere satt gruppevis i en hesteko vendt mot en hovedskjerm. Deltakere i oppsummeringen var både fra bygg og anlegg. Mot slutten av denne dagen presenterte gruppene hva som var blitt arbeidet med. Følgende ble gjennomgått:

- **Hvordan velge riktige målinger til et prosjekt?**
 - Prosjektet er avhengig av å måle status på selve prosessen underveis, for eksempel gjennom PPU.
 - Negativ side er at det foregår til dels mer studie på hva som blir målt, ikke at ting blir målt.
 - Målinger må følges opp mot BIM, for eksempel aktivitet i modellen opp mot antall forventede timer.

- **Hvordan organisere og hente utnytte av ICE-økter?**
 - Kjøre kortere ICE-økter en gang i uken utover i prosjektet, når det ikke er behov for heldagsøkter. ICE behøver ikke bare være prosjekteringsmøter. ICE er en arbeidsform, en mal, en metode å samarbeide på.
 - Mulig å bruke virtuell ICE-økt på video.

- **Hvordan inkorporere relevant informasjon i BIM?**
 - Forventningsavklaring: Hva forventes å få ut av BIM og skal BIM inkluderes i kalkulasjon?
 - Produksjon er ikke gode nok til å anvende BIM, ikke alle som har forståelse for hva som skal inn i modellen.

- Bedre ambisjonsmøter i forbindelse med BIM, hva vil produksjon ha inn i BIM.
- **Hvordan oppnå innsyn i målinger?**
 - Bruke målinger helt konkret for å presisere «hvor skoen trykker». Et eksempel var måling gjort på oppmøte. En spesifikk person ble konfrontert med dette i etterkant etter lave måletall, og satte pris på å bli gjort observant på dette.
 - Bruke målinger opp mot LP, ICE, BIM.
 - Hente frem HMS-målinger: arbeidsskader og rapportert uønsket hendelser.
- **Hvordan overkomme utfordringer i tilknytning til implementering av VDC i prosjekter?**
 - Typiske utfordringer ved VDC:
 - Strenge krav til direkte avkastning på VDC investering.
 - Deltakere bruker en liten del av VDC, og svartmaler resten av metodikken.
 - Prosjektledere og produksjon innehar ikke eierskap til VDC.
 - Grensesnitt mellom lappeplan og tradisjonelle koordineringsmøter er vanskelig.
 - Løsninger:
 - Kun jobbe med team som har deltatt på ambisjonsmøter
 - Alle implementeringsmetoder skal gjøres med veiledning
 - Skal alltid implementeres seinest i prosjekteringsfase
 - Involvere produksjonen på et tidligere tidspunkt

Et av hovedtemaene fra oppsummering var hvorvidt produksjon skal involveres mer i prosjektering. Det ble poengtert fra deltaker at i så tilfelle må produksjon inn i prosjektering, og at en interessant måling kunne da vært på antall innspill fra produksjon som faktisk blir implementert.

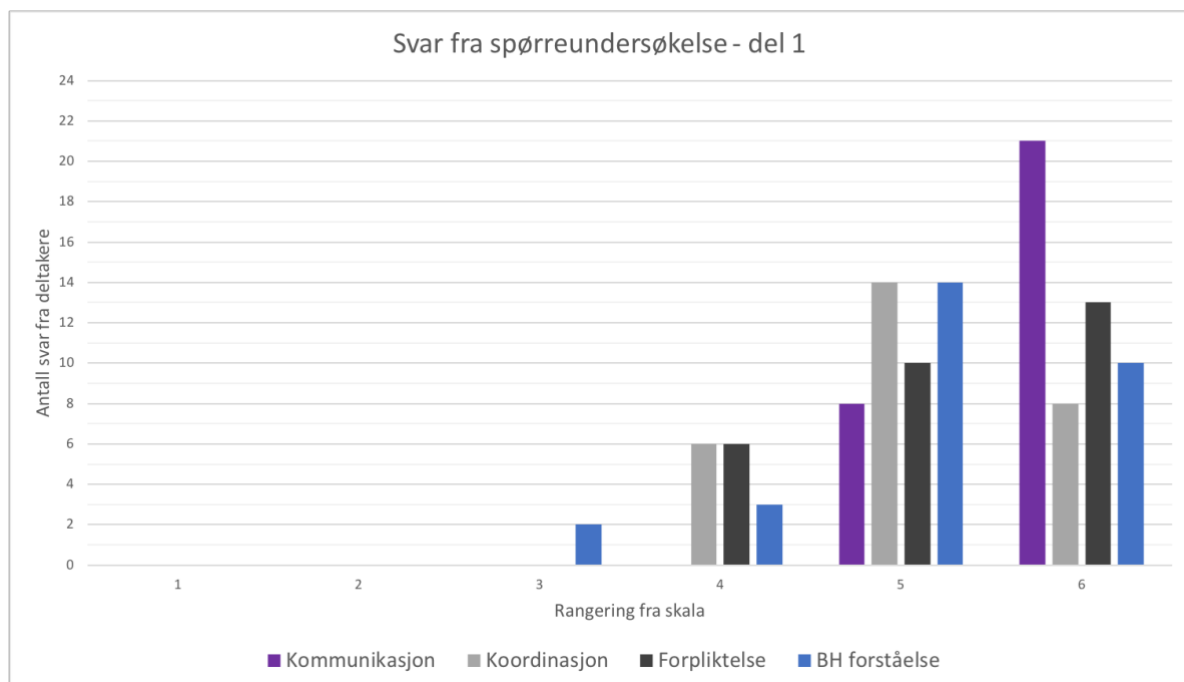
Da workshopdeltakerne hadde arbeidet med hver sin problemstilling hele dagen, ble observert oppførsel mellom deltakerne preget av at de hadde en presentasjon foran hverandre, fremfor en diskusjon mellom gruppene.

5.3 Spørreundersøkelse

Som en del av kvantitativ empiri ble det sendt ut en spørreundersøkelse til 50 deltakere innad i Skanska med relevant bakgrunn fra byggenæringen i tillegg til informantene. Totalt fra

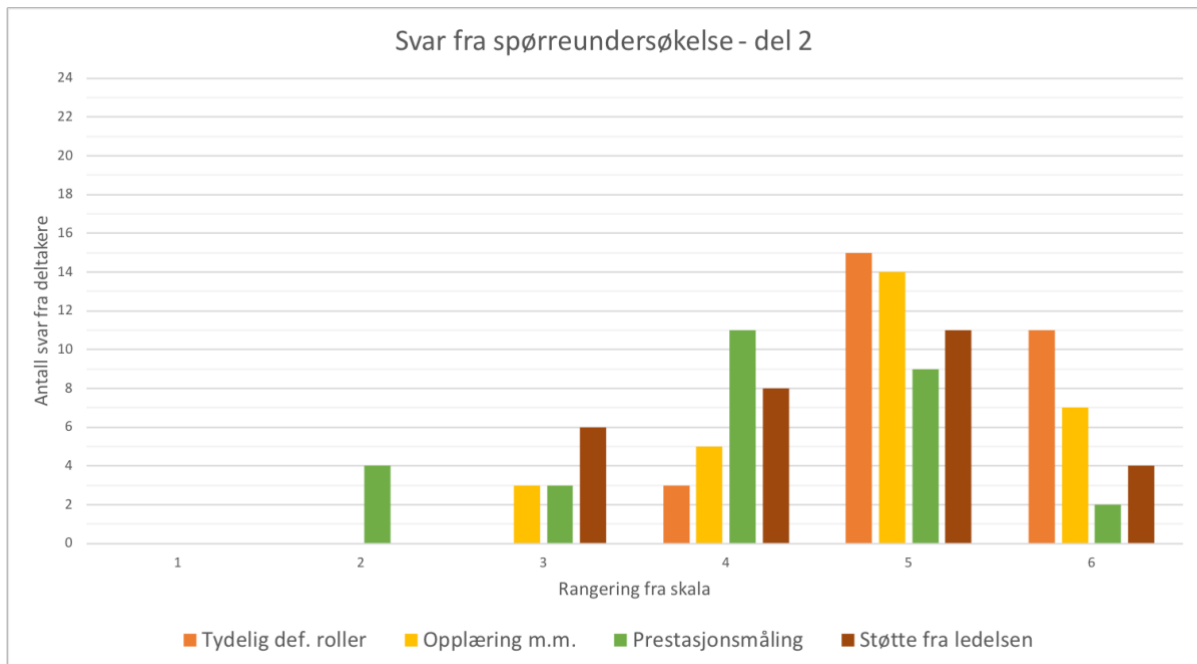
spørreundersøkelsen kom det inn 29 besvarelser: 25 svar fra prosjekteringsledere, to svar fra prosjektledere og to fra tekniske prosjektledere. Av deltakerne hadde 25 arbeidet med VDC tidligere. Deltakerne fikk samme spørsmålsmatrise som informantene ble spurt om å svare ut, med åtte suksessfaktorer som hver skulle rangeres fra 1-6.

Det oppstod en teknisk feil med spørreundersøkelsen. Innstillinger var satt slik at alle delsvaer måtte besvares, allikevel ble det registret et svar mindre for kategorien koordinasjon under spørsmålsmatrisen. Det ble med dette registret 28 svar i stedet for 29 for denne spesifikke faktoren, og ansees ikke som ødeleggende for totalbildet av resultatene.



Figur 16: Rangering av kommunikasjon, koordinasjon, forpliktelse til prosjekt og deltakere, BH forståelse av omfang

Slik det fremkommer av Figur 16 ble alle fire kategorier under del 1 av spørreundersøkelsen rangert til høyest poengsum fra flere av deltakerne. Kommunikasjon ble ansett av flest som viktigst for optimalisering av prosjekteringsteam med hele 21 topprangeringer, og åtte deltakere som mente denne faktoren stod til en 5'er på skalaen. 13 deltakere rangerte forpliktelse til høyeste score, ti rangerte byggherres forståelse av omfang til prosjekt til høyeste score og åtte rangerte koordinasjon til høyeste score. Av faktorene i del 1 av spørreundersøkelsen fikk byggherres forståelse av omfang til prosjekt lavest score, hvor to av deltakerne rangerte faktoren til 3 på skalaen.



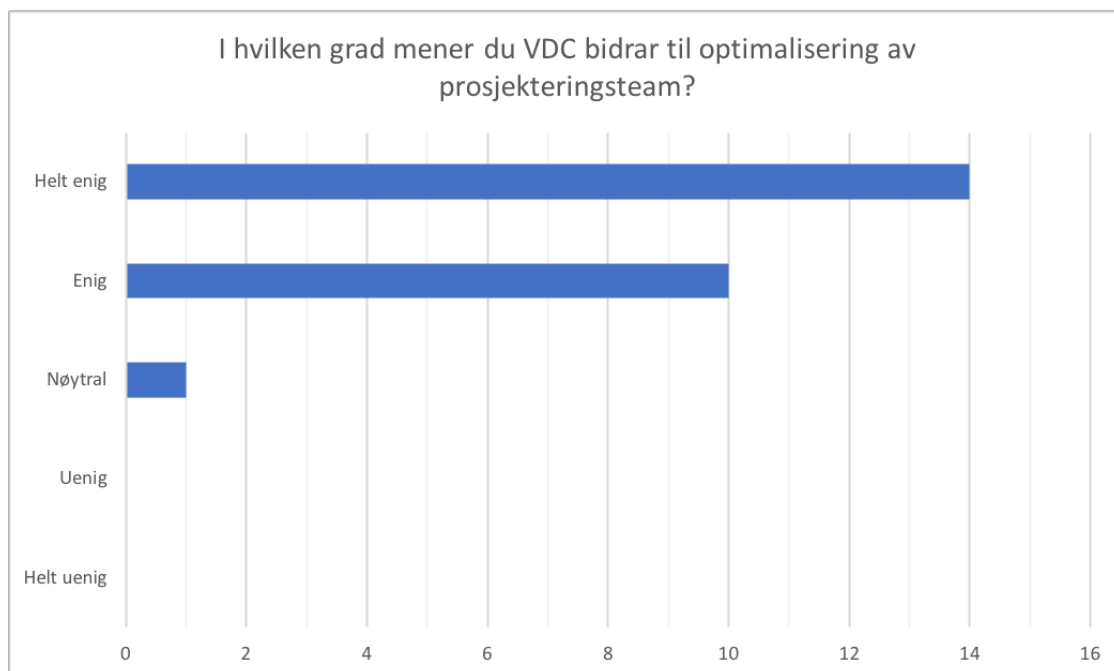
Figur 17: Rangering av tydelig definerte roller, opplæring, prestasjon og støtte fra ledelsen

I del 2 av spørreundersøkelsen ble tydelig definerte roller nevnt 15 ganger til en score på 5, og nevnt 11 ganger til høyest score på skalaen. Opplæring, utdanning og ferdigheter hos prosjekteringsteamet svarte syv deltakere til høyest score og 14 deltakere til nest høyest score på skalaen. Åtte deltakere gav samtidig sistnevnte faktor 4 eller lavere på karakterskalaen. Slik det fremkommer av Figur 17 er det faktoren prestasjonsmåling som flest deltakere anser som minst viktig for optimalisering av prosjekteringsteam.

Gjennomsnittskarakter for de forskjellige suksessfaktorene er presentert i Tabell 8. Det fremstår av tabellen at kommunikasjon har høyest gjennomsnittsscore av alle suksessfaktorene etterfulgt av tydelig definerte roller. Suksessfaktorene som ble ansett som minst viktig fra deltakere i spørreundersøkelsen er prestasjonsmåling og støtte fra ledelsen. Det spriker relativt mye mellom høyest og lavest rangering med hele 1,6 poeng.

Tabell 8: Gjennomsnittsrangering av suksessfaktorer fra deltakere i spørreundersøkelse

Gjennomsnittsrangering av suksessfaktorer			
Kommunikasjon	Forpliktelse	Støtte fra ledelsen	Kunnskaper hos deltakere
5,7	5,2	4,4	4,9
Tydelig definerte roller	Koordinasjon	Prestasjon	Byggherres forståelse
5,3	5,1	4,1	5,1



Figur 18: I hvilken grad optimaliserer VDC prosjekteringsteam

Helt avslutningsvis i spørreundersøkelsen ble deltakere som hadde arbeidet med VDC tidligere spurt i hvilken grad de mente at VDC bidrar til optimalisering av prosjekteringsteam. 14 av 25 deltakere mente at var helt enig utsagnet. 10 av 25 var enig og en deltaker forble nøytral til utsagnet. Ingen svarte at de var uenig eller helt uenig.

5.4 Dokumentanalyse

Planlagt ICE-agenda opp mot virkelighet

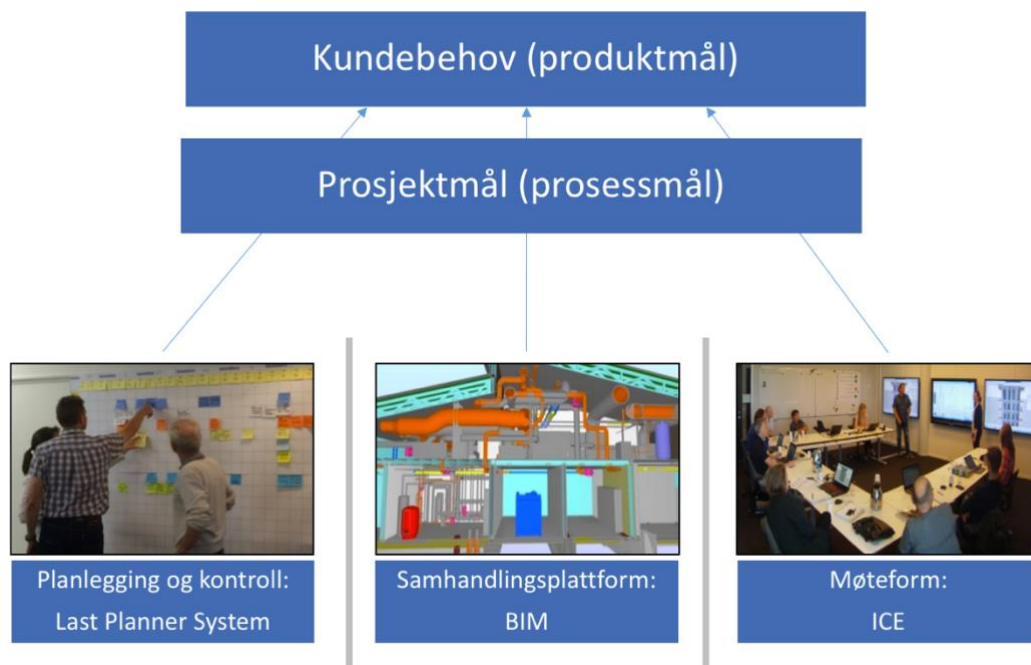
Gjennom sammenlikning av agenda utarbeidet for ICE-økt for Begbyåsen, ble det funnet at fasilitator var god på å lede deltakerne etter oppsatt tid. Helt frem mot lunsj ble avsatt tid til hver post fulgt, uten at det opplevdes som rush eller at noen deltakere ikke fikk sagt hva de ønsket. Avvik fra agenda er som nevnt under resultater fra observasjonsstudie at en deltaker ikke møtte opp før etter lunsj. Alle agendaposter ble gjennomgått på slutten og fikk status grønn, gul eller rød. Grønn status tilsvarer 100% fullført, gul tilsvarer 50% og rød tilsvarer 0%. Begbyåsen oppnådde 92% fullført agenda.

Ensjø Torg fulgte oppsatt tidspunkt frem til etter diagonalmatrisen, hvor tiden strakk seg utover oppsatt tid. Arbeidsøktene holdt tiden, men som nevnt under observasjonsstudien virket avsatt tid på 85 minutter i overkant lenge da flere deltakere mistet engasjementet mot slutten. Ensjø Torg oppnådde 90% av fullført agenda denne dagen.

VDC i Skanska

Det foreligger per nå ingen komplett VDC-veileder for Skanska. Materiell fra Skanska som var mulig å oppdrive eksternt var en vitenskapelig artikkel, presentasjonsunderlag og en generell beskrivelse av ICE.

Den vitenskapelige artikkelen skrevet av Fosse et al. (2017) beskriver hvordan VDC er i Skanska i dag. VDC i Skanska er bygget opp av tre hovedelementer: LPS, BIM og ICE. Disse tre elementene skal brukes sammen for å nå prosess- og produktmål som her er henholdsvis prosjektets egne forventninger og kundens forventninger til prosjektet. Dette er illustrert i Figur 19.



Figur 19: VDC-modell i Skanska modifisert etter Myklebust (2018) og Ballard et al. (2017)

Strukturen til oppbygningen av VDC i Skanska skiller seg noe fra Ballards beskrivelse, hvor elementene var BIM, ICE, målinger og prosess. Prosess i Skanskas modell er et middel for å nå sluttbrukers behov slik den er presentert hos Skanska. Skanska har heller ikke et eget element for målinger, men heller et hjelpemiddel til LPS. Videre blir VDC beskrevet av Myklebust (2017) som:

«Et rammeverk for utforming, planlegging og gjennomføring av byggeprosjekter gjennom bruk av moderne samhandlingsprinsipper, metodikker og verktøy»

Innholdet som ligger bak LPS, BIM og ICE virker tilsynelatende helt likt som det som blir beskrevet i teorikapittelet. Fosse et al. (2017) bruker de samme vitenskapelige artiklene og arbeidsrapportene fra Stanford University som ble brukt som underlag for denne masteroppgaven for å beskrive elementene i VDC.

VDC i Veidekke

Gjennom intervju av leder for Involverende planlegging i Veidekke, samt en veileder for IP er det tydelig at Veidekke har eierskap til sin versjon av rammeverket, fremfor å definere det som VDC. Veidekke har sin egen arbeidsmetode for å styre fremdrift i produksjon, som nå har blitt hentet inn i prosjektering. Involverende planlegging innehar samtlige elementer ved VDC med målinger, BIM, ICE og fokus på prosessene som skjer mellom dem.

Veidekke har definert sine hovedelementer i Involverende planlegging slik det fremstår av Figur 20, hvor ICE og målinger inngår under arbeids- og møtestruktur, prosessmåling under plansystemet og BIM som verktøy under hindringsanalysen.



Figur 20: Involverende planlegging Veidekke (Svalestuen et al. 2017)

Et aspekt som fremkommer av veilederen til Veidekke er en mer detaljert beskrivelse av hvordan hele prosessen skal forløpe samt retningslinjer til ledelsen. For eksempel står det beskrevet for gjennomføring av oppstartssamling hva som er formål, hvem som er ansvarlige, nødvendige møtedeltakere, nødvendige avklaringer, struktur på agenda, hva som skal skje før, under og etter møtet. Tilsvarende beskrivelser er også gitt for øvrige møter under prosjekteringsfasen.

Forutsetninger for ICE, BIM, målinger og prosess er det samme hos Skanska og beskrevet nærmere i teorikapittelet.

6 Diskusjon

Det ble under diskusjonskapittelet ansett som hensiktsmessig å slå sammen intervjuer, observasjonsstudier, dokumentanalyse og spørreundersøkelse for å danne et helhetlig bilde av hvordan resultater fra disse forskningsmetodene er tilknyttet hverandre.

6.1 utfordringer i byggenæringen

Sju av åtte informanter hadde erfaring fra tidligere byggeprosjekter. Av disse oppgav samtlige at en av de største utfordringene for tradisjonell prosjektledelse er typisk statusrapportering i prosjekteringsmøter. Allikevel brukes store deler av ICE-økter (50 minutter på Ensjø Torg og 55 minutter på Begbyåsen) til plansjekk, korreksjon, utkikk og beslutningsplan som på sin måte er en form for statusrapportering. Forskjell på ordinære prosjekteringsmøter og ICE ble påpekt under orienteringsintervju at fokuset er flyttet fra *hvorfor* en arbeidsoppgave ikke er gjort til *når og hvordan* den skal gjøres. Informant 7 nevner også at mange av de samme prosessene som blir gjort under rapporteringsmøter også blir gjort i ICE, men gjennom et annet format. Hovedfokuset og funksjon til ICE-økter er at konkrete arbeidsoppgaver blir gjort i selve økten, til forskjell fra tradisjonelle prosjekteringsmøter som kun oppdaterer status. Slik som beskrevet under teorikapittelet, påpeker Kunz (2012) at hovedhensikten med ICE-økter er å fjerne mest mulig av ikke-verdiøkende avsporinger fra opprinnelig agenda. Typiske avsporinger kan være lange unnskyldninger for hvorfor en arbeidsoppgave ikke er fullført, i stedet for å peke til en av sju ferdigdefinert bakenforliggende rotårsak.

To andre ting som ble påpekt som problemer ved tradisjonell prosjektering var feil bruk av BIM og ikke god nok tverrfaglig koordinering. Med ovennevnte forutsetninger for hva som ansees som problematisk i prosjekteringsfasen og viktige suksessfaktorer, skal det diskuteres hvorvidt VDC er et middel for å optimalisere prosjekteringsteam.

6.2 Hvordan oppfatter forskningsdeltakerne rammeverket VDC

BIM

For bruk av BIM svarte halvparten av informantene at større fokus på bruk av BIM bidrog til en forventningsavklaring mellom deltakerne. Det ble nevnt av flere informanter at BIM i dag blir brukt på en mer verdiøkende måte, fremfor å være et dyrt verktøy få aktører får glede av slik tilfellet hadde en tendens til å være tidligere. Anvendt på en riktig måte poengterer Sacks (2010) at det kan oppstå synergieffekter mellom BIM og prinsipper funnet i Lean og VDC, slik som reduksjon av produksjonstid eller minimering av sløsing. Informant 1 og 6 påpeker at terskelen er mye lavere til å manøvrere seg i en BIM-modell gjennom ICE-økter, mye på grunn

av bruk av touchskjermer. Dette blir bekreftet gjennom observasjonsanalysen hvor majoriteten av deltakerne var ivrige under arbeidsøktene. Som nevnt tidligere ble det valgt å separere nyanser av begreper da informantene kan legge forskjellig betydning bak hvert begrep. Selv om tydeliggjøring av ansvarsområder kun ble nevnt av to av åtte informanter svarte hele fire av åtte at ICE bidrog til tverrfaglig samarbeid, som på sin side ikke fungerer uten en form for tydeliggjøring av ansvarsområder. Forventningsavklaring er å finne igjen i ICE, BIM, målinger og prosessene rundt VDC slik som presentert gjennom Figur 9, Figur 10, Figur 11 og Figur 12. Informanter fra Skanska omtaler en modenhetsindeks til BIM som kalles MMI, hvor Veidekke bruker LOD for samme begrep. Begge brukes i forbindelse med avklaring til tverrfaglig koordinering. Informant 3 og 8 forklarer på hver sin kant at modenhetsindeksen kan brukes til avklaring for når fagmodeller er klare for å settes sammen i en samlemodell.

«Min erfaring er at det (BIM) har en helt klar fordel tverrfaglig. Det å kunne se hver fagmodell sammensatt i en samlemodell og få en koordinering på kort tid.»
- sitat informant 7

Informant 2 påpekte hvor mye enklere det er med avklaringer foran touchskjermer og bruk av BIM, kontra om alle deltakerne skulle sitte bak et papirark og foreta de samme beslutningene. Kunz (2012) påpeker det samme om hvordan anvendelse av en bygningsinformasjonsmodell muliggjør en bedre fellesforståelse, til sammenlikning mot prosjekter som ikke har hatt samme grafiske hjelpemiddel.

ICE

Tverrfaglig samarbeid ble nevnt flest ganger av informantene som fordel ved arbeidsmetoden ICE. Videre ble involvering, eierskap og tydeliggjøring nevnt som øvrige fordeler som kan knyttes opp mot tverrfaglig koordinering. For å få til en god tverrfaglig koordinering nevnte blant annet informant 3 at det er viktig å skape teamfølelse og eierskap til prosjekt. Teamfølelse hentes gjennom ICE, målinger og prosessene rundt VDC, samtidig som eierskap blir funnet igjen i ICE og prosess. Suksessfaktoren koordinasjon fikk gjennomsnittsscore på 5,1 og 5,4 fra henholdsvis spørreundersøkelsen og informantene. En informant påpekte at for å få god koordinasjon er det nødvendig med god kommunikasjon og at de to faktorene derfor utfyller hverandre på et vis, hvilket Røsdal og Ørstavik (2011) støtter oppunder. Det er mulig noe av forklaringen bak lavere score for denne faktoren ligger i forskjellig oppfatning av begreper. En annen grunn er rett og slett at koordinasjon ikke ansees som like viktig i forhold til de øvrige suksessfaktorene blant utvalgene. Gjennom observasjonsstudie på Parallellen ble det oppservert høy grad av tverrfaglig koordinering, da alle de rådgivende ingeniørene ble igjen etter ICE for å planlegge kommende uke.

«Du har disse arbeidsøktene. ICE. Samordnet. Man får mye lavere latens på informasjonsutvekslingen. Det er veldig mye bedre når de sitter i samme rom og jobber sammen »

- sitat informant 3

Informant 3 fremhevet at fordi byggenæringen er såpass fragmentert er det kjempeviktig å få samlet alle aktørene, og at VDC har riktige måter å gjøre dette på som for eksempel ICE. En annen fordel med godt tverrfaglig samarbeid er at beskjeder, beslutninger og kommunikasjon skjer raskere og bedre slik informanten påpeker. Tverrfaglig koordinering blir nevnt som en faktor for optimalisering av prosjekteringsteam gjennom aspekter ved BIM og ICE.

Måling

Informantene nevnte motivasjonsfaktor flest ganger av suksessfaktorene for måling. Målinger kan i seg selv virke forsterkende for å heve eller senke teamfaktoren. Slik det fremstår av resultater fra observasjonsstudie ble for eksempel hele gruppen på Ensjø Torg skuffet over hva de anså som lav PPU. Figur 15 viser at PPU for Ensjø Torg stort sett har ligget over 70%, og at uken hvor ICE ble observert droppet denne til 63%. Gruppen på Begbyåsen ble motivert av aktuell ukes måling og var svært tilfreds med høy PPU på 71%, og i så tilfelle ble prestasjonsmåling brukt som en motiverende faktor. Til tross for dette fikk prestasjonsmåling 4,1 av deltakerne i spørreundersøkelsen og 4,6 av informantene i gjennomsnittsscore. Det tyder på at det er en generell oppfatning at prestasjonsmåling har mindre betydning for optimalisering av prosjekteringsteam enn de øvrige faktorene. Til tross for at gjennomgang av måling under ICE viste seg å ha stor effekt på humøret til prosjekteringsgruppen, og dermed muligens hadde større innvirkning enn hva som er generelt oppfattet. Informant 4 var alene om å nevne at målinger skapte en positiv bevisstgjøring blant prosjekteringsgruppen. Det var den samme informant som mente at prestasjonsmåling var avgjørende for optimalisering av prosjekteringsgruppen. Overaskende nok nevnte ikke de to øvrige informantene som hadde samme oppfatning angående målinger det samme. Bakenforliggende årsak til dette kan være så enkelt som at de ikke kom på dette når de ble spurt, da ovennevnte punkter ikke ble listet opp på forhånd i denne delen av intervjuguiden.

Prosess

Gjennomgående i alle elementene i VDC eksisterer det en eller annen form for tydeliggjøring og fokus på forbedret kommunikasjon mellom deltakerne. Både informantene og deltakerne fra spørreundersøkelsen er enige om at kommunikasjon er den viktigste suksessfaktoren for

optimalisering av prosjekteringsteam. Lappeplaner som en del av ICE har som formål å sikre tydelighet mellom prosjektdeltakere på tvers av firmaer, hvilket var definert som et mål på god kommunikasjon fra Lindhard (2016). Målinger gjennom VDC sørger for at prosjekteringsteamet til enhver tid har et bevisst forhold rundt sunnhet til plan. Anvendt på riktig måte kan BIM sikre tverrfaglig kommunikasjon, samtidig som fokus på VDC-prosessene rundt verktøyene og metodene skal få prosjektdeltakerne til å nå samme mål. Gjennom mer uformell prat i intervjuene nevnte fire av åtte informanter at prosessene rundt VDC fører til en tydeliggjøring mellom deltakerne.

Effektivitet blir nevnt som den viktigste faktoren VDC bidrar med til optimalisering av prosjekteringsteam gjennom prosessene som foregår rundt. Hele seks av åtte informanter mener at VDC skaper mer effektive prosesser. Uavhengig av å påpeke hvilken av faktorene i VDC som bidrar til optimalisering, ble informantene spurt om hvordan VDC angriper forbedringspotensialet til tradisjonelle byggeprosjekter. Det ble da påpekt at det å ha beslutningsmyndighet for alle rådgivende ingeniører til stede under ICE-økter bidrar til å øke effektiviteten slik det fremkommer av Figur 12. Informant 2 påpeker at det er viktig å ha riktig person kompetanse til riktig tid for å kunne kvitte seg med «waste», som for eksempel det å modellere i en grad som er unødvendig. Informanten snakket videre om hvordan forventningsavklaring både for prosjekteringsgruppen og produksjon er helt nødvendig for å få ned prosjekteringstiden, og med dette skape en mer effektiv prosess. Gjennom dokumentstudien fremkom det at ICE-øktene på Begbyåsen og Ensjø Torg fullførte henholdsvis 92% og 90% av planlagt agenda.

Svakheter ved VDC

En av svakhetene som ble listet opp under resultatkapittelet var at VDC var sårbart dersom nødvendige parter ikke møtte opp. For eksempel til ICE-økter påpekte informant 1 at øvrige deltakere i prosjekteringsgruppen var avhengig av at alle involverte parter møter opp, da agendaen er spesiallaget til hver økt og til de forskjellige partene. Dette ble observert i et tilfelle ved Begbyåsen hvor en deltaker møtte opp et par timer forsinket. Forsinkelsen påvirket ikke direkte hvilke beslutninger som ble tatt under arbeidsøkten, men effektiviteten ble redusert i den forstand at vedkommende måtte bruke tid på å sette seg inn i hva som allerede var blitt gjennomgått og avklart. Et motargument for at vedkommende ikke skulle komme før arbeidsøktene var at det er mulig for deltakere å gå gjennom egne arbeidsoppgaver på LP-veggen i forkant av møtet, og sende inn status på eget arbeid. Dette vil allikevel medføre merarbeid for fasilitator. Dersom alle deltakere skulle gjort dette ville det muligens også medført svekkelse av teamfølelse og involvering av alle aktører.

Informant 2 påpekte at VDC-rammeverket er tilrettelagt som en ekstrovert måte å arbeide på. Informanten ble spurt hva vedkommende la i begrepet, og hadde samme oppfatning av ordet som førsteamanuensis ved instituttet for psykologi ved NTNU. Ekstroverte mennesker oppsøker sosial stimuli, mens introverte mennesker lader egne batterier med alenetid (Vebnestad 2018). For introverte deltakere kan derfor VDC være en krevende og energitappende måte å arbeide på, spesielt ved ICE-økter som krever kontinuerlig interaksjon mellom deltakere i flere timer i strekk. Det ble i forbindelse med observasjonsstudien observert at flere deltakere mistet fokus mot slutten av ICE-øktene, hvilket kan komme av at disse individene synes det er slitsomt å arbeide på en slik måte over lenger tid. Under observasjonsstudien for Begbyåsen virker det tilsynelatende at en deltaker ikke så behov for å møtes og ha fellesgjennomgang av arbeidsoppgaver. Det kan være fordi vedkommende ikke så alle positive effekter samlet for gruppen, men heller tenkte på enkeltindividene. Informant 7 påpeker videre at VDC krever at alle deltakere er komfortable med å snakke og si sin mening i større forsamlinger, hvilket ikke alltid passer alle individer i en prosjekteringsgruppe.

Det ble nevnt av flere informanter at det tidvis kan være vanskelig å lage en agenda til ICE som er tilpasset samtlige deltakere for møtet. Dette ble bekreftet gjennom observasjonsstudie på Begbyåsen hvor en deltaker ikke var inkludert i agenda foran skjerm på en av arbeidsøkter. Videre ble dette bekreftet gjennom observasjonsstudie og dokumentanalyse at det eksisterer et forbedringspotensial for bruk av tid avsatt til arbeidsøktene under ICE. Slik det fremkommer av Figur 12 mener allikevel majoriteten av informantene at VDC-prosessene bidrar til økt effektivitet, hvilket også blir bekreftet gjennom dokumentanalyse med over 90% fullført agenda for begge prosjekter. Det er vanskelig å sammenlikne hvilken prosentatsats som aksepteres som en effektiv agenda opp mot tradisjonelle byggeprosjekter, da dette ikke er standard prosedyre for tradisjonelle prosjekteringsmøter.

Informant 5 og 7 påpeker at VDC er kostbart og tidkrevende. Denne masteroppgaven tar ikke for seg konkrete økonomiske aspekter ved implementering og gjennomføring av VDC på byggeprosjekter. Informantene påpeker at det er betydelige summer som blir bundet opp for å kunne gjennomføre VDC. Kostnader kan blant annet være investeringskostnader til store touchskjermer, sysselsetting av ekstra fasilitator på byggeprosjekter og ekstra tid til planlegging og oppfølging som ikke ville inntruffet uten VDC. Deltakere i spørreundersøkelsen oppga viktigheten av opplæring, utdanning og ferdigheter til prosjektdeltakere som en generell suksessfaktor for optimalisering av prosjekteringssteam til 4,9 og informantene til 4,8. Påpekt av informant 8 var at det helt klart er en fordel om deltakerne har forkunnskaper om VDC, men at Skanska uavhengig påtar seg nødvendig opplæring for gjennomføring av VDC.

Som nevnt under resultatkapittelet svarte samtlige informanter at de så en klar sammenheng mellom optimalisering av prosjekteringsteam og bruk av VDC. Helt eksplisitt hvorvidt AF Gruppen, Skanska, Veidekke eller øvrige selskaper ser totalverdi av bruk av VDC eller ikke, blir vanskelig å avgjøre med de rammene som er gitt for denne masteroppgaven.

Fremfor en svakhet, påpekte informant 3 en mangel ved VDC. Vedkommende mente at rammeverket manglet aspekter eller innhold som favnet om tillit. Informanten mente at tidlige relasjoner til andre i prosjekteringsgruppen og tillit innad i gruppen var helt essensielt for å få et team til å fungere godt over tid. Til sammenlikning med de øvrige informantene virket informant 3 mye mer teamorientert. Gjennom dokumentanalyse kommer det tydelig frem at Veidekke har en detaljert veileder for IP, med blant annet fokus på hvordan ledelse av VDC skal foregå. Dette kan indikere at vektlegging av forskjellige fokusområder ved prosjektgjennomføring kan variere i forskjellige selskaper, og muligens være bakenforliggende årsak til at informant 3 var mer teamorientert. Beskrivelse av ledelse i VDC ble uttrykt som savn fra informant 4 som var representant fra AF Gruppen. Ingen av informantene fra Skanska uttrykte behov eller savn etter beskrivelse av hvordan VDC prosjekter konkret skal gjennomføres til forskjell fra tradisjonelle prosjekter.

Informant 8 snakket gjennom intervjuet om kvaliteten på arbeid. Vedkommende turte ikke påstå om kvaliteten i seg selv blir bedre gjennom VDC, men påpekte at ting blir raskere bra nettopp fordi tverrfaglige problemstillinger blir sammen løst raskere med relevante personer i prosjekteringsgruppen. Samme informant snakker videre om viktigheten rundt Skanskas utvikling av modenhetsindeks til BIM. Informant 7 snakket om hvordan prosjekteringsgrupper kan ha de flotteste BIM-modellene i verden, men om de ikke blir tatt i bruk på riktig måte eller i riktig prosess blir resultatet «shit in = shit out». Det virker med dette som at det er ønskelig fra noen informanter at VDC omfatter aspekter som verner mer om kvaliteten på arbeid.

Som en oppsummering virker det som informantene mener at VDC krever mer av prosjektdeltakerne, hvilket kan være mer gunstig for en viss personlighetstype enn andre. Dette gjelder spesielt aspektene som går på at rammeverket er en ekstrovert måte å arbeide på eller at det kreves at deltakerne tørr å snakke i forsamlinger. Informant 1 og 8 nevnte faktorene i jerntriangler som svakhet ved rammeverket: tid, kost og kvalitet. Lindhard (2016) poengterte i sin vitenskapelige artikkel at disse faktorene var svært avhenige av hverandre, og er derfor spesielt viktig at blir fulgt opp. Selv om deler av rammeverket oppfattes som tidkrevende blir økt effektivitet dratt frem gang etter gang som en positiv konsekvens av VDC. Det var kun informant 8 som satt spørsmålsteget ved redusert kvalitet på arbeid ved bruk av VDC. Informant 1 poengterer at det viktig at viktig å forklare prosjektdeltakere hva som er

bakenforliggende årsak til hva som som er gjort, slik at VDC ikke oppfattes som enda en selskapslek.

6.3 Første forskningsspørsmål: Hvilke generelle suksessfaktorer bidrar til optimalisering av prosjekteringsteam

Viktigste suksessfaktorer

Figur 13 viser at kommunikasjon, tydelige roller og forpliktelse til prosjekt var de viktigste suksessfaktorer ifølge informantene. Tabell 8 viser at deltakere i spørreundersøkelsen har eksakt samme rekkefølge på de tre høyst rangerte suksessfaktorer. Begge former for innhenting av empiri til forskningsspørsmålet rangerte prestasjonsmåling, støtte fra ledelsen og forkunnskaper til prosjektdeltakere til lavere plassering enn øvrige faktorer.

Kommunikasjon ble ansett som den viktigste faktoren både av informantene og deltakere i spørreundersøkelsen. Dette stemmer godt overens med teori innledningsvis av masteroppgaven hvor kommunikasjon blir ansett som en av de mest kritiske suksessfaktorene (Knotten et al. 2017; Røsdal 2011). Videre beskrev Røsdal (2011) at tillit til andre medarbeidere bidrar til effektivisering av kommunikasjonsprosessene innad i prosjektet og er med på å skape forpliktelse og eierskap til prosjektet, som også stemmer godt overens med meningene til informantene. Samtlige informanter satt kommunikasjon til toppscore, og hele 21 av 29 deltakere fra spørreundersøkelsen karactersatte faktoren til toppscore. Informant 7 påpeker at kommunikasjon er så banalt og så vanskelig på samme tid, og at det er helt vesentlig å få folk til å snakke sammen for å kunne håndtere usikkerhet og få ting til å skje. Aspekter som har til hensikt å sikre god kommunikasjon er å finne igjen i alle elementene i VDC.

Tydelig definerte roller fikk nest høyest gjennomsnittsscore på 5,3 fra spørreundersøkelsen, og ble også ansett som nest viktigst blant informantene med en score på 5,8. Gjennom Vedlegg B kommer det frem at vitenskapelige artikler som omhandler partnering i byggenæringen trekker spesielt frem tydelig definerte roller som en suksessfaktor for prosjektteam. VDC er et rammeverk hvor en av hovedintensjonene er å skape en god tverrfaglig dialog mellom alle involverte parter. Det gir derfor mening at spesielt artiklene om partnering verdsetter samme suksessfaktorer som informantene og deltakere i spørreundersøkelsen.

«Rollene er så viktige at til syvende og sist så står og faller prosjektet med at du fyller tildelt rolle »

- sitat informant 8

Informant 8 påpeker viktigheten av å fylle de rollene som er forventet av prosjektdeltakere, men i tillegg bistå med hjelp eller befaring der det er behov. Informanten hadde selv 20 års erfaring og følte det nødvendig å bistå byggherrerrepresentant i pågående prosjekt da vedkommende var nyutdannet. Informant 1 påpeker at tydelig definerte roller er spesielt viktig for å fjerne svinn og sikre at arbeid ikke blir gjort to ganger eller faller mellom to stoler.

Forpliktelse til prosjekt ratet både informantene og deltakere i spørreundersøkelsen til topp tre med henholdsvis 5,6 og 5,2 i gjennomsnittsscore. Vedlegg B viser at forpliktelse ble nevnt i fem av ni vitenskapelige artikler om suksessfaktorer for prosjektteam. Gjennom teorikapittelet ble det fastslått at tillit til andre medarbeidere bidrar til effektivisering av kommunikasjonsprosessene innad i prosjektet og er med på å skape forpliktelse og eierskap til prosjektet. Det som skiller gjennomføringen av spørreundersøkelsen og intervju av informantene er som nevnt tidligere at informantene hadde anledning til å spørre rundt hvert spørsmål. Allikevel ble det ikke under noen av intervjuene påpekt noe utover hva som stod beskrevet for forpliktelse. En annen forklaring til forskjellen på karaktergivingen er at informantene så på spørreundersøkelsen mer tilknyttet VDC enn hva deltakere i spørreundersøkelsen gjorde. Svakheter til fravær ble påpekt som en av svakhetene til VDC, og med dette i bakhodet at informantene setter forpliktelse høyere enn deltakerne i spørreundersøkelse.

De øvrige suksessfaktorene som ligger i mellomstadiet mellom var: koordinasjon og byggherres forståelse av omfang til prosjekt og prosjektdeltakere. Gjennom intervjuene virket det som dette var faktorer som ble håndtert gjennom andre viktigere suksessfaktorer slik som god kommunikasjon og forpliktelse til prosjekt og prosjektdeltakere.

Mindre viktige suksessfaktorer

Prestasjonsmåling scoret lavest av alle listede faktorer både fra informanter og deltakere i spørreundersøkelsen, med gjennomsnittsscore på henholdsvis 4,6 og 4,1. Informant 7 og 8 er deltakere med minst erfaring fra byggenæringen og var to av tre som mente at prestasjonsmåling var avgjørende for optimalisering av prosjekteringsteam. Det er mulig at lengre erfaring i næringen setter de andre faktorene i perspektiv og gjør at vektingen får et annet utfall. Siste informant som mente prestasjonsmåling var en viktig faktor var

representant fra AF Gruppen, hvilket kan tyde på at forskjellige selskaper venter forskjellige suksessfaktorer for prosjekteringsteam. Dette skiller seg noe fra resultater funnet i litteraturen og gjennom observasjonsstudie. Prestasjonsmåling blir ansett som en viktig faktor for suksessfaktorer for prosjektteam i fire av ni vitenskapelige artikler funnet i Vedlegg B.

Andre faktorer hvor det oppstod delte meninger blant informantene var vedrørende opplæring, utdanning og ferdigheter hos prosjekteringsteamet. Informant 5 fra AF Gruppen var alene om å mene at dette var avgjørende for optimalisering av prosjektteam. Informant 1 og 2 gav denne faktoren 4 i score på spørreskjemaet. Informantene ble intervjuet samtidig og kan derfor være preget av hverandres meninger. Allikevel mente begge informantene at prosjekteringsgruppen ikke var avhengig av forkunnskaper hos deltakere, men at de fleste blir involvert prosessene etter hvert. Informant 8 mente at i tidligere prosjekter vedkommende hadde vært involvert i, hadde ikke forkunnskaper hos deltakere noen betydning, da Skanska uavhengig setter av ressurser til nødvendig opplæring. Opplæring, utdanning og ferdigheter hos prosjekteringsteamet ble rangert tredje sist av deltakere i spørreundersøkelsen med gjennomsnittsscore på 4,9 og nest sist av informantene med gjennomsnittsscore på 4,8.

Faktoren støtte fra ledelsen var det splid mellom informantene, hvor tre informanter ratet faktoren til toppscore, samtidig som en informant mente den hørte til under mindre viktige suksessfaktorer. Informant 5 mente at støtte fra ledelsen var en mindre viktig suksessfaktor for å optimalisere av prosjekteringsteam, og la trykk på at det som skjer ute på byggeplass dag til dag blir i liten grad påvirket av hva ledelsen på hovedkontoret mener og ikke. Viktigheten av støtte fra ledelsen fikk 4,9 fra informantene og 4,4 i gjennomsnittsscore fra spørreundersøkelsen. Det er mulig at skille i karakterscore fra informantene og spørreundersøkelsen forklares i manglende beskrivelse av på hvilken måte støtte fra ledelsen virker inn, eller forskjellig størrelse på utvalg til de to forskningsmetodene.

6.4 Andre forskningsspørsmål: Sammenheng mellom optimalisering av prosjekteringsteam og VDC

Tydlig sammenheng til VDC

Det fremkommer av Tabell 7 at Informant 3 og 6 ser en tydelig sammenheng mellom samtlige suksessfaktorer presentert for dem og rammeverket VDC. Informant 3 har sin bakgrunn fra Veidekke. Det fremkommer av dokumentanalysen at Veidekke har en detaljert VDC veileder som blant annet tar for seg ledelse av VDC prosjekter og spesielt hva som kreves av prosjekteringsgruppen. Det kan virke som at denne veilederen omfatter nødvendig

informasjon og forklaring, og dermed bidrar i positivt i den forstand at representant fra Veidekke kjenner igjen alle suksessfaktorene presentert. Informant 6 var eneste nyutdannede i utvalget. Vedkommende har dermed ikke like mye erfaring som resten. Lite erfaring kan begrense overblikk av hvilke suksessfaktorer som går igjen i flere byggeprosjekter for optimalisering av prosjekteringsteam, og dermed være grunnen til at forskjellig svar fra de øvrige informantene.

Foruten om én informant, ser alle informantene sammenheng mellom toppllassering av suksessfaktorer og bruk av VDC. Informant 4 så ingen sammenheng mellom forpliktelse til prosjekt og prosjekteringsgruppen og bruk av VDC. Videre ser alle informanter en sammenheng mellom VDC og kommunikasjon, koordinasjon, tydelig definerte roller og ansvarsområder og prestasjonsmåling av prosjekt og prosjektdeltakere. Flere informanter påpekte at de var usikre på hvorvidt det var nødvendig med prestasjonsmåling for optimalisering av prosjektteamets skyld, samtidig som andre mente at dette var en viktig motivasjonsfaktor. Informantene ble på slutten av hvert intervju spurt om de så en klar sammenheng mellom VDC og optimalisering av prosjekteringsteam, samtlige svarte ja på dette. Tilsvarende svarte 14 av 25 deltakere i spørreundersøkelsen at de var helt enig utsagnet om at VDC bidrar til optimalisering av VDC.

Mindre tydelig sammenheng til VDC

Tre av åtte informanter svarte at byggherres forståelse av omfang til prosjekt hadde dårligst link til VDC. Som det fremkommer av Tabell 7 mente informant 1 at byggherres forståelse heller kommer som en bieffekt av prosessene i VDC. Informant 8 påpeker det samme, og nevner at det blant annet skjer en forventningsavklaring med byggherre helt i starten av prosjekteringen med ambisjonsmøter. Data fra intervjuene presentert i Figur 12 viser at fire av åtte informanter mener at prosessene i VDC fremmer en tydeliggjøring, hvilket støtter hva informant 1 og 8 poengterer med den forutsetning at byggherrerepresentanter faktisk møter opp i de riktige møtene.

Opplæring, utdanning og ferdigheter hos prosjekteringsteamet mente informant 2 og 4 ikke hadde direkte link til VDC. Andre informanter så heller ikke på denne faktoren som avgjørende. Blant annet poengterte informant 1 at mangel på forkunnskaper ikke var et problem, og poengterte at det bare var å kjøre en workshop eller et forventningsavklaringsmøte ved oppstart. Informant 4 mente at de generelle suksessfaktorene ikke nødvendigvis var å kjenne igjen i selve rammeverket VDC, men at de allikevel ble gjenkjent i VDC-prosjektet vedkommende arbeidet på. Informant 4 virket mest

skeptisk til VDC sammenliknet med de øvrige informantene. Informanten påpekte videre at forpliktelse til prosjekt og støtte fra ledelsen var en forutsetning for å lykkes med VDC, men at det ikke inngikk i rammeverket.

Støtte fra ledelsen ble nevnt av totalt tre av åtte informanter at ikke hadde direkte link til VDC. Allikevel nevnte alle tre at det er avgjørende med støtte for å kunne implementere rammeverket, men ikke å drive det videre når implementeringen allerede er gjort. Informant 7 nevner at ledelsen for eksempel må kunne se behovet for å ha to prosjekteringsledere på et prosjekt, eller det å investere i ekstra materiell om et prosjekt skal kunne drives som et VDC-prosjekt.

7 Konklusjon

7.1 Første forskningsspørsmål: Hvilke generelle suksessfaktorer bidrar til optimalisering av prosjekteringsteam

Kommunikasjon, tydelige definerte roller og forpliktelse til prosjekt og prosjektdeltakere ble ansett som de viktigste suksessfaktorene for optimalisering av prosjekteringsteam.

Rangering av kommunikasjon som den mest essensielle suksessfaktoren blir støttet opp av samtlige forskningsmetoder, både av deltakerne i spørreundersøkelsen, informanten, observasjonsanalyse og teori. Tydelig definerte roller fremstår ikke som den viktigste faktoren gjennom litteraturstudien, men ble rangert nest viktigst av informanter og deltakere. Topp tre plassering av forpliktelse stemmer godt overens med forskningsmetodene og teori.

Koordinasjon og byggherres forståelse av omfang til prosjekt og prosjektdeltakere ble rangert i midtre sjiktet blant suksessfaktorene. Det fremkommer av resultater fra intervjuer at byggherres forståelse av omfang til prosjekt og prosjektdeltakere var blant faktorer som ble håndtert gjennom andre viktigere suksessfaktorer slik som god kommunikasjon og forpliktelse til prosjekt og prosjektdeltakere. Koordinasjon ble i teorien nevnt som en faktor tett tilknyttet opp til kommunikasjon, men ble allikevel ikke ansett som like viktig av informanter og deltakere til spørreundersøkelsen.

Opplæring, utdanning og ferdigheter hos prosjekteringsteamet, støtte fra ledelsen og prestasjonsmåling var det enighet blant deltakere og informanter var de minst viktige faktorene for optimalisering av prosjekteringsteam. Rekkefølgen på bunnplasseringen av de tre faktorene avviker noe mellom utvalgene, men prestasjonsmåling fikk laves gjennomsnittsrangering gjennom begge forskningsmetoder. Prestasjonsmåling fremkommer av flere vitenskapelige artikler er essensielt for optimalisering av prosjektteam, hvilket viker fra spørreundersøkelsen og intervjuene, men ikke fra observasjonsstudien.

7.2 Andre forskningsspørsmål: Sammenheng mellom optimalisering av prosjekteringsteam og VDC

Alle informantene ser en klar sammenheng mellom topplassing av generelle suksessfaktorer for prosjekteringsteam og VDC, hvilket var kommunikasjon, tydelig definerte

roller og forpliktelse til prosjekt og prosjektdeltakere. Unntaket var en informant som ikke så en sammenheng mellom forpliktelse til prosjekt og prosjekteringsdeltakere og VDC.

God støtte fra ledelsen, byggherres forståelse av omfang til prosjekt og opplæring, kunnskaper og ferdigheter hos prosjekteringsteamet er faktorer som flest informanter så tynnest link til VDC. Forutenom byggherres forståelse av omfang til prosjek ble ovennevnte faktorer karaktersatt til mindre viktige suksessfaktorer av begge utvalg. Byggherres forståelse ble ansett som moderat viktig faktor fra begge utvalgene.

Prestasjonsmåling fikk laves gjennomsnittsrangering gjennom intervju og spørreundersøkelse, men fremkom gjennom flere vitenskapelige artikler som essensielt for optimalisering av prosjektteam. Gjennom observasjonsanalysen fremkom det også at måling av fremdrift på plan spilte en større rolle enn hva deltakerene tilsynelatende selv antok.

Informantene ble på slutten av hvert intervju spurt om de så en klar sammenheng mellom VDC og optimalisering av prosjekteringsteam, samtlige svarte ja på dette. Tilsvarende svarte 14 av 25 deltakere i spørreundersøkelsen at de var helt enig utsagnet om at VDC bidrar til optimalisering av optimaliseringsteam. 10 av 25 deltakere var enig utsagnet og en deltaker forble nøytral til utsagnet. Ingen informanter eller deltakere i spørreundersøkelsen svarte at de var uenig eller helt uenig at VDC bidrar til optimalisering av prosjekteringsteam.

«Jeg ser liksom ikke noe alternativ til VDC akkurat nå»

- sitat informant 1

8 Veien videre

Masteroppgaven hadde som formål å se hvorvidt rammeverket VDC kan anvendes for optimalisering av prosjekteringsteam i byggenæringen. Helt eksplisitt hvorvidt AF Gruppen, Skanska eller Veidekke ser totalverdi ved bruk av VDC eller ikke, blir vanskelig å avgjøre med de rammene som er gitt for denne masteroppgaven. Det vil være interessant å legge til økonomiske aspekter ved bruk av VDC , og ikke minst studere svakheter til rammeverket funnet gjennom masteroppgaven for å se om dette endrer en totalverdi for både kunde og sluttbruker.

Med større fokus på digitalisering i byggenæringen vil det være aktuelt å se hvorvidt VDC forbedrer grad av implementering av digitale arbeidsmetoder i alle deler av byggeprosessen.

Det vil videre være givende å se hvilke nyttige synergieffekter som kan oppstå ved å kombinere samspillskontrakter med rammeverket VDC. Det vil da være aktuelt å kunne sammenlikne flere aktører fra byggenæringen, og samtidig sammenlikne verdier for byggherre, entreprenør og underentreprenører.

9 Referanser

- Ballard, Fischer, Khanzode & Reed. (2017). *A Guide to Applying the Principles of Circular Design & Construction (VDC) to the Lean Project Delivery Process*, CIFE Working Paper #093.
- Bhatla. (2012). *Integration Framework of BIM with the Last Planner System*. Leite (red.). Proceedings for the 20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction.
- Byggeindustrien. (2018). *100 Største, 2016*. <https://www.bygg.no/100-storste>: Byggeindustrien.no.
- Dalland, O. (2007). *Metode og oppgaveskriving for studenter*, 3. utgave: Gyldendal Norsk Forlag AS.
- Emiliani, B. (2015). *The most Important Thing*. Lean Leadership. <https://bobemiliani.com/the-most-important-thing/>.
- Espelien, A., Gjems, M. & Bygballe, L. (2015). *En verdiskapende Bygg-, Anlegg- og Eiendomsnæring (BAE)*. www.bi.no/forskning: Nordberg.
- Everett, E. L. (2012). *Masteroppgaven*. Furseth, I. (red.). Hvordan begynne- og fullføre, 2: Universitetsforlaget.
- Fischer, Aschraft, H., Reed, D. & Khanzode, A. (2017). *Integrating Project Delivery*: Wiley.
- Fosse, Fischer & Ballard. (2017). *Virtual Design and Construction: Aligning BIM and Lean in practice*. LC32017 Volume 2 - Proceedings of the 25th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC): Proceedings IGLC.
- Fosse, R. (2016). *Beskrivelse ICE (Integrated Concurrent Design)*. SKANSKA. Upublisert manuskript.
- Graphisoft. (2018). *BIM*. <https://graphisoft.no/archicad/bim-og-ifc/> (lest 28.05.18).
- Hamzeh, Ballard & Tommelein. (2017). *Is the Last Planner System applicable to design? A case study*: Proceedings for the 17th Annual Conference of the International Group for Lean Construction.
- Karkoszaka, T. (2009). *Kaizen philosophy a manner of continuous improvement of processes and products*. Honorowicz, J. (red.). Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, 35, 2.
- Kato, I. (2011). *Toyota Kaizen Methods*. Smalley, A. (red.). Six Steps to Improvement. New York: CRC Press.
- Khanzode, A. (2010). *An Integrated, Virtual Design and Construction and Lean (IVL) Method for Coordination of MEP*. CIFE Technical Report #TR187, 187. Stanford University: Center for Integrated Facility Engineering.
- Knotten, V., Laedre, O. & Hansen, G. K. (2017). Building design management - key success factors. *Architectural Engineering and Design Management*, 13 (6): 479-493. doi: 10.1080/17452007.2017.1345718.
- Koskela, L. (1992). *Application of the new production philosophy to construction*, Technical Report #72. CIFE: Stanford University.
- Kunz, J. (2012). *Virtual Design and Construction: Themes, Case Studies and Implementation Suggestions*. Fischer, M. (red.). CIFE Working Paper #097, 14. Center for Integrated Facility Engineering: Stanford University.

- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way*. 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer. United State: The McGraw-Hill Companies.
- Lindhard, S. (2016). *Identifying the key process factors affecting project performance*. Larsen, J. K. (red.). Aalborg university, Denmark: Department of Mechanical and Manufacturing Engineering.
- Linge, G. N. (2018). *Hva er egentlig ... VDC*. I: Linge, G. N. (red.). <http://relasjon.skanska.no/hva-er-egentlig-vdc/>: Skanska.
- Luo, L., He, Q. H., Xie, J. X., Yang, D. L. & Wu, G. D. (2017). Investigating the Relationship between Project Complexity and Success in Complex Construction Projects. *Journal of Management in Engineering*, 33 (2): 12. doi: 10.1061/(asce)me.1943-5479.0000471.
- Mandujano, R., Maria, G., Alarcón, L. F., Kunz, J. & Mourgues, C. (2015). Use of virtual design and construction, and its inefficiencies, from a lean thinking perspective.
- Maya, M., Joannides, M., O., S. & Issa, R. (2012). Implimentation of Building Information Modeling into Accredited Programs in Architecture and Construction Education. *International Journal of Construction Education and Research*: 83-100.
- Modarress, Ansari & Lockwood. (2007). *Kaizeen costing for lean manufacturing: a case study*, 43, 9. International Journal of Production Research: Taylor & Francis.
- Modig, N. (2012). *Dette er lean*. Åhlström, P. (red.). Løsningen på effektivitetsparadokset, 1. Stockholm: Rheologica Publishing.
- Monden, Y. (2012). *Toyota Production System*. An Integrated Approach to Just-In-Time, 4. Institute of Industrial Engineers: CRC Press.
- Munthe-Kaas, T., Hjelmbrække, H., Lohne, J. & Lædre, O. (2015). *Lean Design versus Traditional Design Approach*. Proc. 23rd Ann. Conf. of the Int'l Group for Lean Construction.
- Myklebust, M. (2018). *VDC Intro*: SKANSKA.
- Oldfield, J., van Oosterom, P., Beetz, J. & Krijnen, T. (2017). *Working with Open BIM Standards to Source Legal Spaces for a 3D Cadastre*. International Journal of Geo-Information.
- Pan, Z., Cheok, A., Yang, H., Zhu, J. & Shi, J. (2006). Virtual reality and mixed reality for virtual learning environments. *Computers & Graphics*, 30 (1): 20-28.
- Pinault, S. (1988). *Allocating buffer storages in a pull system*. SO, K. C. (red.), 26. Princeton, New Jersey, USA.
- Roll-Matthiesen, I. (2006). *Parterning og offentlige oppdragsgivere*.
- Røsdal, T. (2011). *Kommunikasjon i byggeprosjekter*. Ørstavik, F. (red.). Nordisk institutt for studier av innovasjon, forskning og utdanning: Link Grafisk.
- Sacks, R. (2010). *Interaction of Lean and Building Information Modeling in Construction*. Koskela, L., Dave & O'wenBrien, W. J. (red.): Journal of Construction Engineering and Management.
- SINTEF. (2004). *Produktivitet og logistikk i bygg- og anleggsbransjen: Problemområder og tiltak*. Veiseth, R., Andersen (red.). Norges Tekniske og Naturvitenskapelige Universitet bygg, anlegg og transport: SINTEF Teknologiledelse.
- Skanska. (2018). *Skanska i Norge*. <https://www.skanska.no/hvem-vi-er/skanska-i-norge/>: Skanska.
- SSB. (2018). *Produktivitetsfall i bygg og anlegg*. I: Todsén, S. (red.). Statistisk Sentralbyrå. <https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/artikler-og-publikasjoner/produktivitetsfall-i-bygg-og-anlegg>.

- Stenstad, Rolstad & Vordahl. (2005). *Kompetanseoverføring for reduksjon av byggefeil*. Forprosjekt til Byggekostprogrammet. Byggforsk: Byggenæringens Landsforening.
- Store Norske Leksikon. (2014). *Næring - Økonomi*. I: Gårseth-Nesbakk, L. (red.). https://snl.no/næring_-_økonomi.
- Store Norske Leksikon. (2018a). *Bransje*. <https://snl.no/bransje>: Roger Loen.
- Store Norske Leksikon. (2018b). *Latens*. I: Nordbø, B. (red.). <https://sml.snl.no/latens>.
- Store Norske Leksikon. (2018c). *Metode*. I: Tranøy, K. E. (red.). <https://snl.no/metode>: Store Norske Leksikon.
- Store Norske Leksikon. (2018d). *Optimalisere*. I: Grøn, Ø. (red.). <https://snl.no/optimalisere>.
- Svalestuen, F., Knotten, V., Mogstad, N. & Bølviken, T. (2017). *Involverende Planlegging*. Prosjektering, 2. Veidekke: Veivekke.
- Tjora, A. (2017). *Kvalitative Forskningsmetoder i praksis*, 3. utgave. Oslo: Gyldendal Akademisk.
- Vebnestad, M. A. (2018). *Er du både sjenert og sosial? Det er vanligere enn du tror*. <https://www.nrk.no/livsstil/er-du-bade-sjenert-og-sosial-det-er-vanligere-enn-du-tror-1.13871421>: Norsk rikskringkasting.
- Wu, H.-K., Lee, S. W.-Y., Chang, H.-Y. & Liang, J.-C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & education*, 62: 41-49.

10 Vedlegg

Vedlegg A	Suksessfaktorer for prosjekt
Vedlegg B	Suksessfaktorer for prosjekteringsteam
Vedlegg C	Skjema for observasjonsstudie
Vedlegg D	Samtykkeerklæring
Vedlegg E	Intervjuguide
Vedlegg F	Spørreundersøkelse
Vedlegg G	Produksjonsvekst i byggebransjen

Vedlegg A: Suksessfaktorer for prosjekt

Suksessfaktorer prosjekt

Ida Elise Sandtorp

	Fremkommer antall ganger	Building design management - key success factors	Investigating the Relationship between Project Complexity and Success in Complex Construction Projects	Measuring Project Management Performance: Case of Construction Industry (Turkish)	Critical Success Factors and Enablers for Optimum and Maximum Industrial Modularization	Exploring Critical Success Factors in Urban Housing Project Using Fuzzy Analytic Network Process	Critical External Risks in International Joint Ventures for Construction Industry in Pakistan	Identification and hierarchical structure of critical success factors for innovation in construction projects: Chinese perspective
Client	1	x						
Communication	4	x	x	x				x
Decision-making	1	x						
HSE focus *	4	x	x	x		x		
Interface management	2	x						x
Knowledge management	2	x						x
Performance Evaluation	6	x	x	x	x	x		x
Planning	3	x		x				x
Risk management	6	x		x	x	x	x	x
Team management	1	x						
Time	5		x	x	x	x	x	
Cost	5		x	x	x	x	x	
Quality	2		x			x		
Commercial Value	1		x					
Technology	1					x		
Organizational related factors	4				x	x	x	x
Project team	1					x		
Environmental factors	2		x			x		
Politics	1						x	
Relationship with partners	1							x
Incentive system	2			x				x

* Health and Safety Executive

Vedlegg B: Suksessfaktorer for prosjekteringsteam

Suksessfaktorer prosjektteam

Ida Elise Sandtorp

	Fremkommer antall ganger	Critical Success factors for Construction Projects	An analysis of success factors and benefits of partnering in construction	Construction partnering process and associated critical success factors: Quantitativ investigation	Identifying the key process factors affecting project performance	Building design management – key success factors	Measuring Project Management Performance: Case of Construction Industry (Turkish)	Identification and hierarchical structure of critical success factors for innovation in construction projects: Chinese perspective	Investigating the Relationship between Project Complexity and Success in Complex Construction Projects	Critical Success Factors in an Agency Construction Management Environment
Commitment	5	x	x	x	x					x
Client competencies and understanding of the project	3	x	x			x				x
Effective project management action	2	x				x				
Adoption of innovative management approaches	1	x								
Technical solution advantage	1	x								
Communication	8	x	x	x	x	x	x	x	x	
Clearly defined responsibilities/roles	3		x	x						x
Top management support	3			x	x			x		
Trust	1			x						
Coordination (interface)	7	x		x	x	x	x	x		x
Training, knowledge, skill and education	4				x	x		x		x
Performance Evaluation	4					x	x	x	x	
Incentive system	2						x	x		

*Artikkelen sjult bak betalingsperre, henviset som sekundærlitteratur i Critical Success factors for Construction Projects

Vedlegg C: Intervjuguide

Intervju-guide om optimale prosjekteringsteam

Beregnet tid: 30 – 45 min (45-50 min)

Ble sløffet vekk for de fire siste informantene

Innledning:

1. Hva er din bakgrunn (entrep/BH/rådgiver)?
 - a. Hvor lenge har du hatt din rolle og kort hva innebærer den?

Generelt om prosjektledelse:

2. Hva mener du er de største utfordringene i tradisjonelle prosjekter?
3. Tradisjonelle prosjekter vs VDC
 - a. Hvilke elementer av VDC mener du angriper forbedringspotensialet fra tradisjonelle prosjekter?
 - b. Hvordan mener du arbeidsmetodikkene tradisjonell vs VDC (planlegging, møteform, digitale hjelpemidler) påvirker effektivitet?
4. På spørreskjema gav du høyest score og lavest score. Hvorfor mener du dette er en viktig og mindre viktig faktor for optimale prosjekteringsteam?

Building Information Modeling

5. Hva er BIM for deg? (software vs metode, «3D med info» vs «virtuell samhandling og automatisering»)
6. Hvordan kan BIM brukes for at prosjekteringsteam skal kunne fungere best mulig?
7. Hvordan ser du på bruken av BIM på tidligere byggeprosjekter med og uten VDC som rammeverk?

Integrated Concurrent Engineering

8. Hva er ICE for deg? (verktøy vs arbeidsform, «et stort rom med touchskjermer» vs «tverrfaglig problemløsning»)

9. Hvordan skiller ICE seg fra vanlige møter?

10. På hvilken måte bedrer møteformen ICE prestasjonen til prosjekteringsteam?

Metrics

11. Har du vært borti liknende måling av prosjektdeltakere i tidligere byggeprosjekter som ikke anvender VDC?

- a. I såfall hvilke målinger?
- b. Hvilke målinger er nødvendig for optimal presentasjon av deltakere?

12. Fordeler/Ulemper med å gjøre målinger på prosjektdeltakere og prosjekt?

Prosess

13. Kan du si noe kort om prosessen rundt VDC? Oppstart, underveis, avvikling?

14. Hvordan stiller deltakere (byggherre, rådgivende ingeniører, arkitekter og øvrige) i prosjektet seg til VDC?

Overordnet Virtual Design and Construction

15. Kjenner du igjen de generelle faktorene for optimale prosjekteringsteam i prosjekter som anvender VDC?

- a. I såfall hvilke?

Kommunikasjon

Koordinasjon

Forpliktelse til prosjekt og prosjektdeltakere

Byggherres forståelse av omfanget til prosjektet

Tydlig definerte roller og ansvarsområder

Opplæring, utdanning og ferdigheter hos prosjektteamet

Prestasjonsmåling av team og prosjekt

God støtte fra ledelsen

16. Andre faktorer du mener bidrar til å bedre prosjekteringsteam som *ikke* lar seg hente frem VDC-prosjekter?

Avslutningsvis

Ser du en klar sammenheng med prestasjon til prosjekteringsteam og bruken av VDC?

Vedlegg D: Samtykkeerklæring for intervju

Samtykkeerklæring for intervju

Beskrivelse av oppgaven

Dette intervjuet er en viktig del av informasjonen som brukes i masteroppgaven «», hvor formålet er å kartlegge hva slags hvorvidt bruk av Virtual Design and Construction som arbeidsmetodikk i byggeprosjekter bidrar til optimaliserte prosjektteam (i forlengelse legger grunnlag for vellykkede byggeprosjekter). Formålet med intervjuet er å få perspektiv fra aktører som selv har arbeidet med VDC, og se hvilke faktorer de mener er essensielle for optimale prosjektteam.

Lydopptak:

Intervjuet vil bli tatt opp, med mindre du ønsker å reservere deg mot dette.

- Opptak som blir gjort i intervjuet, blir oppbevart på en egen smarttelefon, og blir slettet etter at opptaket er transkribert ned og masteroppgave avsluttet. Opptaket transkriberes snarest mulig etter intervjuet.
- Ved endelig publisering vil ikke dine bidrag i oppgaven kunne føres direkte tilbake til deg.

Intervjuer:

Jeg, Ida Elise Sandtorp, gir med dette en formell erklæring på at innholdet i dette intervjuet ikke under noen omstendigheter skal misbrukes.

- Informanten vil få en kopi av intervjuet, og vil kunne trekke sine bidrag dersom han/hun ønsker det.
- Informanten vil også kunne endre innholdet i ettertid dersom han/hun ønsker det. Eksempler kan være feilsiteringer eller formuleringer.

Informanten:

Jeg er kjent med hva dette intervjuet skal brukes til, og har forstått mine rettigheter rundt intervjuet.

Studenten kan kontaktes ved:

Tlf: 48 21 52 53

Epost: ida.sandtorp@gmail.com

Signatur og dato:

Informant

Ida Elise Sandtorp

Vedlegg E: Observasjonsstudie

Observasjonsstudie

Type møte:	ICE-økt		
Tid, sted, dato:			
	Navn		
Møtedeltakere:			
	Notater	Oppførsel fra deltakere	Tid
Gjennomgang av agenda			
Delta			
HMS			
Plansjekk			
Korreksjon			
Utkikk			
Spørsmålsmatrise			
Beslutningsplan			
Lunsj			
Skjermøker (break out sessions)			

Vedlegg F: Spørreundersøkelse

easyQuest

67% fullført

*Hvilken rolle har du i prosjektet?

- Prosjektleder
- Prosjekteringsleder
- Rådgivende Ingeniør
- Arkitekt
- VDC Fasilitator
- Annet:

På en skala fra 1-6, hvor 1 er lite viktig og 6 er helt essensielt, hvordan ville du vektlagt følgende faktorer om du skulle organisert et prosjekt?

	1	2	3	4	5	6
Kommunikasjon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Koordinasjon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Forpliktelse til prosjekt og prosjektdeltakere	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Byggherres forståelse av omfanget til prosjektet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tydlig definerte roller og ansvarsområder	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Opplæring, utdanning og ferdigheter hos prosjektteamet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Prestasjonsmåling av team og prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
God støtte fra ledelsen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Forrige

Neste

***Har du arbeidet på prosjekt hvor VDC har blitt anvendt som arbeidsmetodikk?**

- Ja
- Nei

Dersom du svarte "ja" på forrige spørsmål: I hvilken grad mener du VDC bidrar til optimalisering av prosjektteam?

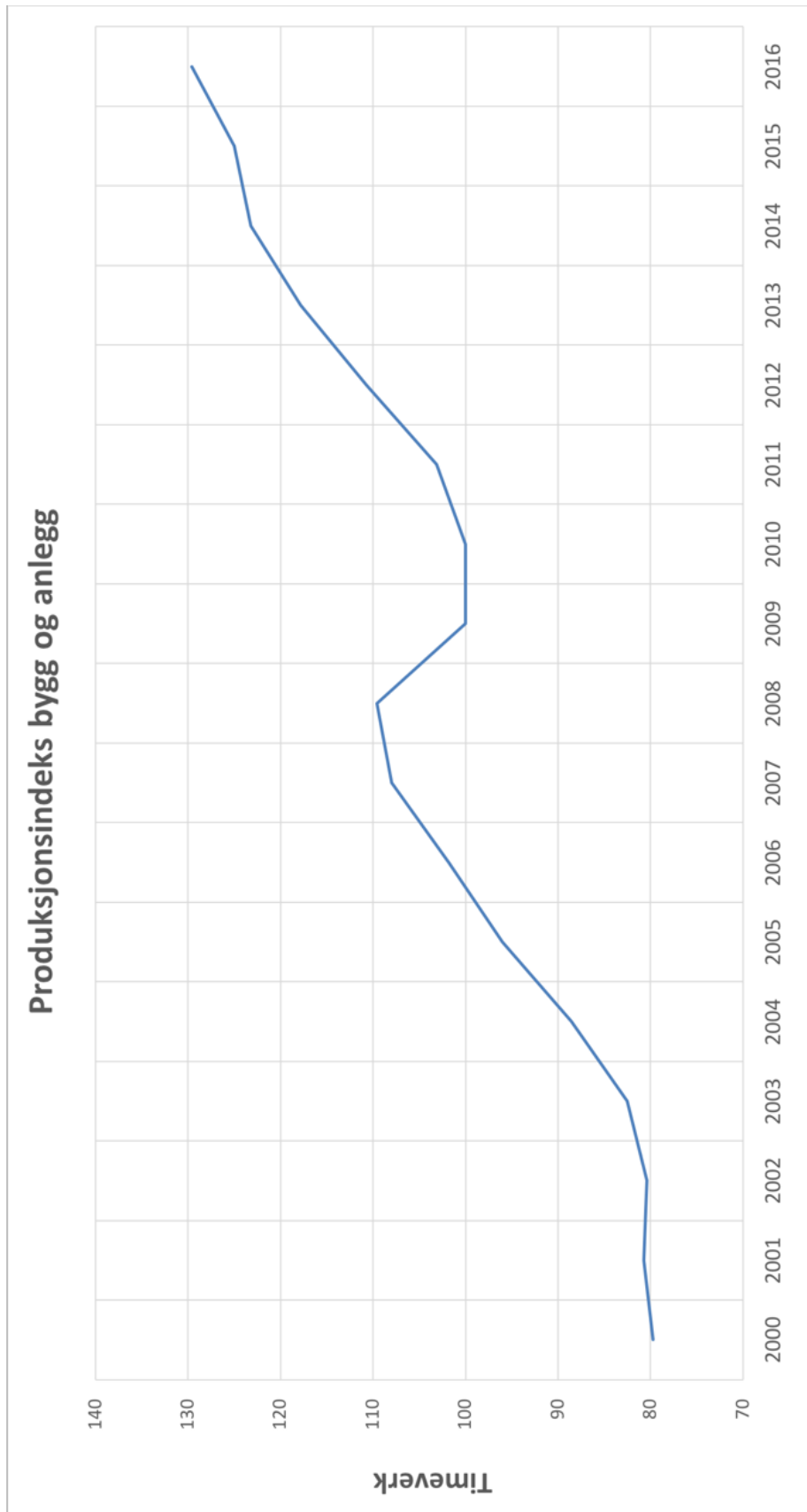
- Har ikke arbeidet på prosjekt med VDC
- Helt enig
- Enig
- Nøytral
- Uenig
- Helt uenig

Forrige

Send inn

Vedlegg G: Utvikling produksjonsindeks i bygg- og anleggsindustrien

(data hentet fra: SSB 2017b)





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

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway