

Helene Trine Westbye Breistein

Implementering av VDC

Masteroppgave i Bygg- og miljøteknikk

Veileder: Ola Lædre

Juni 2021

Helene Trine Westbye Breistein

Implementering av VDC

Masteroppgave i Bygg- og miljøteknikk

Veileder: Ola Lædre

Juni 2021

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

Fakultet for ingeniørvitenskap

Institutt for bygg- og miljøteknikk



Norwegian University of
Science and Technology

Sammendrag

De siste årene har flere og flere byggherrer stilt krav til bruk av Virtual design and Construction (VDC) på deres prosjekter. VDC er et helhetlig rammeverk for prosjektering og prosjektgjennomføring i byggeprosjekter. Den økende etterspørselen av VDC har ført til at flere entreprenører har implementert VDC i sine prosjekter. Implementeringsprosesser er krevende, og kan i verste fall resultere i sløsing av tid og ressurser dersom det ikke gjøres ordentlig. Det finnes derimot lite forskning på hvordan VDC burde implementeres i byggeprosjekter. Dette har gitt anledning til å undersøke følgende forskningsspørsmål som blir besvart i oppgaven:

1. Hvordan har Betonmast implementert VDC i sine prosjekter?
2. Hvilke deler av implementeringsprosessen har gitt positive effekter?
3. Hvilke deler av implementeringsprosessen har gitt negative effekter?
4. Hvordan bør VDC implementeres i byggeprosjekter?

For å besvare forskningsspørsmålene er det gjennomført et kvalitativt studie. Det ble først gjennomført et pilotprosjekt som avdekket hvordan Betonmast har implementert VDC på organisasjonsnivå. Det ble gjennomført litteraturstudier til caseprosjektet og masteroppgaven. Dette ble grunnlaget for intervjuguiden benyttet til semistrukturerte intervjuer med nøkkelpersoner i Betonmast. Resultatene ble strukturert og diskutert opp mot litteraturen. Til slutt ble det dratt slutninger fra de diskuterte resultatene. Etter at masteroppgaven var ferdig, ble det skrevet en vitenskapelig artikkel basert på arbeidet.

Litteraturstudiet dannet et teoretisk rammeverk for prosjektimplementering av VDC. Dette består av syv nøkkelementer: Forankring, Kommunikasjon, Visjon, Planer, Prosjektgruppen, Opplæring og Engasjering.

Studien viser at alle caseprosjektene har implementert VDC. Derfor anbefales forhold som har hatt en positiv effekt på implementeringen for prosjekter som vil implementere VDC suksessfullt, og forhold som har hatt en negativ effekt på implementeringen anbefales ikke.

Innenfor nøkkelementet Forankring har følgende forhold blitt gjennomført og påvirket implementeringen positivt: prosjekterende «tvunget» til å bruke VDC; støtte fra prosjektledere, lokale Betonmast selskap og ledelsen i Betonmast; tidlig implementering av 3D-modeller; og avvikling av ICE-møter mot slutten av prosjekteringsfasen. Følgende forhold har blitt gjennomført og påvirket implementeringen negativt: liten grad av integrering og automatisering av VDC verktøy og teknikker; manglende støtte til organisasjonelle VDC-mål; sen implementering av MMI og programvare for Last Planner; og implementering av krevende programvare (PowerBI).

Innenfor nøkkelementet Kommunikasjon har følgende forhold blitt gjennomført som påvirket implementeringen positivt: egenutviklet BIM-manual og manual for kommunikasjon; kommunikasjon i 3D-modell med underentreprenører og kunde; og økonomiske forhold kommuniseres ikke i 3D-modell. Følgende forhold har blitt gjennomført og påvirket implementeringen negativt: begrenset funksjonalitet i 3D-modellene; VDC har ikke blitt kalt for VDC; og overdrivelse av kundens forventninger fra VDC-implementeringen.

Innenfor nøkkelementet Visjon er følgende forhold gjennomført og har påvirket implementeringen positivt: målbart mål som visjon for implementeringen; mål for implementeringen; inkludering av kunde under utvikling av mål; og manglende feiring av oppnådde mål. Følgende forhold har blitt gjennomført og påvirket implementeringen

negativt: utydelige og utfordrende mål; lite målrettet jobbing mot målene og manglende metrics for å oppnå «visjonen» eller målene.

Innenfor nøkkelementet Planer er følgende forhold gjennomført og påvirket implementeringen positivt: manglende implementeringsplan; plan for visjonen; manglende plan for mål for implementeringen; og dynamiske planer med ansvarsområder. Følgende forhold har blitt gjennomført og påvirket implementeringen negativt: mange krav i planene; feilprioritering av planene; få milepæler; og stram tidsplan.

Innenfor nøkkelementet Prosjektgruppen er følgende forhold gjennomført og alle har påvirket implementeringen positivt: gjennomføring av kick-off-møte; bevisst sammensetting av prosjektgruppen; to medlemmer med VDC-kunnskap i prosjektgruppen; varierende interesse for VDC i prosjektgruppen; ikke samlokalisering av byggherre og entreprenør; og oppfølging av prosjektgruppen.

Innenfor nøkkelementet Opplæring er følgende forhold gjennomført og alle har påvirket implementeringen positivt: VDC-opplæring av minst én i prosjektgruppen; opplæring med praktisk fokus; opplæring hvor kursholder følger opp kursdeltakere; interne kurs i bedriften; underentreprenører er opplært i 3D-modeller; og vurdering av prosjektet løpende og etter overlevering.

Innenfor nøkkelementet Engasjere til handling er følgende forhold gjennomført og påvirket implementeringen positivt: kontrahering basert på laveste pris (hvis totalentreprise); krav til underentreprenører om VDC-kunnskap; totalentreprise med samspill; målpris; koronaviruspandemien; tilstrekkelig ressurser; og mangel på insentiver. Følgende forhold har påvirket implementeringen negativt: koronaviruspandemien; og å få prosjektdeltakerne med på VDC-tankesettet;

Abstract

In recent years, Norwegian construction clients have requested their design and build-contractors to use Virtual Design and Construction (VDC) on their projects. VDC is a complete framework for design and project execution in construction projects. The increasing demand for VDC has led several constructors to implement VDC in their projects. Implementation processes are demanding and can in worst case result in a waste of time and resources if not conducted properly. However, there is little research regarding how VDC should be implemented in construction projects. This has provided an opportunity to examine the following research questions, which are answered in the thesis:

1. How has Betonmast implemented VDC in their construction projects?
2. Which part of the implementation process has had positive effects?
3. Which part of the implementation process has had negative effects?
4. How should VDC be implemented in construction projects?

To answer the research questions it is chosen to conduct a qualitative research design. First, it was executed a pilot study, revealing how Betonmast has implemented VDC on organizational level. Both the case study and the masters thesis started with conducting a literature review to uncover relevant theory in the scientific area. This became the basis for the interview guide, used in semi-structured interviews with key personnel in Betonmast. The findings were organized and discussed with regards to the literature from the literature review. Lastly, conclusions were drawn from the discussed results. After the master's thesis was finished, a scientific article was written based on the findings.

The literature review formed the theoretical framework for project implementation of VDC. This consists of seven key elements: Anchoring, Communication, Vision, Plans, Project group, Training and Engaging.

The study shows that all the case projects have implemented VDC. Hence, conditions that affected the implementation positively are recommended for projects who wants to implement VDC successfully. Conditions that affected the implementation negatively are not recommended.

Within the key element Anchoring, the following conditions have been executed and affected the implementation positively: designer and engineers "forced" to use VDC; support from project manager, local companies and the company management; early implementation of 3D-models; and stopping ICE-meetings towards the end of the design phase. The following conditions have been executed and affected the implementation negatively: low degree of integration and automation of the VDC tools and techniques; lack of support of organizational goals; late implementation of MMI and software for Last Planner; and implementation of cumbersome software (PowerBI).

Within the key element Communication, the following conditions have been executed and affected the implementation positively: project specific BIM manual and manual for communication; communication in 3D-model with sub-constructor and client; and economic conditions not communicated in the 3D-model. The following conditions have been executed and affected the implementation negatively: limited functionality in 3D-models; VDC not called VDC; and exaggeration of the clients expectations from the VDC-implementation.

Within the key element Vision, the following conditions are executed and affected the implementation positively: achievable goal as vision for the implementation; goal for the

implementation; including client when setting goals; and lack of celebration of achieved goals. The following conditions have been executed and affected the implementation negatively: unclear and challenging goals; not targeted work towards the goals; and lack of metrics to achieve the "vision" of goals.

Within the key element Plans, the following conditions are executed and affected the implementation positively: lack of implementation plan; lack of plan for implementation goals; and dynamic plans with responsibilities. The following conditions have been executed and affected the implementation negatively: many specifications in the plans; wrong prioritization of the plans; few milestones; and tight schedule.

Within the key element Project group, the following conditions are executed and affected the implementation positively: kick-off-meeting; members chosen after careful consideration; two members with VDC knowledge; varying degree for VDC in the project group; not collocation of entrepreneur and client; and support for the project group.

Within the key element Training, the following conditions are executed and affected the implementation positively: VDC training for at least one member; training with a practical focus; trainer gives professional input after the training is over; internal courses within the organization; subcontractors trained in 3D-models; continually assessment of the project and after its finished.

Within the key element Engaging, the following conditions are executed and affected the implementation positively: tendering based on lowest price (in entrepreneur has the risk); requirements for subcontractors regarding VDC knowledge; contracts with collaboration; coronavirus pandemic; enough resources; and lack of incentives. The following conditions have been executed and affected the implementation negatively: coronavirus pandemic; and to get the stakeholders on board with the VDC-mindset.

Forord

Masteroppgaven er det avsluttende arbeidet for forfatterens mastergrad på Instituttet for Bygg- og Miljøteknikk ved Norges Tekniske og Naturvitenskapelige universitet i Trondheim. Studien utgjør 30 studiepoeng i emnet TBA 4910 Prosjektledelse Masteroppgave og baserer seg på en prosjektoppgave fra emnet TBA 4531 Prosjektledelse, fordypningsprosjekt på 7,5 studiepoeng. Prosjektoppgaven ble skrevet høstsemesteret 2020 og masteroppgaven vårsemesteret 2021.

Det rettes en stor takk til veilederen min fra NTNU, professor Ola Lædre. Ikke bare har han bidratt med utrolig nyttig og faglig tilbakemelding, men han har også hatt en vanvittig tiltro til meg. Han har motivert meg til å strekke meg lenger i arbeidet enn jeg hadde klart på egenhånd og det har vært fantastisk givende å jobbe med en så dedikert og flink veileder. Tusen takk for et fint år.

Videre vil jeg takke alle i Betonmast som har bidratt i oppgaven. Det rettes en stor takk til Jon Harald Kristiansen og Magnus Bjørndal Jacobsen som har vært mine kontaktpersoner i Betonmast. Takk for nyttige bidrag og et stort engasjement for oppgaven. Dere har gitt meg et stort spillerom og alltid tatt telefonen når jeg har ringt. Takk for samarbeidet.

Avslutningsvis må jeg takke mine nærmeste som, uansett, alltid er der når jeg trenger det. Dere er gode, og jeg er heldig.

Trondheim, juni 2021

Helene Breistein

Helene Breistein

Innhold

Figurer	xiv
Tabeller	xiv
Del 1 – Masteroppgave	1
1 Introduksjon	2
1.1 Bakgrunn	2
1.2 Forskningsspørsmål	2
1.3 Avgrensning	2
2 Metode	4
2.1 Forskningsmetode	4
2.1.1 Kvantitativ og kvalitativ forskningsmetode	4
2.1.2 Begrunnelse av forskningsmetode	4
2.2 Framgangsmåte	5
2.3 Forskningsintervju	7
2.3.1 Ustrukturert forskningsintervju	7
2.3.2 Semistrukturert forskningsintervju	7
2.3.3 Begrunnelse av forskningsintervju	7
2.3.4 Intervjuguide	7
2.3.5 Utførelse av forskningsintervju	8
2.3.6 Transkribering	8
2.4 Caseprosjekter	8
2.5 Litteraturstudie	8
2.5.1 Litteratursøking	9
2.5.2 Søkeord, søkefraser og antall treff	9
2.5.3 Lesestrategi	9
2.5.4 Evaluering av litteratur	11
2.6 Vitenskapelig artikkel	11
3 Teoretisk rammeverk	13
3.1 Virtual Design and Construction	13
3.1.1 Last Planner System of Control	14
3.1.2 Modell Modelnhets Indeks	14
3.2 Prosent plan utført	14
3.3 Prosjektimplementering av VDC	15
3.3.1 Forankring	15
3.3.2 Kommunikasjon	16
3.3.3 Visjon	16

3.3.4	Planer	17
3.3.5	Prosjektgruppen.....	18
3.3.6	Opplæring	19
3.3.7	Engasjere til handling	20
4	Resultater	22
4.1	Generelle funn fra prosjektene	22
4.2	Forankring.....	22
4.2.1	Positive effekter av forankring	23
4.2.2	Negative effekter av forankring.....	24
4.3	Kommunikasjon	25
4.3.1	Positive effekter av kommunikasjon.....	26
4.3.2	Negative effekter av kommunikasjon	28
4.4	Visjon	28
4.4.1	Positive effekter av visjon	30
4.4.2	Negative effekter av visjon.....	30
4.5	Planer	31
4.5.1	Positive effekter av planer	32
4.5.2	Negative effekter av planer	33
4.6	Prosjektgruppen.....	33
4.6.1	Positive effekter av prosjektgruppen	35
4.6.2	Negative effekter av prosjektgruppen	36
4.7	Opplæring	37
4.7.1	Positive effekter av opplæring.....	37
4.7.2	Negative effekter av opplæring	38
4.8	Engasjere til handling	39
4.8.1	Positive effekter av engasjere til handling	40
4.8.2	Negative effekter av engasjere til handling	41
5	Diskusjon.....	42
5.1	Forankring.....	42
5.2	Kommunikasjon	45
5.3	Visjon	48
5.4	Planer	50
5.5	Prosjektgruppen.....	52
5.6	Opplæring	55
5.7	Engasjere til handling	57
6	Konklusjon	61
6.1	Forankring.....	61

6.2	Kommunikasjon	62
6.3	Visjon	63
6.4	Planer	63
6.5	Prosjektgruppen.....	64
6.6	Opplæring	64
6.7	Engasjere til handling	65
6.8	Videre arbeid	66
	Referanser.....	67
	Del 2 – Vitenskapelig artikkel.....	71
	Vedlegg.....	80
	Vedlegg A – Intervjuguide pilotstudie	81
	Vedlegg B – Intervjuguide masteroppgave.....	84

Figurer

Figur 2.1: Framdriftsplan for prosjekt- og masteroppgave	6
--	---

Tabeller

Tabell 2.1: Benyttede databaser med begrunnelse.....	9
Tabell 2.2: Antall treff per søkeord, søkefrase og kombinasjon av søkeord.....	10
Tabell 3.1: Beskrivelse av VDC elementer.....	14

Del 1 - Masteroppgave

1 Introduksjon

Kapittelet belyser bakgrunnen for masteroppgaven og definerer et kunnskapshull innenfor det vitenskapelige feltet. Forskningsspørsmålene som bevares i oppgaven presenteres. Avslutningsvis belyses det hvilke avgrensninger som er gjort i oppgaven.

1.1 Bakgrunn

De siste årene har flere og flere byggherrer stilt krav til at VDC skal benyttes i deres prosjekter (Multiconsult, 2015), (Strand, 2020), (Åf Pöyry, 2020), (Arkitektbedriftene, 2021). VDC defineres som: «et rammeverk for helhetlig prosjektering og prosjektgjennomføring» (Prosjekt Norge, u. å.). Rammeverket omfatter flere forskjellige arbeidsmetoder, og byggherrer har tidligere krevd benyttelse av én eller to av disse metodene. Eksempelvis har Statsbygg krevd bruk av Building Intellegent Modelling (BIM) på sine prosjekter siden 2008 (Brekkehus, 2019). Den siste tiden har imidlertid krav fra byggherrer omfattet hele VDC rammeverket.

Den økende etterspørselen av VDC har ført til at flere entreprenører har implementert rammeverket i sine prosjekter (Alarcón *et al.*, 2010). Implementering defineres som: «omsetting av kunnskap til praksis» (NUBU, 2014). Dette er krevende å gjennomføre og kan i verste fall påvirke bedriftens prestasjoner negativt (Lindsay, Smit og Waugh, 2018). En dårlig implementeringsprosess kan føre til bortkastet tid og ressurser for bedriften (Lindsay, Smit og Waugh, 2018).

Gitt viktigheten av å gjennomføre implementeringsprosesser på en god måte er det overraskende at det finnes lite forskning om implementering av VDC. I følge Alarcón, Mandujano og Mourges (2013) har kunnskap om hvordan VDC skal implementeres til nå basert seg på anekdoter og erfaringer fra enkeltpersoner. Dette har gjort det vanskelig å utarbeide retningslinjer for suksessfull implementering av VDC (Alarcón, Mandujano og Mourges, 2013), (Mandujano *et al.*, 2017).

Den manglende kunnskapen om hvordan VDC burde implementeres defineres som et kunnskapshull. Det er dermed ønskelig å utforske dette område i masteroppgaven, med den hensikt å bidra med forskning til hvordan VDC bør implementeres i byggeprosjekter.

1.2 Forskningsspørsmål

Masteroppgaven undersøker hvordan VDC bør implementeres ved å først utføre et litteraturstudie på området og videre gjennomføre intervjuer med nøkkelpersoner som har erfaring fra VDC-implementering. Studien går i dybden på den eksisterende litteraturen og ser på hvilken effekt implementeringen til nøkkelpersonene har medført. Dette gjøres med den hensikt å komme med et sett anbefalinger om hvordan VDC burde implementeres i byggeprosjekter. Følgende forskningsspørsmål blir dermed besvart i masteroppgaven:

1. Hvordan har Betonmast implementert VDC i sine byggeprosjekter?
2. Hvilke deler av implementeringsprosessen har gitt positive effekter?
3. Hvilke deler av implementeringsprosessen har gitt negative effekter?
4. Hvordan bør VDC implementeres i byggeprosjekter?

1.3 Avgrensning

Masteroppgaven har begrensninger i form av tid og ressurser. Arbeidet ble gjennomført i løpet av 20 uker, med en innledende pilotstudie på tilsvarende 20 uker. Informantene i

oppgaven har vært ansatte i VDC-prosjekter hos entreprenøren Betonmast AS. På intervjutidspunktet var det fire byggeprosjekter som hadde en stor grad av VDC. Studien ble derfor begrenset til disse fire caseprosjektene. Det ble valgt å intervju personer som var ansvarlige for VDC i prosjektene, ettersom disse satt med mest erfaring fra implementeringsprosessen. Dette begrenset antall intervjuobjekter til prosjekt- og prosjekteringsledere.

Det er gjennomført ett intervju med hvert av intervjuobjektene. Bakgrunnen for dette har vært tidsbegrensning, både for oppgaveskriver, men også for prosjekt- og prosjekteringslederne. Det har derimot hele tiden vært mulig for undertegnede å ta kontakt med informantene dersom det skulle være nødvendig.

Oppgaven har fokusert på implementering av VDC, og det er lagt mindre vekt på rammeverket VDC i så måte. Likevel er det forhold med VDC som har påvirket implementeringsprosessen, og det har derfor vært viktig å få en helhetlig forståelse av VDC. Oppgaven belyser derfor hvilke elementer rammeverket består av, men går ikke dypere inn på arbeidsmetodene.

2 Metode

Kapittelet belyser hvordan arbeidet med oppgaven er utført. Metodene benyttet i forskningsarbeidet er beskrevet sammen med deres styrker og svakheter. Det fremlegges begrunnelser for valgte metoder. Hensikten med kapittelet er å bidra til oppgavens etterprøvbarehet.

2.1 Forskningsmetode

Studien forsker på implementeringsprosessen i en entreprenørbedrift, og befinner seg innenfor det samfunnsvitenskapelige fagområdet (Berg, 2015). Det skilles mellom to forskningsmetoder for gjennomføring av empiriske undersøkelser innen samfunnsvitenskap: kvalitativ og kvantitativ forskningsmetode (Grønmo, 2020a). Ettersom forskningsmetoden angir studiens metodiske tilnærming for å besvare oppgavens forskningsspørsmål, er det de fastsatte forskningsspørsmålene; «(1) Hvordan har Betonmast implementert VDC i sine prosjekter?», «(2) Hvilke deler av implementeringsprosessen har gitt positive effekter?», «(3) Hvilke deler av implementeringsprosessen har gitt negative effekter?», og «(4) Hvordan bør VDC implementeres i byggeprosjekter?», som avgjør valg av forskningsmetode (Fellows og Liu, 2009). Under presenteres både kvantitativ og kvalitativ forskningsmetode, for å bedre forstå hvilken forskningsmetode som passer til studien.

2.1.1 Kvantitativ og kvalitativ forskningsmetode

Kvantitative forskningsmetode genererer forskning fra kvantitative data. Dette er typisk informasjon som kan tallfestes (Grønmo, 2020b). Det er vanlig for metoden å benytte spørreskjemaer med svært begrensede svaralternativer (Andersen, 2019). Kvantitative studier kartlegger ofte generelle forhold innen et emne eller tester hypoteser og årsakssammenhenger (Grønmo, 2020b). Som regel benyttes mange informanter eller datakilder for å skaffe forskning i bredden (Andersen, 2019).

Den kvalitative forskningsmetoden genererer forskning fra kvalitative data. Dette er informasjon som beskrives i tekstform (Grønmo, 2020c). Studier som benytter den kvalitative forskningsmetoden bruker typisk menneskelige skildringer til å besvare forskningsspørsmål. Ved bruk av kvalitativ metode prøver man å forstå hvordan mennesker oppfatter fenomener og hvorfor de handler som de gjør (Andersen, 2019). Metoden blir ofte benyttet på smale emner der det er ønskelig å gå i dybden (Andersen, 2019). Hensikten med slike studier er derfor ofte å oppnå en dybdekunnskap eller å kartlegge spesifikke begreper innen et tema (Grønmo, 2020c). Datagrunnlaget i en kvalitativ metode kan være intervjuer, observasjoner, dokumentstudier eller en kombinasjon av disse (Tjora, 2010).

Grønmo (2020c) legger til at kvantitativ og kvalitativ metode utfyller hverandre. Metodene kan kombineres ved metodetriangulering. Tjora (2010) hevder det kan være gunstig for å sørge for en bred og sammensatt forskning.

2.1.2 Begrunnelse av forskningsmetode

En av styrkene til den kvalitative forskningsmetoden, er at det kan komme fram kunnskap som ikke kan innhentes gjennom den kvantitative forskningsmetoden (Andersen, 2019). I

en kvantitativ metode vil man få fram bestemte forhold som etterspørres, slik som i en spørreundersøkelse. I arbeidet med studien derimot, anses det som gunstig at informantene belyser forhold det ikke er spurt eksplisitt om, noe som taler for en kvalitativ metode i studien.

Kvalitativ forskningsmetode er også nyttig ved undersøkelse av emner forskeren har lite forkunnskaper om (Andersen, 2019). I en kvantitativ metode må man derimot avdekke hvilke spørsmål eller hypoteser man vil få besvart, bekreftet eller avkreftet. Ved bruk av kvalitativ metode behøver man ikke utarbeide en forhåndsbestemt hypotese eller spørsmålsrekke, ettersom informantene får mulighet til å selv forklare et fenomen. Igjen anses dette som et sterkt argument for kvalitativ metode, ettersom oppgaveskriver har begrenset forkunnskap på området.

Tjora (2010) trekker fram at kvalitativ metode er forskersubjektiv. Dette betyr at et kvalitativt intervju påvirkes av intervjueren og intervjusettingen. På den måten kan det oppstå variasjoner i intervjuene. Dette er i motsetning til kvantitative spørreundersøkelser, hvor alle respondentene blir møtt med de samme forholdene. Dermed oppfattes ofte kvantitative studier som mer objektive enn kvalitative studier (Tjora, 2020). Eksempelvis vil framstilling av innhentet data i diagrammer oppfattes som mer troverdig enn framstilling i tekstform. Dette gjør også at kvantitative data lettere kan presenteres i pressen, noe som er en utfordring med kvalitativ forskning grunnet forskerens varsomhet når det kommer til å forklare fenomener ved generaliseringer (Tjora, 2010). Ved studier om emner med stor medieinteresse er det derfor et argument å velge en kvantitativ forskningsmetode (Tjora, 2010). Følgende oppgave vurderes ikke til å befinne seg i et slikt søkelys, og hvorvidt forskningsresultatet egnest for mediene anses ikke som avgjørende.

Ressursbruk er et annet forhold som bør vurderes ved valg av forskningsmetode mener Tjora (2010). En kvalitativ tilnærming til innhenting av data kan være tidkrevende. Dette gjelder spesielt ved gjennomføring av intervjuer og observasjoner. Tjora (2010) mener det spesielt er store og omfattende studier som opplever at en kvalitativ metode er ressurskrevende. Da studien ikke anses som spesielt stor, vurderes ikke ressursbruk som avgjørende for metodevalget.

Tjora (2010) hevder den mest umiddelbare vurderingen av hvilken forskningsmetode som skal benyttes på studien, er tilgjengelighet av relevante informanter. Til arbeidet med oppgaven har det oppstått en mulighet å intervju ansatte i en norsk entreprenørbedrift, Betonmast, som har implementert VDC i sine prosjekter. Det anses som gunstig for oppgaven å undersøke denne bedriften og de ansattes erfaringer om prosjektimplementering av VDC. Ved bruk av kvalitativ forskningsmetode vil informantene få mulighet til å formidle sine erfaringer og opplevelser, noe som vil berike forskningen. Sett i sammenheng med at informantene kan komme med kunnskap utover det som blir spurt om og at studenten har begrensede forkunnskaper om emnet, vurderes kvalitativ metode som hensiktsmessig for oppgaven.

2.2 Framgangsmåte

Bergli (2020) anbefaler at det gjennomføres et pilotstudie før et forskningsprosjektet igangsettes. Dette gjøres for å få en bedre forståelse om forskningsopplegget kan gjennomføres i praksis. Det ble dermed gjennomført en pilotstudie i form av en prosjektoppgave i forkant av masteroppgaven. Pilotstudien var en del av faget TBA4531 – Prosjektledelse, fordypningsprosjekt på NTNU og hadde et omfang på 7,5 studiepoeng.

Ettersom oppgaveskriver har hatt sommerjobb hos entreprenøren Betonmast sommeren 2019 og 2020, ble bedriften kontaktet for muligheten om et samarbeid tilknyttet prosjekt- og masteroppgave innenfor temaet VDC. Etter et møte med sentrale VDC-personer i Betonmast, kom det fram at det var et ønske å avdekke hvordan Betonmast hadde implementert VDC i sitt firma, både på organisasjonsnivå og prosjektnivå. Betonmast skal senere implementere VDC i sitt selskap i Sverige, og lærdommene fra implementeringsprosessen i Norge ble ansett som verdifulle. Pilotprosjektet fikk dermed følgende forskningsspørsmål:

1. Hvordan har Betonmast implementert VDC i sin bedrift?
2. Hvilke deler av implementeringsprosessen har gitt positive effekter?
3. Hvilke deler av implementeringsprosessen har gitt negative effekter?

Etter at forskningsspørsmålene til pilotstudien ble kartlagt, ble det gjennomført et litteraturstudie om implementeringsprosesser i bedrifter, se figur 2.1 med framdriftsplan for prosjekt- og masteroppgave. Litteraturstudiet danner grunnlaget for en intervjuguide som ble brukt til informasjonsinnhenting i pilotstudiet, se vedlegg 1. Det ble gjennomført semi-strukturerte intervjuer med tre informanter, se begrunnelse for valgte intervjutype i underkapittel 2.3.3. Informantene var ansvarlig for implementeringsprosessen i Betonmast.

Prosjektoppgave med pilotstudie					Masteroppgave					
Litteraturstudie					Litteraturstudie					
Intervjuguide					Intervjuguide					
Intervjuer					Intervjuer					
Analyse					Analyse					
Artikkel										
Rapportskriving					Rapportskriving					
Aug	Sep	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mars	April	Mai	Juni
2020					2021					

Figur 2.1: Framdriftsplan for prosjekt- og masteroppgave.

Etter endt pilotstudie ble det ervervet følgende lærdommer fra arbeidet:

- Intervju som informasjonsinnsamling fungerte godt for oppgaven.
- Anskaffelse av flere intervjuobjekter fra Betonmast til videre arbeid i masteroppgaven var mulig.
- Intervjuguiden hadde en god inndeling med seks nøkkelementer, men et av elementene, Visjon og planer, burde deles opp i to, henholdsvis Visjon og Planer.

Lærdommene fra pilotstudien ble tatt med videre i masteroppgaven. I arbeidet med pilotstudien kom det også fram at Betonmast hadde satt seg et mål om at alle nye VDC-prosjekter skulle planlegges med VDC. Dette ga anledning til å undersøke hvordan Betonmast implementerer VDC på prosjektnivå, noe som ble masteroppgavens tema.

Det ble igjen utført et litteraturstudie, denne gangen om prosjektimplementering av VDC, se underkapittel 2.5. En ny intervjuguide ble utarbeidet, se vedlegg 2. Det ble gjennomført semistrukturerte intervjuer med informanter fra fire prosjekter. Tanken var å intervju prosjektlederen og prosjekteringslederen i alle prosjektene, da det ble antatt at disse var ansvarlige for implementeringen. Intervjuobjektene ble anbefalt ettersom de befant seg på VDC-prosjekter. Det ble derimot kun intervjuet én prosjektleder, grunnet de andre prosjektledernes manglende ønske og mulighet til å delta i studien. Dette kan tyde på at prosjektledere ikke har like mye innsikt i implementeringen av VDC som det prosjekteringsledere har.

Gjennomføringen av intervjuene er beskrevet nærmere i underkapittel 2.3.5. Resultatene ble videre organisert og diskutert, se henholdsvis kapittel 4 Resultater og 5 Diskusjon. Etter masteroppgaven var ferdig, ble det skrevet en vitenskapelig artikkel basert på arbeidet. Se del 2 av oppgaven.

2.3 Forskningsintervju

Et kvalitativt forskningsintervju ønsker, ifølge Kvale og Brinkmann (2012), å forstå verden fra intervjuobjektets side. Dette betraktes som en gunstig metode til innhenting av data fra studiens informanter. Kvalitativ forskningsmetode skiller mellom ustrukturerte og semistrukturerte intervjuer. Begrunnelse for valg av forskningsintervju, samt beskrivelse av hvordan intervjuene er gjennomført, presenteres under.

2.3.1 Ustrukturert forskningsintervju

Ustrukturerte intervjuer har ingen forhåndsdefinerte spørsmål. Intervjueren stiller gjerne åpne spørsmål innenfor et emne og intervjuet forløper som en naturlig samtale. Intervjuet blir på den måten tilpasset informantens bakgrunn og erfaringer. (McLeod, 2014)

2.3.2 Semistrukturert forskningsintervju

Andersen (2020) beskriver semistrukturerte intervjuer som en samtale mellom intervjuobjektet og forskeren. Forskeren styrer gangen i intervjuet og utarbeider en intervjuguide med spørsmål som har utgangspunkt i forskningsspørsmålene. Spørsmålene skal være åpne for å gi anledning til refleksjon hos intervjuobjektet. Intervjueren skal dermed unngå spørsmål som gir svar i form av «ja» eller «nei». Åpne spørsmål gir også rom for at digresjoner kan komme fram fra intervjuobjektet. På den måten kan intervjuobjektet belyse temaer intervjueren ikke har vurdert som relevant (Tjora 2010).

2.3.3 Begrunnelse av forskningsintervju

Ustrukturerte intervjuer blir ofte sett på som pålitelige, da informanten forteller uten å bli påvirket av ledende spørsmål (McLeod, 2014). En utfordring med slike intervjuer er at det er vanskelig for forskeren å vite hvilke temaer, innenfor emnet, intervjuobjektet vil belyse i intervjuet. Forskeren har videre ikke kontroll på om svarene er nevenyttige for oppgaven. Etersom det er et ønske å sikre at datagrunnlaget er relevant for forskningsspørsmålene, anses det som uheldig å ikke vite om informasjonen fra intervjuene er nyttig eller ikke.

Tjora (2010) mener semistrukturerte forskningsintervjuer er hensiktsmessige dersom forskeren har lite kunnskap om fenomenet en spør etter eller det ikke er tilgang på mange informanter. Det anses som gunstig for studien at intervjuobjektene kommer med ny kunnskap. Sett i lys av det overnevnte vurderes semistrukturerte forskningsintervjuer som hensiktsmessig for oppgaven.

2.3.4 Intervjuguide

Det er utarbeidet en intervjuguide for å strukturere forskningsintervjuene. Intervjuguiden baserer seg på litteraturstudiet, og spørsmålene anses som relevante til besvarelse av oppgaven. Intervjuguiden fungerte som et rammeverk for intervjuet, med spørsmål innenfor studiens tema. Informantene fikk tilsendt intervjuguiden i forkant av intervjuene, slik at de kunne forberede seg. Intervjuguiden er presentert i vedlegg 2.

2.3.5 Utførelse av forskningsintervju

Samtlige intervjuer ble gjennomført digitalt, grunnet koronaviruspandemien. Børresen (2018) mener at det kan oppstå sikkerhetsmessige utfordringer ved gjennomføring av digitale intervjuer. Den digitale tjenesten som benyttes kan bli hacket og materialet kan bli lagret hos leverandøren (Børresen, 2018). Informantene ga derimot samtykke til å gjennomføre intervjuene digitalt på plattformen som ble benyttet.

Ved gjennomføring av digitale intervjuer kan også deltakerne fortære miste konsentrasjonen (Paravaresh-Masoud og Varaei, 2018). Det er også vanskeligere for intervjueren å registrere ikke-verbale reaksjoner (Paravaresh-Masoud og Varaei, 2018). Selv med disse begrensningene, ble det vurdert som mer hensiktsmessig for oppgaven å gjennomføre digitale intervjuer, sammenlignet med å ikke utføre dem.

Det ble tatt videoopptak av intervjuene. Bakgrunnen for dette var å sørge for at all informasjonen ble dokumentert og lagret. Ifølge Kvale og Brinkmann (2012) vil opptak av intervjuer sørge for at språklige formuleringer bevares nøyaktig, og kan brukes til direkte sitering. Samtidig medfører opptakene at intervjueren ikke må referere, noe som gjør det lettere for intervjueren å konsentrere seg og ta del i samtalen. Intervjuet fikk dermed en bedre flyt.

Som Tjora (2010) påpeker er det mulig at intervjuobjektene har gitt begrenset informasjon under opptak, sammenlignet med intervjuer uten opptak. Alle intervjuobjektene ble imidlertid spurt om tillatelse før opptakene ble gjennomført. Det er ingenting som tydet på at intervjuobjektene holdt informasjon tilbake. Intervjuobjektene er videre ikke navngitt i studien med hensyn på anonymitet. Samtlige informanter har imidlertid vært menn, og der det har vært hensiktsmessig er de blitt henvist til som «han», ettersom det ikke avslører intervjuobjektene.

2.3.6 Transkribering

Etter gjennomføring av intervjuene, ble video-opptakene benyttet til transkribering av intervjuene. Intervjuobjektene fikk tilsendt referat fra deres intervju for gjennomlesning og godkjenning. Ved presentasjon av resultatene i kapittel 4 Resultater, er det gjort et bevisst valg å gjenfortelle funnene så objektive og oppriktige som mulig.

2.4 Caseprosjekter

Det er valgt å undersøke fire forskjellige caseprosjekter for å forstå hvordan disse har implementert VDC. Tre av prosjektene er ferdig med prosjekteringsfasen, og det siste har vel tre måneder igjen. Alle informantene sitter dermed med erfaringer knyttet til hvordan implementeringen av VDC er gjennomført i prosjekterende. Tre av prosjektene er i byggefasen, og det siste er i test-fasen av bygget. Alle caseprosjektene er byggeprosjekter til entreprenøren Betonmast AS. Samarbeidet med eksterne bedrifter i forskningsarbeid kan medføre partiskhet. Det har derfor vært viktig å opptre nøytralt under intervjuene og generelt i oppgaven. Verdifulle bidrag fra veileder Ola Lædre har sørget for en subjektiv tilnærming til oppgaven.

2.5 Litteraturstudie

Det ble gjennomført et litteraturstudie med den hensikt å kartlegge eksisterende forskning på et område (Everett og Furseth, 2004). Et litteraturstudie er avgjørende for å forstå hvilke områder som trenger mer forskning og for å kunne vurdere resultatene som

kommer fram i studien (Everett og Furseth, 2004). Det gjennomførte litteraturstudiet er dermed grunnlaget for oppgavens teoretiske rammeverk i kapittel 3.

2.5.1 Litteratursøking

Det ble benyttet elektronisk litteratursøking for innhenting av informasjon til litteraturstudiet. Ved å gjennomføre søket i elektroniske databaser ble det funnet et bredt utvalg av litteratur på en effektiv måte. Databasene som er benyttet i søket, samt begrunnelse for hvorfor de er benyttet er presentert i tabell 2.1.

Tabell 2.1: Benyttede databaser med begrunnelse

Database	Begrunnelse
Oria	<ul style="list-style-type: none">• Inneholder publikasjoner fra NTNU Universitetsbibliotek og Norske fagbibliotek.• Viser treff på både trykte og elektroniske publikasjoner.• Oppgir om publikasjonen er fagfelleurdert.
Google Scholar	<ul style="list-style-type: none">• Inneholder et bredt spekter av publikasjoner.• Henviser til beslektede publikasjoner.• Viser antall siteringer til publikasjonen.
International Group for Lean Construction (IGLC)	<ul style="list-style-type: none">• Inneholder publikasjoner med forskning innenfor bygg- og anleggsbransjen.• Publikasjonene er fagfelleurderte.

2.5.2 Søkeord, søkefraser og antall treff

Selv om oppgaven omhandler norske byggeprosjekter, ble det valgt å inkludere internasjonal litteratur i oppgaven, ettersom det tenkes at funnene kan overføres til norske forhold. For å begrense søket ble det først tenkt å kun inkludere forskning om prosjektimplementering av VDC. Det ble derimot fort avdekket at det finnes svært lite litteratur på dette området. Dermed ble det valgt å inkludere forskning om prosjektimplementering av alle type innovasjoner i byggeprosjekter.

Everett og Furseth (2004) trekker fram viktigheten av at søkeordene og søkefrasene er relevante for oppgaven ved innhenting av informasjon. Det ble søkt på forskjellige kombinasjoner av ordene «prosjekt», «implementering» og «VDC», samt frasen «Virtual Design and Construction». På engelsk ble de norske ordene oversatt til «project» og «implementation». Ved søk på hele fraser, slik som «Implementering av VDC», ble frasene isolert mellom anførselstegn, for å ikke få treff på hvert ord i frasen, men kun frasen selv. Ved søk med flere forskjellige ord ble de boolske operatorene OG eller AND brukt for å kun gi treff på publikasjoner som inneholdt alle søkeordene. Et utdrag av søkeordene, søkefrasene og kombinasjonen av søkeordene er presentert i tabell 2.2.

Det trekkes fram at databasen til IGLS er noe begrenset. Den kun gir kun treff ved ett søkeord eller én søkefrase. Dvs. at søk som «implementing» OG «VDC» gir 0 treff, selv om det finnes artikler med tittel som inneholder både «implementing» og «VDC».

2.5.3 Lesestrategi

Ved behandling av det innhentede materialet, ble det valgt å gå systematisk til verks for å fortest mulig fjerne irrelevante artikler. Lesestrategien baserer seg på Schmidl sin tilnærming til effektiv gjennomlesing av vitenskapelige artikler (Schmidl, 2020).

Tabell 2.2: Antall treff per søkeord, søkefrase og kombinasjon av søkeord

Søkeord, søkefrase og kombinasjon av søkeord	Oria	Google Scholar	IGLC
«Implementering» OG «VDC»	11	472	-
«Implementation» AND «VDC»	6 644	77 400	-
«Implementere» OG «VDC»	17	172	-
«Implementing» AND «VDC»	2 403	31 100	-
«Implement» AND «VDC»	3 993	45 800	
«Implementering» OG «Virtual Design and Construction»	8	2	-
«Implementation» AND «Virtual Design and Construction»	266	2 290	-
«Implementere» OG «Virtual Design and Construction»	4	98	-
«Implementing» AND «Virtual Design and Construction»	191	2	-
«Implement» OG «Virtual Design and Construction»	151	1 290	-
«implementering» OG «VDC» OG «prosjekt»	4	127	-
«Implementation» AND «VDC» AND «Project»	2 770	37 900	-
«implementere» OG «VDC» OG «prosjekt»	4	133	-
«implementing» AND «VDC» AND «project»	1 265	19 500	-
«Implement» AND «VDC» AND «Project»	1 657	25 400	-
«implementering OG «Virtual Design and Construction» OG «prosjekt»	4	100	-
«Implementation» AND «Virtual Design and Construction» AND «project»	261	2 240	-
«implementere» OG «Virtual Design and Construction» OG «prosjekt»	3	92	-
«Implementing» AND «Virtual Design and Construction» AND «project»	186	1 600	-
«Implement» AND «Virtual Design and Construction» AND «project»	150	1 280	-
«Implementering av VDC»	5	55	-
«Implementation of VDC»	22	126	2
«Implementere VDC»	2	12	-
«Implementing VDC»	12	79	1
«Implement VDC»	11	54	-
«Project implementation of VDC»	-	-	164
VDC	-	-	15
Virtual Design and Construction	-	-	14
Implementation	-	-	498
Implementing	-	-	164
Implement	-	-	723

Først ble tittelen til litteraturen vurdert, og publikasjoner med overskrifter som virket relevante for oppgaven ble valgt ut. Sammendraget ble lest, og dersom ikke dette virket passende for oppgaven, ble litteraturen forkastet. Introduksjonen til publikasjonen ble deretter lest og igjen ble litteratur som ikke var nyttig for oppgaven fjernet. Til slutt ble konklusjonen lest, og en siste eliminering av irrelevante artikler ble gjennomført. De resterende artiklene ble lest og evaluert etter TONE-prinsippet.

2.5.4 Evaluering av litteratur

TONE-prinsippet ble benyttet til å evaluere litteraturen, da det er en anbefalt metode for å vurdere vitenskapelige artikler (NTNUbibliotek, 2017). Datamaterialet blir vurdert ut ifra fire forhold: **Troverdighet**, **objektivitet**, **nøyaktighet** og **egnethet**, se forklaringer under. Etter litteraturen ble evaluert, var det til slutt en samling med elleve publikasjoner og bøker som ble benyttet til å danne det teoretiske rammeverket i oppgaven.

Troverdigheten til en kilde omhandler i stor grad hvorvidt man kan stole på informasjonen. Forfatterne som står bak litteraturen ble dermed vurdert, ettersom bakgrunnen til forfatterne belyser hvilket belegg forfatteren har for å uttale seg om emnet. Videre ble det undersøkt om kilden hadde gjennomgått en redaksjonell kontroll eller vurdering før den ble publisert. (Overland, 2018)

Objektiviteten til en kilde handler om kildens nøytralitet. Overland (2018) mener man bør evaluere hvilken hensikt forfatteren har med studien. Hensikten burde nemlig være å informere og opplyse om et emnet. Hensikten til litteraturen ble dermed vurdert, og litteratur som ikke hadde annen hensikt enn å informere, opplyse eller bidra til ny forskning, ble forkastet. Det er videre viktig å sjekke om forfatteren har vurdert flere ståsteder innenfor emnet før konklusjonen for studien trekkes. Litteratur som ikke vurderte og diskuterte resultatene ble forkastet. (Overland, 2018)

Nøyaktigheten til en kilde handler om hvorvidt den er presis og detaljert. Overland (2018) mener derfor man bør sjekke om det forekommer slurv eller skrivefeil i kilden. Dette kan belyse flere ting, deriblant at forfatteren ikke har vært nøyaktig under arbeidet sitt og at det mest sannsynlig ikke er gjennomført en ekstern gjennomgang av publikasjonen. Litteratur med slurv og skrivefeil ble derfor forkastet. Til slutt forteller Overland (2018) at forfatteren burde oppgi sine kilder. Publikasjoner uten kildehenvisning ble derfor forkastet. (Overland, 2018)

Egnethet handler om hvorvidt kilden besvarer oppgavens problemstilling. Publikasjoner som ikke besvarte problemstillingen ble derfor forkastet. Videre kan det være nødvendig å sjekke målgruppe og utgivelsesår til publikasjonen for å se om den egner seg til studien og fortsatt er aktuell. De nevnte forholdene ble sjekket, og publikasjoner som ikke ble vurdert som egnet for studien ble forkastet. (Overland, 2018)

2.6 Vitenskapelig artikkel

Det er skrevet en vitenskapelig artikkel basert på masteroppgaven. Denne ble levert til Internation Conference of Project Management (ProjMAN) 7. juni 2021. Artikkelen presenteres på konferansen i oktober 2021 i Portugal. Den vitenskapelige artikkelen har lik oppbygning som masteroppgaven, med introduksjon, metode, teoretisk rammeverk, resultater, diskusjon og konklusjon. Grunnet en sidebegrensning på 10 sider ble kun hovedfunn fra masteroppgaven belyst.

Ola Lædre, professor ved Institutt for Bygg- og miljøteknikk, er medforfatter på artikkelen. Artikkelen vil bli fagfellevurdert av to uavhengige personer som forblir ukjent for forfatteren, samtidig er forfatterne er ukjente for anmelderne. Den vitenskapelige artikkelen finnes i sin helhet i del 2 av masteroppgaven. Hensikten med å utarbeide en vitenskapelig artikkel har vært å formidle kunnskapen som er ervervet i arbeidet med masteroppgaven, til allmenn nytte.

3 Teoretisk rammeverk

Det teoretiske rammeverket presenterer relevant teori innenfor oppgavens tema. Hensikten med kapittelet er å skape et rammeverk som setter forskningsspørsmålene og resultatene i en større kontekst, samt etablere et grunnlag for å diskutere resultatene. Først presenteres VDC og hovedelementene som inngår i rammeverket. Last Planner, MMI og PPU blir forklart, før teori om prosjektimplementering presenteres.

3.1 Virtual Design and Construction

Virtual Design and Construction (VDC) er utviklet ved Center of Integrated Facility Engineering (CIFE) på Stanford University, og defineres som:

the use of multi-disciplinary performance models of design-construction projects, including the Product (i.e., facilities), Work Processes and Organization of the design - construction - operation team in order to support business objectives (Khazode *et al.*, 2006, s. 8).

VDC defineres altså som bruken av tverrfaglige prestasjonsmodeller for byggeprosjekter, inkludert selve prosjektet, arbeidsprosessene og organiseringen av arbeidsgruppene for prosjektering, bygging og drift. De tverrfaglige prestasjonsmodellene benyttes for å støtte forretningsmålet til prosjektet, kunden og bedriften (Khazode *et al.*, 2006).

Prestasjonsmodellene kan forutsi prosjektprestasjonen og vise sammenhengen mellom prosjektets prestasjon og de fastsatte målene for prosjektet (Kunz og Fischer, 2012). At disse prestasjonsmodellene skal være tverrfaglige går ut på at de omfatter alle de forskjellige aktørene i et byggeprosjekt, som arkitekt, ingeniør, entreprenør og eier (Kunz og Fischer, 2012).

Prosjekt Norge, et nasjonalt kompetansesenter for utvikling av fremtidens prosjektprosesser, definerer VDC som: «et rammeverk for helhetlig prosjektering og prosjektgjennomføring» (Prosjekt Norge, u. å.). Denne definisjonen av VDC benyttes videre i oppgaven.

Hensikten med VDC er å benytte rammeverket til å simulere kompleksiteten til et byggeprosjekt, avdekke mulige fallgruver, analysere fallgruvene og fremstille dem virtuelt før den fysiske byggingen igangsettes (Khazode *et al.*, 2006). Andersson *et al.* (2016) hevder kjerneoppgaven til VDC er å bygge bro mellom prosjektering, bygging og drift. Dette skal sørge for at det ikke oppstår noen kunnskapshull mellom aktørene.

Rischmoller *et al.* (2018) forteller at rammeverket til VDC består av fem hovedelementer: Bygningsinformasjonsmodellering (BIM), Prosess- og produksjonsledelse, Integrated Concurrent Engineering (ICE) (norsk: samprosjektering), måloppnåelse og Metrics (norsk: målstyring). Elementene er beskrevet i tabell 3.1 Beskrivelse av VDC elementer.

For å oppnå alle fordelene med VDC mener Rischmoller *et al.* (2018) at samtlige elementer må benyttes samtidig, som er komplett rammeverk. Rischmoller *et al.* (2018) hevder VDC oppstår når alle dens elementer benyttes i en integrert tilnærming, i motsetning til at elementene brukes hver især. Andersson *et al.* (2016) støtter dette synspunktet og mener ytterligere at VDC-elementene må integreres i prosjektets tradisjonelle arbeidsoperasjoner, og ikke bare løpe parallelt med de eksisterende prosessene.

Tabell 3.1 Beskrivelse av VDC elementer.

VDC element	Bekrivelse
BIM	BIM er utviklingen og bruken av intelligente 3D-modeller. Modellen representerer det ferdige produktet og kan inneholde data slik som produktnummer, mål og kostnad til bygningselementer. BIM bidrar til å ta informerte avgjørelser og benyttes til visualisering og kommunikasjon. (NDLA, u. å.)
Prosess- og produksjonsledelse	Prosess- og produksjonsledelse handler om organisering og kontrollering av de fysiske arbeidsaktivitetene i prosjektet. Metodene for prosess- og produksjonsledelse ser på prosjektet som et produksjonssystem. (Rischmoller <i>et al.</i> , 2018)
ICE	ICE handler om å prosjektere prosjektet i fellesskap. ICE sesjoner foregår som regel i et BigRoom hvor informasjon blir delt, aktiviteter koordinert, problemer løst og beslutninger tatt, sammen med hele prosjekteringsgruppen. (Rischmoller <i>et al.</i> , 2018)
Måloppnåelse	Måloppnåelse handler om å nå prosjektets mål. Prosjektmålene skal basere seg på kundens mål. (Rischmoller <i>et al.</i> , 2018)
Metrics	Metrics kontrollerer og overvåker prosjektets mål. Det kan være målinger av operasjoner, bruk, sikkerhet, timeplaner og kostander i prosjektet. (Rischmoller <i>et al.</i> , 2018)

Basert på den avdekkede teorien, velges det å se på implementering av VDC som implementering av et sammensatt rammeverk, bestående av flere elementer. VDC er dermed implementert når samtlige fem hovedelementer av VDC er implementert.

3.1.1 Last Planner System of Control

The Last Planner system of Control, heretter Last Planner, er et verktøy som inngår i VDC-elementet prosess- og produksjonsledelse. Det er et produksjonsplanlegging- og kontrollverktøy som baser seg på bakoverplanlegging. I en Last Planner sesjon starter man med å definere den siste leveransen, eller aktiviteten, i prosjektet og deltakerne planlegger seg bakover til prosjektstart. (Hamzeh, Ballard og Tommelien, 2009)

Aktivitetenes og leveransenes avhengigheter kommer tydelig fram i en Last Planner sesjon. Planleggingsmetoden har vist seg effektiv da den øker påliteligheten til planen, produksjonsprestasjonen til prosjektet og skaper en forutsigbar aktivitetsstrøm. (Hamzeh, Ballard og Tommelien, 2009)

3.1.2 Modell Modenhets Indeks

Modell Modenhets Indeks (MMI) er en metric som benyttes til å vurdere modenheten til elementene i 3D-modellen. Hvert bygningselement tilegnes et modenhetsnivå, fra konseptualisering (MMI 100) til som-bygget (MMI 600). MMI bidrar til at prosjekter har oversikt over hvor ferdigutviklet 3D-modellen er. MMI benyttes også til å sette forskjellige milepæler i prosjektet. Da fastsetter man eksempelvis et tidspunkt for når alle elementene i plan 1 har oppnådd MMI 400. (Garcia *et al.*, 2021)

3.2 Prosent plan utført

Prosent plan utført (PPU) er en metric som sammenligner andelen utførte aktiviteter med andelen planlagte aktiviteter, på et gitt tidspunkt. En PPU lik 100% vil si at prosjektet har gjennomført alle planlagte aktiviteter. En PPU lik 80% betyr at noen planlagte aktiviteter

ikke har blitt gjennomført. På den måten gir PPU en god indikasjon på effektiviteten til prosjektet, og om man klarer å overholde planene i prosjektet. (Conte, 1998)

3.3 Prosjektimplementering av VDC

Implementering defineres som: «omsetting av kunnskap til praksis» (NUBU, 2014). Prosjektimplementering vurderes følgelig som omsetting av kunnskap til praksis i et prosjekt. Delkapittelet beskriver sentrale elementer som bidrar til en suksessfull prosjektimplementering av VDC. Fra litteraturen er det avdekket følgende syv nøkkelementer, rangert fra størst til minst påvirkning på implementeringen av VDC: Forankring, Kommunikasjon, Visjon, Planer, Prosjektgruppen, Opplæring og Engasjere til handling. Hvert nøkkelement er beskrevet i sin helhet under og spiller en viktig rolle videre i oppgaven da kapittel 4 Resultater, 5 Diskusjon og 6 Konklusjon organiseres etter nøkkelementene.

3.3.1 Forankring

Kunz og Fischer (2012) trekker fram viktigheten av at VDC verktøyene og teknikkene er integrert, både med hverandre og arbeidsprosessene i bedriften. Dette gjør at VDC-verktøyene og teknikkene blir forankret inn i den organisasjonelle driften. Andersson *et al.* (2016) belyser også dette og mener suksessen til VDC på et prosjekt avhenger av hvordan VDC-systemet er integrert med hverandre og andre arbeidsprosesser. Dette er utfordrende, og Kunz og Fischer (2012) finner at prosjekter som regel har en lav grad av integrasjon.

Utover i prosjektet trekker Kunz og Fischer (2012) fram at man bør utvikle automatiske, databaserte metoder. Dette benyttes for å utføre rutinemessig utforming eller for å hjelpe til med byggingen av mindre fabrikkdeler. Automatiseringen gjør at større deler av prosjekteringsfasen prosjekteres raskere og mer pålitelig enn gjennom tradisjonell praksis. Samtidig vil VDC-arbeidsmetodene forankres hos de ansatte. (Kunz og Fischer, 2012)

I 2004 fant Blayse og Manley at det å skape en kultur som støtter innovasjon i bedriften, er et avgjørende element for at utfallet av implementeringsprosessen blir som ønsket. I en nyere studie fra 2008 trekker Manley det igjen fram viktigheten av at firmaet støtter prosjektet under implementeringsprosessen. Spesielt trekkes firmaets eier fram som en avgjørende aktør som burde støtte innovasjonen. Videre har Manley (2008a) vist i sin studie at det har vært avgjørende å ha en støttende kunde for implementeringen i prosjektet. På samme måte må entreprenører støtte underentreprenører for at implementeringen skal bli suksessfull (Manley, 2008a).

Det kommer fram i rapporten til CIFE fra 2006 og artikkelen til Aslam, Gao og Smith (2021) når de forskjellige VDC verktøyene og teknikkene bør implementeres. Aslam, Gao og Smith (2021) forteller blant annet at en tidlig implementering av 3D-modellen vil bidra til å visualisere prosjektets resultat under prosjekteringsfasen. På den måten blir det enklere for interessentene å bidra i implementeringsfasen (Aslam, Gao og Smith, 2021). BIM, prosess- og produksjonsledelse, ICE og prosjektmålene bør alle implementeres i tidligfasen av prosjekteringen (Khanzode *et al.*, 2006; Aslam, Gao og Smith, 2021). Det er derimot ikke beskrevet når metrics burde implementeres.

Når det kommer til hvordan man drar lærdom fra utførte prosjekter mener Kunz og Fischer (2012) at dette er vanskelig dersom prosjektet selv ikke kan rettferdiggjøre endringene som implementeres. De forteller at selv om endringen faktisk blir en suksess, vil det være

vanskelig å institusjonalisere lærdommene om prosessen for å benytte det på nye prosjekter. (Kunz og Fischer, 2012)

3.3.2 Kommunikasjon

For at VDC verktøyene og teknikkene skal kunne implementeres sammen på en god måte, mener Kunz og Fischer (2012) at prosjektets aktører må kommunisere og utveksle standarder. Andersson *et al.* (2016) mener at dersom det finnes nasjonale BIM-spesifikasjoner skal disse følges. Det samme mener Paul Chaffey som i 2019 uttalte: «Standardisering er en forutsetning for å ta nye ideer og løsninger i bruk, og sørger for at digitaliseringen skaper verdi» (Offergaard, 2019). Uttalelsen kom da Chaffey var statssekretær i Kommunal- og moderniseringsdepartementet i forbindelse med lanseringen av standarden NS-EN ISO 19650 Organisering og digitalisering av informasjon om byggverk, inkludert bygningsinformasjonsmodellering (BIM) – Informasjonsforvaltning med BIM (Offergaard, 2019). Standarden er en av flere BIM-standarder fra Standard Norge, og omtaler hvordan BIM kan benyttes til å håndtere og produsere informasjon i løpet av prosjektets levetid (Kodjeykova-Merriman, 2019). Standard Norge mener standarden bidrar til en mer effektiv og tydelig informasjonsstyring, både for arkitekter og entreprenører (Standard Norge, 2020).

Kunz og Fischer (2012) utdyper at det må foregå meningsfull deling av data mellom analyseprogrammer, produkt-, organisasjons- og prosess-modeller. Implementeringsprosessen krever at aktørene er forpliktet til å utveksle data mellom hverandre. Det må dermed tillates, og helst oppfordres til, å dele data. Dette kan medføre strategiske endringer i avtaler mellom partene. Noe av det som muliggjør denne prosessen er å benytte IFC som filformat, da det er et omforent format som de fleste brukte programmer i byggebransjen kan lese. (Kunz og Fischer, 2012)

Når det kommer til 4D-modeller av prosjektet mener Khanzode *et al.* (2006) at en tidlig implementering av dette vil føre til at prosjektgruppen kan kommunisere overordnede sekvenser og logistikk knyttet til prosjektet. I tillegg vil det legge til rette for kommunikasjon på både makro- og mikronivå (Khanzode *et al.*, 2006). På makronivå kan modellen brukes til å kommunisere problemer knyttet til material-bevegelser på riggplassen gjennom hele prosjektets levetid (Khanzode *et al.*, 2006). På mikronivå kan 4D-modeller benyttes til å demonstrere bygge-sekvenser for et område eller for et gitt tidsintervall av prosjektet (Khanzode *et al.*, 2006). Slik kommunikasjon vil føre til en transparent prosess som skaper et bedre samarbeid i prosjektet (Khanzode *et al.*, 2006). Andersson *et al.* (2016) mener bedre kommunikasjonsplattformer i kombinasjon med bedre teknologiske programvarer og maskinvarer vil øke prosjekteffektiviteten.

3.3.3 Visjon

Andersson *et al.* (2016) hevder i sin bok «Implementing Virtual Design and Construction Using BIM: Current and Future Practices» at en visjon for implementeringsprosessen av VDC skaper en «retning» for prosjektgruppen. Visjonen skal dermed ikke være et målbart mål. Dette gjør det enklere for prosjektgruppen å ta avgjørelser ettersom de har en større forståelse av prosjektets prosess og resultat. Andersson *et al.* (2016) mener videre at en manglende visjon for implementeringsprosessen i et prosjekt, antas å være bakgrunnen for prosjektets manglende suksess. Andersson *et al.* (2016) understreker også viktigheten av en visjon når man arbeider med programvarer som stadig oppdateres og er fleksible. Slikt arbeid krever en tydelig visjon og strategi (Andersson *et al.*, 2016). Kunz og Fischer (2012) forteller i sin rapport «Virtual Design and Construction: Themes, Case Studies and

Implementation Suggestions» at hvert selskap har fullstendig kontroll over sin egen VDC-visjon.

Utover visjonen trekker Kunz og Fischer (2012) fram at hvert prosjekt burde fastsette, måle og administrere et sett med eksplisitte mål. De anbefaler to til tre mål per prosjekt. Målene skal være spesifikke og utfordrende, samtidig som de er realistiske. For å oppnå de målene man har satt i prosjektet kreves det forpliktelse fra prosjektets interessenter. Kunz og Fischer (2012) mener målene bør gjøres offentlige slik at alle prosjektets aktører har innsikt i hva de styrer mot. Dersom målene oppnås, skal dette feires i prosjektet. Utover i prosjektets levetid skal prosjektgruppen evaluere målene. Videre trekkes det fram andre steder i rapporten at ledere og eiere av selskapene bør være med og sette de spesifikke målene for prosjektet. (Kunz og Fischer, 2012)

Kunz og Fischer (2012) mener det bør etableres metrics, både for visjonen til implementeringsprosessen og målene for prosjektet. Dette skaper en oversikt over hvorvidt man er på vei til å oppnå visjonen og målene, og naturlig gi rom for å vurdere hvorvidt visjonen og målene er oppnåelig. Eksempelvis kan måling av PPU være en indikasjon på om et mål om et spesifikt milepælstidspunkt er gjennomførbart, og det kan eventuelt settes inn tiltak for å oppnå målet. (Kunz og Fischer, 2012)

3.3.4 Planer

Kunz og Fischer (2012) avdekker at det å utarbeide en strategisk plan for VDC-implementeringen er et avgjørende element for å få ønsket effekt av VDC. På lik linje fant Ling (2003) i sin studie at det er viktig at innovasjonen implementeres på en godt planlagt måte. Andersson *et al.* (2016) beskriver dette som at det må foreligge en veileder, i form av et logisk strukturert dokument, som definerer en tydelig implementeringsplan for at VDC skal implementeres suksessfullt i på prosjektnivå.

Implementeringsplanen skal utarbeides av de ansvarlige for VDC i prosjektet (Andersson *et al.*, 2016). Andersson *et al.* (2016) trekker fram at dette som regel er prosjekt- eller prosjekteringsleder. Kunz og Fischer (2012) mener i tillegg at eierne av selskapet bør være involvert i utarbeidelsen av implementeringsplanen. De mener eierne skal kunne holdes ansvarlige for planen og at de skal sørge for at prosjektene følger den (Kunz og Fischer, 2012).

Andersson *et al.* (2016) mener at implementeringsplanen skal belyse alle krav og spesifikasjoner prosjektet skal følge. Planen burde inneholde definisjoner av prosjektets team-struktur, arbeidsstruktur i programvarer, standarder og krav for 3D-modeller inkludert retningslinjer for navngivning, ferdighetsnivå av modell, ansvarsområder, filorganisering og definisjoner av output data (Andersson *et al.*, 2016). Ling (2003) legger til at selv om planen skal utarbeides før prosjektet setter i gang, er det viktig at bestemmelsene i den er fleksible for at den skal være gjennomførbar på prosjektnivå.

Etter hvert som prosjektet utvikler seg kan man støte på situasjoner som ikke er skissert i implementeringsplanen. Hovedoppgaven til implementeringsplanen blir dermed å fungere som et sterkt fundament i implementeringsprosessen, tilpasset til prosjektets unike natur (Andersson *et al.*, 2016). Planen skal videre være dynamisk og oppdateres periodisk etter forhold som oppstår underveis (Andersson *et al.* 2016; Ling, 2003). Dermed er det viktig at det gjennomføres evalueringer av implementeringsplanen løpende (Ling, 2003). Det understrekes midlertid at ved oppstart av prosjektet er det viktig at det har vært enighet i prosjektgruppen knyttet til implementeringsplanen (Andersson, *et al.*, 2016).

Kunz og Fischer (2012) legger til at det også bør utarbeides planer for å nå visjonen og de fastsatte målene i prosjektet. Disse planene bør utarbeides på lik linje som implementeringsplanen, slik som beskrevet ovenfor. Både implementeringsplanen og planene for å oppnå prosjektets mål og visjon bør beskrive ansvarsområder. (Kunz og Fischer, 2012)

Ling (2003) mener det er avgjørende at innovasjoner ikke forhastes inn i prosjekter, ettersom det kan føre til at innovasjonen ikke blir implementert på en ordentlig måte. Det tar tid for prosjekter å få implementert en innovasjon, og prosjekter med en stram tidsplan kan ha vansker for å få implementert innovasjonen suksessfullt (Ling, 2003). Implementeringsplanen bør dermed ha et langsiktig tidsperspektiv og ikke gjennomføres i prosjekter med knapp tidsfrist. (Ling, 2003)

3.3.5 Prosjektgruppen

Kunz og Fischer (2012) mener det bør foreligge en sosial prosess mellom prosjektets interessenter for å kunne implementere VDC verktøy og teknikker blant de ansatte. For å sørge for gode relasjoner i og utenfor prosjektgruppen, mener Kunz og Fischer (2012) at man bør invitere alle relevante interessenter til et kick-off-møte ved oppstart av prosjektet. Her bør representanter fra prosjekteier, arkitekt, større entreprenører og potensielle brukere være representert. I møtet presenteres VDC-modeller og visualiseringer av prosjektet, som vil hjelpe interessentene til å kunne gi meningsfull og rettidige innspill på prosjektutformingen (Kunz og Fischer, 2012). Videre defineres prosjektets produkt, organisasjon og ordforråd for prosessen i generiske prosess- og produksjonsledelsesmodeller. Utover i prosjektet mener Andersson *et al.* (2016) at kunden og prosjektgruppen til entreprenøren burde samlokaliseres. Dette bidrar til at prosjektgruppen forstår kundens kultur på en god måte, noe som vil resultere i et tettere samarbeid (Andersson *et al.*, 2016).

Kick-off-møtet, større gjennomganger, samt ukentlig og daglige prosjekteringsmøter bør gjennomføres i et BigRoom med flere datamaskiner, ideelt med minst tre projiserte skjermer som alle deltakere kan se samtidig. Agendaer planlegges fra beskrivelser, analyser og vurderinger av produkt-, organisasjon- og prosess-problemer som vises i modellene. Alle relevante interessenter inviteres til prosjekteringsmøtene. (Kunz og Fischer, 2012)

Andersson *et al.* (2016) trekker fram viktigheten av hvordan prosjektgruppen er satt sammen. De mener at prosjektgruppens medlemmer ikke burde settes sammen tilfeldig, men basert på prosjektets størrelse, type, kompleksitet, kunde og lokalisering. Det legges til at det også kan være andre prosjektkrav som bestemmer prosjektets organisering. Deriblant menes det at prosjektgruppens grad av sofistikering må vurderes. Dette handler om hvorvidt prosjektdeltakerne innehar nok kompetanse om VDC, eller arbeidet som skal gjøres. Er prosjektgruppen lite sofistikert vil det virke negativt inn på implementeringsprosessen. (Andersson, *et al.* 2016)

Ling (2003) finner i sin studie at det er to hovedkategorier innunder graden av hvorvidt en innovasjon vil nyttiggjøre seg for prosjektet og prosjektgruppen. Disse to hovedkategoriene er: (1) Graden av interesse hos prosjektdeltakerne og (2) Arbeidsmiljø. Den viktigste kategorien er at prosjektdeltakerne selv er interessert i innovasjonen. Det kommer fram at det å være interessert i innovasjonen resulterer i at deltakerne har en økt forpliktelse til innovasjonen. Ifølge Ling (2003) skal man forplikte seg i en slik grad at det etableres ressurser for innovasjonen og visjonærer som kan lede innovasjonen. Det

understrekes at forpliktelsen ikke må avta etter hvert som implementeringen foregår, men holdes oppe gjennom hele implementeringsprosessen. (Ling, 2003)

Den nest viktigste hovedkategorien for at innovasjonen skal være nyttig for prosjektet og prosjektgruppen er arbeidsmiljøet til bedriften. Det trekkes fram at positiv lagånd og aksept ovenfor innovasjonen bidrar til et positivt arbeidsmiljø. En positiv lagånd vi sørge for at prosjektgruppen holder motivasjonen og interessen for implementeringen oppe, selv når man støter på problemer og hindringer. (Ling, 2003)

Manley (2008a) har også funnet at en nøkkeldriver for en suksessfull prosjektimplementering av nye teknologiske innovasjoner er firmaets miljø. Firmaets miljø består ifølge Manley (2008a) i stor grad av eksterne nøkkelaktører. Manley (2008a) definerer disse som kunder, forskningssentre, utdanningsinstitusjoner fagforeninger, leverandørpartnere, myndigheter og offentlige etater. Interaksjonen med disse aktørene i et prosjekt vil påvirke miljøet innovasjonen foregår i. Det konkluderes dermed med at tette og langsiktige samarbeid mellom prosjektgruppen og eksterne aktører er avgjørende for innovasjonssuksess. Videre er det viktig for firmaet å ha en strategi for å opparbeide seg nye forhold. (Manley, 2008a)

Kunz og Fischer (2012) mener at dersom underentreprenører har tette relasjon med både egne arbeidere og andre entreprenører, vil de produsere «maksimal verdi». Slike relasjoner mellom prosjektgruppen og underentreprenører kan ofte komme av å fokusere på en større involvering av produsenter i byggeprosjekter. Relasjonen mellom prosjektgruppen og underentreprenører blir dermed også avgjørende for at man kan oppnå den ønskede verdien av implementeringsprosessen. (Kunz og Fischer, 2012)

Til slutt har Andersson *et al.* (2016) funnet at oppfølging av prosjektgruppen er viktig for implementeringsprosessen. Oppfølging og tilbakemeldinger blant prosjektgruppen vil bidra til tettere relasjoner blant prosjektgrupped medlemmene. Videre gir en slik oppfølging en slags kvalitetskontroll hvor man får mulighet til å forstå om man utfører oppgaver riktig eller ikke. (Andersson, *et al.*, 2016)

3.3.6 Opplæring

Kunz og Fischer (2012) spesifiserer at alle interessenter må utvikle kompetanse til å kunne tolke de visuelle modellene i prosjektet. Dette mener også Andersson *et al.* (2016) som hevder suksessen til VDC avhenger av ferdighetene og kunnskapen til menneskene som er med i prosjektet fra start til slutt. De må både ha en forståelse av arbeidet, samt praktisk erfaring av hvordan det utføres (Andersson *et al.*, 2016). Personene som har ansvar for å utvikle og oppdatere modellen må være drevne i programmene som benyttes (Andersson *et al.*, 2016). Samtlige i prosjekterings- og produksjons-gruppen bør kunne benytte programmene (Andersson *et al.*, 2016). Dette er noe Ling (2003) også har kartlagt. Han fant at de prosjekterende burde besitte relevant teknologi, når det kommer til verktøy og kunnskap, samt når disse kombineres. Det er avgjørende at arbeiderne på prosjektnivå innehar nødvendige ferdigheter, og han trekker fram viktigheten av å organisere opplæring (Ling, 2003).

Selv om Andersson *et al.* (2016) trekker fram viktigheten av at de ansatte innehar VDC-ferdigheter, tydeliggjør han at VDC-praksisen i organisasjonen utvikles etter hvert gjennomførte prosjekt. Alle VDC-prosjekter burde vise til de lærdommene de har fått i prosjektet, for at organisasjonen hele tiden skal utvikle seg (Andersson *et al.*, 2016). Andersson *et al.* (2016) mener det burde utformes databaser med slike erfaringer. Manley

(2008a) fant også at eierskap til firmaets ikke-materielle eiendeler, slik som kunnskap, er avgjørende for en suksessfull implementering av innovasjon.

3.3.7 Engasjere til handling

Ved prosjektimplementering av nye produktinnovasjoner kan det oppstå hindringer (Rose og Manley, 2014). Rose og Manley (2014) trekker fram at slike hindringer kan i verste fall resultere i at implementeringsprosessen stoppes. De er derfor avgjørende at slike hindringer fjernes ettersom det dreper engasjement for nye endringer. I 2014 kartla Rose og Manley de tre største hindringene ved prosjektimplementering i Australiske infrastrukturprosjekter: (1) Restriktive anbudsvurderinger, (2) Uenighet om risikofordeling, og (3) Motstand mellom kontraktspartnere.

Med restriktive anbudsvurderinger mener Rose og Manley (2014) vurderinger av anbud som utelukkende baserer seg på pris. Når oppdragsgiver kun fokuserer på pris, mener forfatterne at det hindrer dem i å effektivt vurdere anbudene opp mot hverandre for å finne tilbudet som er «best for prosjektet». Videre vil et fokus på det rimeligste tilbudet resultere i en uvillighet hos tilbudsleverandørene til å framlegge anbud med fokus på andre ting enn pris. Motivasjonen for å satse på en ny innovasjon minsker ettersom det blir mer risikofyllt for leverandøren å levere slike anbud. Manley (2008b) fant også at anskaffelsesprosesser som fokuserer på relasjoner og kunnskapsflyt, vil gjøre det enklere å implementere innovasjoner suksessfullt. Effektive anskaffelsessystemer fokuserer derfor mye på relasjonsbygging og samarbeid (Manley, 2008b). Resultatet av dette er at flere kontraktspartnere fokuserer på økonomisk mest fordelaktig tilbud, og ikke det billigste tilbudet (Manley, 2008b).

Den neste største hindringen ved produktinnovasjon mener Rose og Manley (2014) er uenighet om hvem som skal påta seg risikoen ved innovasjonssvikt. Det viser seg at begge parter har en tendens til å ha en risikoaversjon når det kommer til nye innovasjonsprodukter. For å unngå dette må begge parter vurdere hvorvidt de kan påta seg ansvaret for innovasjonssvikt med de konsekvensene det måtte få for prosjektet. Uenighet om hvem som står ansvarlig ved innovasjonssvikt av nye produkter, vil dermed være en grunn til at man ikke satser på nye innovative løsninger. (Rose og Manley, 2014).

Den tredje hindringen handler om relasjonen mellom kontraktspartene. Det kommer fram fra studien til Rose og Manley (2014) at dersom partene i prosjektet har mistillit til hverandre, vil entreprenøren være mindre motivert til å foreslå nye produkter. På samme måte vil tiltakshaver være motvillig til å oppmuntre bruk av produkter foreslått av entreprenøren. (Rose og Manley, 2014).

Rose og Manley (2014) trekker fram at de tre hindringene som er kartlagt, tydeliggjør rollen til anbudssystemer og relasjoner i byggeprosjekter ved prosjektimplementering. De trekker fram at det burde fokuseres på andre anbudsvurderinger enn pris og å styrke relasjoner mellom partene i prosjektet (Rose og Manley, 2014; Manley, 2008b).

Videre mener Rose og Manley (2014) at økonomiske ressurser hos partene en faktor som bidrar til å hindre innovasjon. Manglende ressurser vil direkte kunne resultere i at det velges en anbudsvurdering som baserer seg på pris, og at man ikke vil påta seg ansvaret for produktinnovasjonen (Rose og Manley, 2014). Dette er også noe Manley (2008b) kartla i sin studie som en driver som virker negativt inn på implementeringsprosessen. Hun legger spesielt vekt på at det er viktig at aktørene i prosjektet har tilstrekkelige ressurser til å vurdere innovasjonsideer som andre aktører foreslår (Manley, 2008b). Denne evnen omtales ofte som absorpsjonskapasitet, og påvirker hvordan innovasjonen blir absorbert i

prosjektet (Manley, 2008b). Når det kommer til ressurser er det videre avgjørende at firmaer har en god teknisk infrastruktur rundt seg ved implementering av innovasjoner (Manley, 2008b). Det er en sammenheng mellom et godt teknisk nettverk og resultatet av innovasjonsprosessen. Teknisk infrastruktur kan eksempelvis være universiteter, forskningsinstitusjoner, offentlige etater eller fagorganisasjoner (Manley, 2008b).

Rose og Manley fant i 2012 at insentiver vil engasjere prosjektdeltakere til å gjennomføre handlinger som støtter implementeringsprosessen. Det trekkes fram at en økonomisk belønning er fordelaktig for å nå et felles mål. Rose og Manley (2012) mener et økonomisk insentiv kan eksempelvis være at tiltakshaver og entreprenør deler gevinsten etter endt prosjekt. (Rose og Manley, 2012)

Forskrifter og reguleringer som er ytelsesbaserte, i den forstand at de forklarer hvilken ytelse som kreves, gir en større fleksibilitet hos aktørene. Dette er i motsetning til forskrifter som forteller hvordan ytelsen skal oppnås. På den måten kan bedriften og prosjektet selv bestemme hvordan man skal gå fram for å oppnå ytelsen som kreves. Forfatteren mener en slik tilnærming sørge for at aktører oppdager nye og potensielt mer effektive måter å oppnå effekt på. (Manley, 2008b)

4 Resultater

Kapittelet presenterer relevante resultater fra forskningsintervjuer med fem informanter fra Betonmast. Funnene er organisert under de syv nøkkelementene for suksessfull prosjektimplementering av VDC, avdekket i det teoretiske rammeverket: Forankring, Kommunikasjon, Visjon, Planer, Prosjektgruppen, Opplæring og Engasjere til handling. Innenfor hvert nøkkelement er det belyst hvilke deler av implementeringsprosessen som har gitt positive og negative effekter. Først presenteres generelle funn fra samtlige prosjekter.

4.1 Generelle funn fra prosjektene

Samtlige informanter mener VDC er blitt implementert i prosjektene. De forteller at implementeringsprosessen startet i tidligfasen av prosjektene, og har vært en pågående prosess gjennom prosjekteringsfasen. Alle mener at VDC har bidratt positivt til prosjektene, og er noe de vil fortsette å bruke i andre prosjekter.

4.2 Forankring

Ved spørsmål om hvorvidt VDC-metodene og verktøyene er integrert med hverandre, mener to av prosjekteringslederne at de ikke har vært det. En av dem mener at for å få verktøyene og metodene til å være en del av en integrert prosess, må samtlige prosjektdeltakere i prosessen være innforstått med prosessens mål. Han forteller: «Det har vært litt sånn "one man show". [...]. Alt du gjør, alle elementene du putter inn er for å oppnå de målene, om det er ICE, planlegging, Last Planner, eller om du måler metrics eller innfører MMI er jo for at du skal forbedre en prosess for å nå et mål».

De to andre prosjekteringslederne mener derimot at VDC-verktøyene og metodene har vært integrert med hverandre. En av dem forteller:

Jeg mener de gjør det, det er i hvertfall det tanken vår er. At hele greia er en pakke også må vi da bruke de rette programvarene, bruke de rette type verktøy tenker jeg. Jeg tenker at VDC for oss er den helheten vi har laget med hele pakka, også er vi antagelig aldri gode nok. Helst ikke, for da blir det ikke bedre.

Samtlige mener VDC verktøyene og teknikkene har hatt en lav grad av automatisering. To prosjekteringsledere forteller at programvarene de benytter ikke snakker sammen og er ikke optimalisert for VDC. Dermed kan de ikke hente ut metrics fra programvarene, og må manuelt skrive over dataene i excel for å generere metrics.

En av prosjekteringslederne forteller derimot at det ble gjort forsøk på å benytte Power BI i prosjektet. Han vil gjerne ha flere målinger i Power BI og få automatisert deler av prosessen og mener dette snart er på trappene.

Det blir spurt om de prosjekterende kan benytte de "tradisjonelle metodene" istedenfor VDC-metodene. En av prosjekteringslederne sier nei, han mener de prosjekterende har blitt tvunget til å bruke VDC. En annen prosjekteringsleder forteller at: «Alle prosjekteringsmøter med Betonmast har vært med VDC-tankegangen i hodet. Om de har brukt internt sine andre metoder, det kjenner jeg ikke til for det vet jeg ikke».

Tre av prosjekteringslederne mener det har vært god støtte fra ledelsen i Betonmast. En av dem trekker fram at det er investert i et BigRoom med skjermer på hovedkontoret til Betonmast. To av dem trekker fram at Betonmast sin VDC og BIM ansvarlige i Norge har gitt mye støtte under implementeringsprosessen. En av dem trekker også fram at det har vært god støtte fra hans lokale selskap.

En av prosjekteringslederne trekker fram at prosjektlederen i prosjektet har gitt han full støtte når det kommer til implementeringen av VDC på prosjektet: «Prosjektlederen har vært veldig entusiastisk, [...] han har vært veldig positiv til måten jeg gjør ting på».

En av prosjekteringslederne forteller at ICE-møter er noe de faset ut utover i prosjektet. Han sier at nå som de er nesten helt ferdig med prosjekteringa, er det bedre å opprette ICE-møter etter behov, men at det ikke trengs et fast møtetidspunkt i uka med en fast møteagenda.

Prosjekteringslederen forteller videre at de fikk tilbud om å prøve et nytt lappeplanleggingsverktøy, Hoylu. Han sier at på dette tidspunktet hadde de allerede gjennomført Last Planner i et annet program, Miro, og det ble ansett som unødvendig å overføre lappene over i et nytt program. Dette ble besluttet selv om Hoylu kan vise avhengigheter mellom oppgavene, noe Miro ikke kan.

En annen prosjekteringsleder forteller at prosjekteringsgruppa var veldig positivt innstilt på å implementere MMI. Han sier derimot at de prosjekterende ikke var trygge nok på konseptet. Det endte med at MMI aldri ble ordentlig implementert i prosjektet.

En av prosjekteringslederne forteller at prosjektet ikke skal gjennomgå en evaluering når prosjektet er ferdig. Han sier at det i hvert fall ikke skal gjennomføres i Betonmast-sammenheng, hvorvidt det skal gjennomføres fra byggherrens perspektiv er uvisst.

En annen prosjekteringsleder forteller derimot at det skal gjennomføre en vurdering av prosjektet. Han sier:

Vi må jo det. Når prosjektet er ferdig må vi evaluere den prosessen vi har vært gjennom, det synes jeg. Jeg føler vi har gjort det litt underveis også, men kanskje litt mer internt mellom prosjektingeniøren og meg. Det har vært mer en intern diskusjon, å ta med de tilbakemeldingene vi har fått og prøve å vise at vi tar de litt alvorlig og gjøre noe med det. Til slutt må vi gjøre en evaluering [...].

Ved spørsmål om underentreprenørene har blitt fulgt opp, trekker en av prosjekteringslederne fram at de gjennomførte en opplæring for de som ønsket det på Dalux. Han legger til at Dalux er det eneste verktøyet underentreprenørene benytter.

4.2.1 Positive effekter av forankring

Prosjekteringslederen som forteller at de prosjekterende har blitt tvunget til å bruke VDC-metodene, mener dette har gitt positiv effekt. Han opplever at de prosjekterende faktisk har brukt VDC.

En av prosjekteringslederne som forteller at ICE-møtene etter hvert ble faset ut, mener dette har vært positivt. Han belyser at spesielt det å gjennomføre PPU etter hvert møte, ble unødvendig. Han forteller at det kunne ta opptil en time å avstemme planen, noe som var helt greit i store deler av prosjekteringsfasen, men ikke mot slutten.

Prosjekteringslederen som trekker fram at han har hatt full støtte fra sin prosjektleder, mener dette har vært viktig. Han sier: «Det hadde vært i hvert fall vanskelig hvis man må på en måte jobbe mot et system, da blir det i hvert fall demotiverende».

Prosjekteringslederen som mener prosjektet burde foreta en vurdering når det er ferdig mener effekten av det er at man blir bedre til neste prosjekt. Han mener videre at det å ta tempen på prosessen underveid fører til at de korrigerer prosessen løpende, når de ser at det er nødvendig.

4.2.2 Negative effekter av forankring

Prosjekteringslederen som mener at VDC-verktøyene og metodene ikke er integrert, med mindre de prosjekterende er innforstått med målene for prosessen, mener det har vært en negativ effekt av at han har vært alene på prosjektet om å implementere VDC. Han sier at det er han som har bestemt hva som skal gjøres ut ifra målene. Det burde heller, i følge han, være noe som ble bestemt sammen med de prosjekterende.

Den andre prosjekteringslederen som også trekker fram at VDC-metodene og verktøyene ikke er integrert med hverandre, mener også dette har vært negativt. Han forteller også hvor negativ det har vært at metodene ikke har vært automatisert:

En veldig god forbedring hadde vært om vi kunne gjennomført den lappeplanleggingen i Dalux med linker til de Daluxoppgavene og så automatisk generert metrics ut fra det. For det første er det et problem at man bruker Excel, alt manuelt, det er ikke noen gode verktøy per nå. [...] Vi ser at hvis vi skal integrere et annet system, for eksempel å bruke Dalux til kommunikasjon også bruke et annet system til planlegging, vil det være vanskelig fordi vi må få folk inn i en ny portal. Vi har fokusert på at i hvert fall Dalux skal folk inn i.

En av prosjekteringslederne som mener VDC-verktøyene har vært integrert med hverandre, trekker likevel fram noen eksempler på at verktøyene ikke er automatisert. Han forteller også at PowerBI var for utfordrende å benytte i prosjektet:

Det er fortsatt for vår del for mye manuell punching i metricsen. Vår prosjektingeniør jobba masse med å få dette automatisert. Vi hadde flere runder med Betonmast sin VDC og BIM ansvarlige i Norge om hvordan vi kan få Power BI automatisert. Hvordan vi kan ta ut metrics fra prosjektet. Hvordan vi kan overføre dataene fra avstemminger. Vi fant ikke noe og måtte å ta det direkte fra Dalux. Det måtte over i et Excel-ark også måtte det gjøres en del manuell jobb. [...] det at det ikke er automatisert, det er en delta ift. dette med metrics. At man kanskje kunne hatt mer bruk for det hvis man klarte å få til en automatisert prosess som ikke krevde så mye sånn bearbeiding av tallene først. Det var en litt krevende prosess å få det inn i Power BI. Jeg tenkte når vi starta at vi skulle kunne ta Power BI og se: "Okey, sånn er modellmodenhetsnivået nå, disse tingene er i flyt" og det gikk ikke så smooth som jeg hadde tenkt. Det er en ting som absolutt kan bli bedre.

Prosjekteringslederen som holdt seg til Miro, selv om Hoylu var et mer sofistikert program for lappeplanlegging, reflekterer rundt enkelheten til Miro. Han sier: «[...] det er kanskje litt enkelt, litt sårbart for feil. Hoylu har litt mer avhengigheter og kan kanskje knyttes enda mer mot VDC. Det var dumt at vi ble introdusert for det litt sent».

Prosjekteringslederen som forteller at de ikke fikk implementert MMI, innrømmer at det har vært negativt. Han forteller:

Jeg var ganske frustrert på et tidspunkt over at vi ikke hadde implementert MMI, jeg så på en måte hva det kunne gi meg av verdi også satt vi der med en modell som ikke hadde det. På en måte så angret jeg litt på at jeg ikke var mer på for å få det implementert, men det er vanskelig å se hva som kunne vært annerledes når man ikke har gjort det selvfølgelig.

Prosjekteringslederen som forteller at de skal gjennomføre en evaluering av prosjektet etter overlevering, mener at dette egentlig er for sent. Selv om han også sier det er nyttig for nye prosjekter, mener han det er avgjørende at det også gjennomføres vurderinger underveis i prosjektet.

4.3 Kommunikasjon

Ved spørsmål om noen av informantene har benyttet nasjonale BIM-standarder, svarer alle nei. En legger til at han ikke visste det fantes nasjonale BIM-standarder. En av prosjekteringslederne forteller derimot at de har utarbeidet en egen BIM-manual. Den er blitt utarbeidet løpende, og inneholder også VDC-elementer. Han sier:

Rett etter prosjekteringen var ferdig, eller når prosjekteringen var så å si ferdig, fikk vi en oppdatert BIM-manual med en del VDC-elementer, så den kommer jeg til å ta med meg. Der går det blant annet på MMI. Den manualen var helt basic, nullnivå og filmformat og filnavn.

En prosjekteringsleder forteller at istedenfor å utarbeide en VDC- eller BIM-manual, har prosjektgruppen "sittet i førersetet" og forklart hvordan de skal bruke VDC på prosjektet. Kun en av prosjekteringslederne foreller at det ble utarbeidet en manual for hvordan kommunikasjonen i prosjektet skulle foregå. Han forteller:

Vi lagde en sånn rutine på kommunikasjonen i prosjektet om hvordan man skulle gjøre planavstemning i Miro blant annet. [...]. Vi lagde en rutine på kommunikasjon og hvordan det skulle gjennomføres. Vi inviterte på Teams og gikk gjennom hvordan de skulle sende oppgaver i Dalux, hvordan de skulle legge opp lapper og leveranser og behov og sånn.

Samtlige informanter forteller at aktørene i prosjektet har kommunisert i 3D-modellen. To av prosjekteringslederne ville gjerne redusere antall eposter i prosjektene, og fokuserte derfor veldig på å få de prosjekterende til å kommunisere i Dalux. En av dem forteller hvorfor det å få ned antall eposter i prosjektet var et fokusområde:

[...] man logger på pc-en om morgningen også ser man bare det ligger en full boks der også begynner man å jobbe seg gjennom bunken. Det som skjer er at eposten får en prioritet foran det andre siden det er en så etablert kommunikasjonsmåte. Så selv om du hadde en plan for dagen så går du gjennom epostene også er det forventet et svar raskt. Nå har vi 30 konsulenter i dette prosjektet. Det er klart at hvis alle de har et spørsmål på epost blir man sittende og egentlig følge deres agenda hele tiden. Hver gang du sender ut epost er det noen som må følge din agenda. Målet er at vi skal legge opp alle oppgavene i Dalux med en frist og med en rotårsak hvis det ikke blir gjort. Hvis vi gjør det sånn så kan vi legge opp ting som kommer fram i tid. [...] Tanken er at det skal være en planlagt aktivitet. Du sender ut en aktivitet som kanskje skal skje om en uke eller i morgen. Det skal være en så transparent prosess som mulig sånn at alle skal kunne se historikken i en oppgave og at man skal kunne sette en tidsfrist. Istedenfor at det bare pøser inn oppgaver som ikke må gjøres nå.

Prosjekteringslederen sier at prosjekteringsgruppen har skrevet oppgave-lapper i 3D-modellen, som er tatt fra lappeplanleggingen. Hver lapp fikk et løpenummer i modellen.

Underentreprenørene kommuniserer også i 3D-modellen. En av prosjekteringslederne forteller at de skal kommunisere alt av avviksmeldinger, RUHer, varslinger osv. i Dalux. Samtlige informanter forteller at også kunden har hatt tilgang til 3D-modellen under hele prosjektet. En av dem forteller:

[...] det har vært et fokusområde å hele tiden. Å produsere modell, vise fram til dem og gi de tilgang til at de kan gå inn og se selv [...]. Så har vi gitt brukerne et verktøy for å faktisk klare å se hva de skal beslutte [...]. De har fått modell, de har fått plantegninger. De får se ting endrer seg, fra dag til dag nesten, og de har kunne følge prosessen.

En av prosjekteringslederne fortalte at de prosjekterende fikk sende mail når det handlet om økonomiske avklaringer. Han forteller:

Vi fikk lov til å kommunisere på epost på ting som gjaldt økonomi og endringer for det er ikke noe stort poeng at alle priser og sånn ligger ute i prosjektet for hele gruppa, det er ikke helt ryddig. [...]. Er det økonomi involvert kan vi si: "Punktet er besluttet, får økonomisk konsekvens, se endringsmelding 41" for eksempel.

To av prosjekteringslederne forteller at de bevisst ikke har kalt arbeidsmetodene for VDC. Den ene sier at de fryktet at spesielt byggherren skulle synes det var veldig skummelt, ettersom han snart er pensjonist. Den andre forteller også at valget er gjort fordi VDC kan oppfattes som noe skummelt. Han sier:

Når jeg har implementert det internt har jeg vært veldig fokusert på å ikke kalle det VDC, for VDC kan høres litt skremmende ut. [...]. Og det her med ICE og trebokstavforkortelsene. Men det å kalle det for det det er og heller styre prosessen i forhold til VDC har vært viktig altså. Det å legge fokuset heller over på prosessen, altså måten man har tenkt å gjøre ting på. Hvordan man skal ha prosjekteringsmøtene: "Jo, vi har tenkt å ha en lappeplanlegging i forkant også har vi tenkt å ha en plansjekk på prosjekteringsmøtene også har vi tenkt å ha en fast agenda som sendes ut slik at folk er forberedt".

Ved spørsmål om hvordan bruken av VDC er blitt kommunisert til andre aktører, mener en av prosjekteringslederne at de pyntet litt på sannheten i forhold til effektene av VDC når de solgte dette inn til byggherren. De gikk hardt ut og fortalte om hårete mål de hadde i prosjektet, selv om disse ikke var verifisert enda. En annen prosjekteringsleder forteller at de bare stilte krav til bruk av VDC i kontraktene.

4.3.1 Positive effekter av kommunikasjon

Prosjekteringslederen som forteller at de har utarbeidet en BIM-manual på prosjektet mener dette bidro til å få mer informasjon ut av modellen. Han utdyper at denne informasjonen som regel går tapt i prosjekter, ettersom man tradisjonelt kun laget 3D-modeller for å visualisere prosjektet. BIM-manual er på et grundig nivå, og han mener det har vært nyttig for de prosjekterende. Han hevder: «Hvis man følger den så blir det ganske bra [...]».

Prosjekteringslederen som forteller at de har utarbeidet en rutine for kommunikasjonen i prosjektet, forteller at det har vært nyttig. Han belyser fordelen med manualen: «For noen var lappeplanlegging nytt og for noen var VDC helt nytt så det ble en noe som jeg tror også vi lærte ganske mye av».

Samtlige informanter mener at kommunikasjonen i 3D-modellen har vært utelukkende positiv, og en av prosjekteringslederne mener dette har vært et suksesskriterium. En annen prosjekteringsleder hevder at 80 til 90 % av kommunikasjonen har foregått i 3D-modellen i form av oppgaver. En effekt av dette trekkes fram av en prosjekteringsleder som forteller at han bruker mye mindre tid på å skrive møtereferater ettersom alt skrives i Dalux. Han legger til at dette medfører at: «jeg jobber heller med de tingene jeg skal gjøre». En annen forteller effekten av å kommunisere i 3D-modell:

Jeg kan enkelt se antall oppgaver i spill, hvilke har gått ut på frist, noen kan vi lukke, noen er ikke sendt videre. Også kan jeg bruke det til å se hva som skjer neste uke, hvor mange oppgaver har hvert fag den uka. [...] da kan vi se om noen har veldig mye den uka som kommer og om vi burde flytte noe. På den måten korrigerer vi prosessen underveis.

Det var flere av de prosjekterende som også merket en positiv effekt av å kommunisere direkte i 3D-modellen i Dalux. Prosjekteringslederen forteller at de hadde en

brannkonsulent som syntes dette var veldig effektivt. Han jobbet i flere forskjellige prosjekter og med denne måten å kommunisere på fikk han enkelt oversikt over prosjektet, i motsetning til bruk av eposter.

Prosjektlederen trekker fram at det har vært fint at det har vært færre eposter i omløp. Han mener:

Det fine med kommunikasjonen er at du slipper mengden eposter også slipper du det som er kommunisert på en epost, men ikke er fulgt opp. I noen prosjekter kan du ha aksjoner som er sendt, men som ingen har tatt aksjon på også går det en stund før han som har sendt aksjonen registrerer at det ikke er gjort noe. Det er veldig mye mer sannsynlig at ting blir håndtert og fanget opp tidligere på den måten vi gjør nå. Det er absolutt en fordel.

Det at mye av kommunikasjonen fra underentreprenørene også har foregått i 3D-modell er også noe en av prosjekteringslederne mener har vært positivt. Han sier at veldig mange har høy kompetanse på dette, og at det i utgangspunktet ikke finnes en enklere måte å kommunisere avvik, RUHer eller andre ting på.

Fire av informantene forteller at de utelukkende hatt positiv effekt av at kunden har hatt tilgang til 3D-modellen. En av dem legger fram fordelene:

Det å kunne vise 3D-modell til kunden har vært veldig viktig for oss. Byggherren er veldig glad for å bare kunne komme inn i tegneprogrammet til arkitekten med de verktøyene som finnes, det har vært helt umulig før. Det gir en veldig god effekt. [...] Det kom for eksempel en kommentar om en innkjøring til en port på søndagskvelden som sier at: "Denne innkjøringen til den porten her ser vi ikke fungerer for vi har en 36 m lang et eller annet som gjør at vi ikke får til en snusirkel her". Når vi gjør om på et så tidlig stadium koster det ikke noe å gjøre om. Effekten er at vi har fått med oss byggherren og de viktigste brukerne og avdelingsledere. [...] Så har vi gitt brukerne et verktøy for å faktisk klare å se hva de skal beslutte [...]. [...] det har vært et av suksesskriteriene for at vi skal kunne lykkes, det at kunden har tilgang til 3D-modell og kunne visualisere seg ting.

Prosjektlederen er enig i at det har vært gunstig å inkludere byggherren inn i 3D-modellen. Han beskriver effekten som følgende: «Jeg har veldig trua på det og at byggherren har stor nytte av det når de skal ta beslutninger». Han mener at dette er en av de viktigste parameterne for deres del, ettersom det trikker beslutninger fra byggherren.

En annen prosjekteringsleder forteller at det har vært avgjørende å ha en 3D-modell når det kommer til kommunikasjon under koronaviruspandemien. Han sier: «Jeg har oppfordret veldig til å vise fram skjerm: "Vis fram skjermen og forklar hva du mener", har jeg sagt masse. Det er veldig effektivt å jobbe på den måten». Dette er en annen prosjekteringsleder enig, som mener at det å kunne kommunisere sammen med den visuelle modellen har vært veldig bra. Han forteller:

Jeg har brukt så mye tid før på å forklare, redegjøre, skissere. Så for meg er det en helt annen verden, jeg kan ta et utsnitt av en modell, legge det i en mail, legge det på Teams eller vise fram modellen på Teams – hva som helst egentlig. Det tar antakelig en brøkdell, for min del, av den tiden det tok før å formidle noe som jeg mener vi kanskje må endre på eller fullføre eller gjøre noe med.

Prosjekteringslederen som fortalte at hver lapp i 3D-modellen fikk et løpenummer, mener det har vært nyttig ettersom det har ført til at man enkelt kan lage forskjellige filtre i modellen. Han forteller også at det har gjort det enklere å se hvor mange oppgaver som er i spill til enhver tid.

Prosjekteringslederen som lot de prosjekterende sende epost når det angikk økonomiske avklaringer, mener det har vært en grei måte å gjøre det på. Han sier: «Da sørger man for at man har en slags logg over førte saker». Han forteller at det var mer ryddig at det økonomiske ikke lå synlig tilgjengelig for alle aktørene i prosjektet.

Prosjekteringslederen som fortalte at Dalux ikke hadde notifikasjoner på oppgaver som ble etablert, forteller at det nå er etablert en slik notifikasjon. Han sier:

Jeg vet ikke om våre bønner ble hørt, men i hvert fall så kom det som en funksjon i en oppgradering til jul. Det er ikke helt rett fram å kommunisere sånn, men det går veldig mye bedre etter vi fikk den notifiser-løsningen. Tre, fire måneder inn i prosessen fikk vi en kjempehyggelig tilbakemelding fra hovedarkitekten, som hadde vært svært negativ. Hun var veldig positiv og sa at dette var et eksempel til etterfølge som de hadde anbefalt andre å bruke.

Prosjekteringslederen som bevisst har valgt å ikke kalle arbeidsmetoden for VDC, mener det har gjort at de prosjekterende er mer positive til metodene. Han forteller:

Det biter folk bedre på enn: "Ja, vi skal ha en ICE-sesjon og vi skal LPS og vi skal måle PPU og vi skal gjøre ditt og datt", "Okey, hva er det?". Så det å forklare det på en ordentlig måte, da selger det seg selv inn for man kan liksom ikke være uenig i det VDC står for. Det er på mange måter ikke noe nytt, men samtidig er det litt revolusjonerende fordi man styrer prosessen på en helt annen måte.

Prosjekteringslederen som forteller at de gikk hardt ut med å kommunisere effekten av VDC til byggherren, mener det har gitt prosjektgruppen et press til å faktisk kunne levere slike resultater. Videre legger han til at det å satse høyt har resultert i at flere prosjekterende har oppdatert programvarene deres.

4.3.2 Negative effekter av kommunikasjon

Prosjekteringslederen som forteller at de ikke har brukt VDC- eller BIM-manual i prosjektet, mener han har hatt såpass god kontroll på metodene, at han ikke har trengt en veileder. Han legger derimot til at det kan være andre i prosjektet har følt på at det har manglet.

Det at lappene i 3D-modellen er de samme som fra lappeplanleggingen, og at lappeplanen ikke er knyttet opp mot modellen, har ført til at man manuelt må lage nye lapper i modellen. En av prosjekteringslederne trekker fram at dette er negativt, han sier: «Når jeg satt og manuelt satt og plottet inn hver lapp er det viktig at man skriver nøyaktig det som står på lappen, at det ikke mistolkes eller misoppfattes».

Prosjekteringslederen som fortalte at det ikke fantes notifikasjoner i Dalux, mente at det førte til at folk sendte eposter når en oppgave ble etablert. Han sa at man fortsatt kunne ringe, men de færreste gjorde dette. Han mener at når de prosjekterende sendte eposter undergravde de hele systemet de har prøvd å bygge opp.

4.4 Visjon

Ved spørsmål om caseprosjektene har etablert noen visjon for implementeringsprosessen, forteller en av prosjekteringslederne at: «vi hadde et mål om å ta ned tiden for prosjektering [...]. Målet er at vi skal være ferdig mer eller mindre, til sommeren i år». Prosjekteringslederen utdyper at tanken rundt visjonen har vært å få en raskere prosess og å gjøre den så oversiktlig som mulig.

Prosjektlederen som er intervjuet forteller, i likhet med prosjekteringslederen, at man ønsket å gjøre prosessene i prosjektet mer effektive: «Jeg vet ikke om det ble manifesta

så veldig hva det [visjonen] skulle være, men det er klart vi ønsker jo å være effektive og få gode prosesser».

En annen prosjekteringsleder mener visjonen for deres prosjekt har vært å: «ha en byggeprosess digitalt før vi begynner å bygge». Han forteller at visjonen var å utarbeide en digital tvilling som er helt lik det ferdige bygget.

En annen prosjekteringsleder forteller at deres visjon har simpelthen vært å gjennomføre, eller implementere, VDC. Prosjekteringslederen legger til at det har vært viktig for han å sørge for at de har et felles mål med byggherren. Derfor gjennomførte de en veldig grundig kartlegging av «client objectives». Prosjekteringslederen forteller:

På det tidspunktet når vi besluttet eller virkelig igangkjørte VDC, så var egentlig prosjektmålet og byggherre-målet etablert, men det, kall det målstyringsdokumentet vi hadde fra kick-offen var litt sånn vagt. [...]. Jeg brukte litt tid på å få systematisert det og få det ned til én, tre, fire konkrete ting på hva som er viktig.

Utover visjonen kommer det fram at det er etablert flere mål for implementeringsprosessene. En av prosjekteringslederne forteller at de hadde et mål om få de prosjekterende vekk fra epost. Bakgrunnen for dette var at prosjekteringslederen vanligvis får så mange eposter at det er vanskelig å få oversikt over hva som faktisk foregår i til enhver tid i prosjektet.

En annen prosjekteringsleder mener det har vært et mål for implementeringsprosessen å: «gjennomføre et prosjekt med å bruke VDC sånn som det var ment i læreboka». Med dette mener prosjekteringslederen at han har "gått ut ganske høyt", med et fokus på å gjennomføre VDC-metodene slik de er beskrevet på kurs.

En annen prosjektleder trekker fram at han hadde et VDC-mål om å gjennomføre et Last Planner-opplegg. Han fikk Betonmast sin VDC og BIM ansvarlige til å bistå i sesjonen. Han forteller at de fokuserte mye på å få deltakerne forberedt før sesjonen:

Vi jobbet veldig mye med å forklare prosessen, forklare agendaen, forklare hvordan dagen ble inndelt, hvordan vi kom til å gjøre det. Sånn at alle visste hva de kom til, og det at alle stiller forberedt. At de har sine leveranser og gjøremål klare på forhånd, sånn at de ikke dukker opp der også skal de sitte og begynne å tenke og bruke tid på den prosessen.

Informanten forteller videre at det ikke ble gjennomført Last Planner for utførelsesfasen. Det ble derimot gjennomført Last Planner for slutfasen. Prosjekteringslederen kommenterer at denne Last Planner-sesjonen ikke ble gjennomført "etter boka" slik som sesjonen for prosjekteringsfasen. To av prosjekteringslederne forteller at det ikke er etablert spesifikke VDC-mål.

Ingen av informantene kommenterer at det er etablert metrics for å sørge for at visjonen eller VDC-mål oppnås. Ved spørsmål om dette forteller en av prosjekteringslederne: «Det har vi ikke. Det er et godt poeng, det burde vi sikkert hatt. Vi har ikke satt noen "benchmark"». En annen prosjekteringsleder belyser muligens hvorfor dette er tilfellet:

Metrics er en del av prosessen, men det er ikke alle her som er like drilla på det. Der har vi bare noen få ressurspersoner som gjør de rent tekniske tinga, så jeg tenker vi har en vei å gå med brukervennlighet og overføring av erfaring. Det kan ikke være sånn at vi har alt for mye teknisk fokus, vi må lære å bruke produktet og så må det være fokus på prosessen. Det er jeg litt opptatt av, at det ikke blir så omfattende.

En av prosjekteringslederne sier imidlertid at de har vært ute med pekefingeren for å sørge for at målene for implementeringen blir nådd.

4.4.1 Positive effekter av visjon

Prosjekteringslederen i prosjektet hvor visjonen var å få ned prosjekteringstiden, forteller at effekten av visjonen har vært nettopp dette – de har fått ned prosjekteringstiden. Han mener de har vært mer effektive enn i et tradisjonelt prosjekt, og hevder de har spart to hele måneder.

Prosjektlederen som hevder det ikke ble manifestert en spesifikk visjon for prosjektet, men som ville at prosjektet skulle være effektivt og ha gode prosesser, mener effekten av dette også er at det faktisk har skjedd. Han peker på et konkret eksempel:

Første mars 2021 hadde vi et møte med endring av layout kantinekjøkken, og vi hadde sendt ut et forslag til ny layout til alle de tekniske og kjøkkenkonsulentene på forhånd også fikk de forskjellige aksjoner. Vi hadde egentlig satt av to timer til et møte som vi ble ferdig på tre kvarter og da var det ingen tvil hvilke aksjoner som lå etter møtet og byggherren var trygg på det som ble presentert og de beslutta det som skulle til.

Effekten av visjonen til prosjekteringslederen som ville ha en digital byggeprosess før prosjektet bygges fysisk, mener han er at de har luket bort flere feil som i andre prosjekter ville blitt avdekket på byggeplassen:

Du har på en måte bygget klart til utøvelses-teamet kan du si i prinsippet. Alle feilene er luka bort og alt er gjort, alle dårlige løsninger er fjerna, alt er planlagt hvordan det skal gjøres, rekkefølger, materialbruk, alt mulig, sånn at man egentlig bare kan kjøre kontraheringsprosess og framdrift på byggeprosess.

En av prosjekteringslederne understreker hvor viktig han mener det er å sette mål i prosjektet. Han sier: «Man kan ha et inntrykk av hva de [byggherren] ønsker seg, men så må man spørre for å få røyka ut hva er det faktisk som er det viktigste. Det å faktisk skrive det ned og jobbe mot det, det tror jeg er en viktig del av prosessen».

Prosjekteringslederen som satte et mål om å gjennomføre en Last Planner-sesjon forteller at en slik grundig planlagt lappeplanlegging førte til en god koordinering av prosjekteringsprosessen. Han sier at man ganske tidlig kunne skjønne hvilke datoer man måtte sette av tid til å gjennomføre ICE-møter for eksempel. Prosjekteringslederen legger også til at man får avdekket feil rekkefølge og krasj knyttet til oppgavene tidligere: «[...] man får rådgiverne til å snakke sammen og koordinere i forhold til rekkefølge. RIBen kan ikke levere fundamenteringsplan før arkitekten har tegnet alt [...]. Det får man avdekket, oppgaver som er avhengige». Dette mener prosjekteringslederen medfører at de prosjekterende i større grad setter av tid til å jobbe med oppgavene:

En arkitekt har kanskje fem andre prosjekter, så det at vi klarer å definere han eller hennes leveranseplan er utrolig viktig, for hvis ikke sitter vi der og trenger arbeidstegninger, men så har ikke arkitekten tid til å gjøre det før uka etter. Da får du en forsinkelse i alle leddene. Det å sette av tid: "Okey, her ser vi nå i uke 12 skal du levere masse ting. Da har ikke du tid til noen andre ting". Da får man på en måte reservert tid hos rådgiverne [...].

Til slutt legger prosjekteringslederen til at en Last Planner-sesjon fører til et større eierskap hos de prosjekterende: «[...] man føler et større eierforhold, ansvarsforhold, hvis man har en lappeplanlegging for da er det faktisk du som har skrevet på lappen og satt den på den uka».

4.4.2 Negative effekter av visjon

Prosjekteringslederen som brukte mye tid på "client objectives" forteller at effekten av denne visjonen medførte en del ekstraarbeid. Byggherre-målene måtte revideres i ettertid

for å sørge for å konkretisere nøyaktig hva byggherren ønsket seg, han forteller: «[...] det tror jeg kanskje er noe av det vanskeligste med VDC, å få etablert gode mål tidlig nok, for alt annet med VDC handler om de målene du etablerer».

Prosjekteringslederen som hadde et mål om å gjennomføre VDC slik det står i læreboka, fant etter hvert ut at det fungerte dårlig: «Vi starta liksom ganske høyt med å kalle inn til ICE-sesjoner og fant ut at det funkete dårlig. Der måtte vi gjøre om». Han forteller at de fortsatt gjennomførte ICE-sesjoner, men at man introduserte VDC-metodene mer forsiktig og gradvis utover i prosjektet.

Prosjekteringslederen som hadde et mål om å gjennomføre et Last Planner-opplegg forteller at det har vært en negativ effekt at sesjonen ikke ble gjennomført "etter boka" for slutfasen. Han forteller: «Det merker jeg litt nå at det var litt for lite styring og forberedelser til den sesjonen, og det ser jeg nå uten at jeg har noen konkrete mål på det dessverre, at vi har utsatt arbeidet en uke allerede i forhold til det som var planen».

En av prosjekteringslederne mener de har hatt for vage mål for implementeringsprosessen. Han tror at prosjektgruppen kunne fått enda flere fordeler fra VDC-implementeringen dersom de hadde spikret tydeligere mål. Han forteller: «Hadde vi vært litt mer tydelig på målene, tror jeg man kunne sett enda mer effekt».

Når det blir spurt om prosjektene feirer ved oppnådde mål, er det ingen som har gjort det. Flere trekker derimot frem at dette er en konsekvens av koronaviruspandemien, og at de vanligvis ville vært flinkere på dette. En forteller: «Normalt burde man feira det med kake og hatt det litt hyggelig».

4.5 Planer

To av prosjekteringslederne forteller at de har utarbeidet lappeplaner med Last Planner-prinsippet. Det er benyttet involverende planlegging hvor de prosjekterende har vært med å fastsette tidspunkt for oppgavene. En av prosjekteringslederne forteller at planen har vært et dynamisk dokument og forklarer: «For hver uke kommer det opp nye leveranser og behov og hver uke avstemmes de leveransene som er gjort». Prosjekteringslederen forteller også at det er lagt inn beslutningsfaser for byggherren. Det er da prøvd å se bakover og forså når de må ha underlag.

Prosjekteringslederen meddeler videre at det er utarbeidet en MMI-plan i prosjektet som tar utgangspunkt i milepælene fra hovedframdriftsplanen. Prosjekteringslederen forteller: «Den er ganske overordna da, MMI-planen, den sier: "Det skal være MMI 300 på plan 1"». Det ble også prøvd å bruke en plan til, en prosjekterings- og tegningsleveranseplan. Tanken var å knytte den opp mot MMI. Det ble derimot brukt veldig mye tid på å utarbeide en modelleveranseplan, noe som gjorde at prosjekterings- og tegningsleveranseplanen ble nedprioritert:

Den modelleveranseplanen har vi brukt mye tid sammen i prosjekteringsgruppa. Den springer ut fra hovedframdriftsplanen med en idé om bakoverplanleggingsprinsippet. At vi sier at: "Dette er fristen for arbeidstegning. Når må modellen være MMI 400?".

En annen prosjekteringsleder trekker fram at de også har styrt etter milepæler. Han understreker at de har en tradisjonell framdriftsplan og mener de har de samme milepælene som et tradisjonelt prosjekt. Han forteller at forskjellen mellom dette VDC-prosjektet og et tradisjonelt prosjekt er hvordan de styrer etter milepælene.

En annen prosjekteringsleder trekker fram at de har benyttet en annen type plan. Den kalles en sonemodell. Informanten meddeler at de har hatt med en BIM-konsulent som fasilitator under dette arbeidet:

Det vi gjorde med fasilitatoren var at han lagde en prioriteringsmodell sånn at vi hadde soner, områder, så satte vi lappene med milepæler i forhold til sjakter for eksempel, trappekjerner, bæresystem, sånne type ting, slik at man hadde kontroll på rett område først. Også får man avdekka hvilke kriterier og hva vi har til disposisjon. [...] Så legger man delmål på det [området], sånn at ikke alt blir like viktig på en gang.

To av prosjekteringslederne som har brukt lappeplanlegging forteller at planene inneholder fordeling av ansvarsområder. Den ene sier planen er fordelt mellom arkitekt, RIV, RIE osv. Den andre forteller at ansvarsområdene fordeles underveis i lappeplanleggingssesjonen:

Når vi driver og planlegger så har vi et tankesett om at: "Hva trenger du for å kunne levere det her?". [...] Så hele tiden når vi har den planleggingsbiten og har en milepæl, så spør du: "For at du skal levere igangsettelsestillatelsen, hva trenger du da fra andre?", "Jo jeg trenger samsvarserklæring fra prosjektering til de og de fagene". Så går vi til de fagene og spør: "Hva trenger du for å kunne levere din samsvarserklæring til den og den datoen?", "Da må jeg prosjektere ferdig", "Hva trenger du for å prosjektere ferdig?", "Da trenger jeg det og det og det".

Samtlige informanter forteller at prosjektene hadde en stram tidsplan. En av dem legger til at dette ikke er noe uvanlig. Han sier: «alle prosjekter har en stram tidsplan». Alle informanter forteller videre at de rapporterer metrics løpende til prosjektgruppen. Det fortelles at det gjøres etter hvert møte, ofte ukentlig. Kun en av prosjekteringslederne forteller at byggherren også har tilgang til metricsen, mens ingen forteller at ledelsen i Betonmast har hatt tilgang til metricsene.

4.5.1 Positive effekter av planer

En av prosjekteringslederne som har utarbeidet en Last Planner-plan mener planen har gitt flere positive effekter enn tradisjonelle planer:

Den synes jeg har vært mer spennende og levende enn en tradisjonell plan som har alle aktivitetene som vi pøser ut: «Dette er planen dere skal forholde dere til». Vi har involvert prosjekteringsgruppa mye mer i å jobbe fram det underlaget de skal levere. [...] Det som er med planen er at den blir mer ferskvare enn en tradisjonell fremdriftsplan. [...] den planen her den går du inn i hver uke og justerer den enten framover eller bakover, så den er til enhver tid justert og du kan også se veldig tydelig hvilke oppgaver som er gjort.

Prosjekteringslederen legger til at det har vært en morsom måte å jobbe på og han har veldig troen på at det dette er en effektiv måte å planlegge byggeprosjekter på.

En av de andre prosjekteringslederne som styrte prosessen etter milepæler i framdriftsplanen, har også veldig gode erfaringer: «Vi har opplevd det at vi har hatt en ekstremt høy leveransehastighet, og de tingene vi har puttett inn i planen har folk levert på gang på gang. Det har overaska meg egentlig hvor godt de har levert.»

Prosjekteringslederen som har hatt en sonemodell i sitt prosjekt mener dette har bidratt til at det kommer tydeligere fram hvilke mål de prosjekterende skal jobbe med. Det blir mer konkretisert. Han eksemplifiserer: «I en prosjekteringsgruppe vil nok alltid en arkitekt henge seg opp i en detalj som egentlig er helt irrelevant, som bare blir sånn tidstyv».

Det at planene fordeler ansvarsområder trekker en av prosjekteringslederne fram som noe positivt. Han forteller at dette gjør at planen er enkel å styre etter. Man ser enkelt når man

skal opprette ICE-møter og hvem som burde delta. Ifølge han tydeliggjør det prosessen og gjør at man raskere oppnår beslutninger.

Samtlige informanter mener den stramme tidsplanen ikke har vært noe negativt, men snarere noe positivt for VDC. En av prosjekteringslederne forklarer: «Den stramme tidsplanen lager på en måte en mulighet for VDC». En annen prosjekteringsleder forteller at det er kult å kunne vise til andre at prosjektet har blitt gjennomført mye raskere enn det andre har sett for seg, på grunn av at de har benyttet VDC.

4.5.2 Negative effekter av planer

En negativ konsekvens av en dynamisk plan mener en av prosjekteringslederne er at ettersom den justeres hver uke, er det vanskelig å se langt nok fram. De prosjekterende fokuserer på den kommende uken, og glemmer å ha et langtidsperspektiv på arbeidet.

Prosjekteringslederen forteller videre at prosjekterings- og tegningsleveranseplanen ble for komplisert. Det ble for mye jobb for prosjekteringsgruppa å utarbeide planen og de endte med å kutte den ut. Prosjekteringslederen mener videre at det har vært en negativ konsekvens at modell-leveranseplanen i prosjektet har fått for mye fokus. Detaljtegningene, som også skal utarbeides, fikk nemlig et mindre fokus. Noe som har resultert i at de nå må få spikret tegningsleveranseplanen, slik at alle detaljtegningene faktisk blir levert før prosjekteringsfasen er ferdig.

Den ene prosjekteringslederen trekker fram at de har hatt for få milepæler i lappeplanen. Han meddeler:

Det har vært litt vanskelig for gruppa å legge opp lappene sine og det har vært litt jobb å dra ut leveransene fordi det har vært for store og for få milepæler for gruppa. [...] Man må sammen i prosjektet sette flere milepæler, det vil gjøre prosessen lettere.

En av prosjekteringslederne mener den stramme tidsplanen har gjort implementeringen av VDC mer krevende. Han sier: «Det som var litt utfordringen for min del var at jeg hadde vært på et kurs og skulle implementere et prosjekt som allerede er litt i gang. Så jeg følte meg alltid litt sånn bakpå».

4.6 Prosjektgruppen

To av prosjekteringslederne forteller at de ikke fikk gjennomført kick-off-møte med prosjektet grunnet koronaviruspandemien. En av prosjekteringslederne forteller at de vanligvis pleier å ha et kick-off-møte hvor målet er å bli kjent med aktørene man skal jobbe sammen med i prosjektet. Tradisjonelt har man da gjennomført en hyggelig aktivitet og presentert prosjektets prosess. Informanten forteller at dette var utfordrende å gjennomføre på Teams, og det ble til at prosjektgruppen heller ringte byggherren og hørte hva som var viktig for dem i prosjektet.

To andre informanter forteller at de fikk gjennomført kick-off-møter på deres prosjekter. En av dem meddeler imidlertid at den originale planen, om å oppholde seg tre dager på Ørlandet, ikke kunne gjennomføres. I stedet ble det gjennomført et plenums kick-off-møte på Teams. Her ble blant annet hovedframdriftsplanen planlagt. Den andre informanten forteller om kick-off-møtet på sitt prosjekt: «Vi hadde ganske tidlig en kick-off på prosjektet med egentlig både byggherren, konsulenter og rådgivere. Den kick-offen var en sosial sammenkomst».

Ved spørsmål om hvordan prosjektgruppene har blitt satt sammen, forteller to av prosjekteringslederne at sammensetningen ble vurdert ut ifra de ansatte og prosjektet. En

av dem forklarer: «Vi settes sammen sånn som det passer best for det prosjektet i forhold til den totale kompetansen, det tror jeg det går an å si at vi er opptatt av». Prosjekteringslederen mener til Betonmast har opparbeidet god kunnskap hos de ansatte. Det er rekruttert både nye og erfarne om hverandre, som har skapt en kultur for å utveksle kunnskap. Han forteller at dette skaper nysgjerrige ansatte og en stor takhøyde i selskapet. Det legges videre til at det fokuseres mye på personlig utvikling hos de ansatte i Betonmast, for at man skal ha gode folk ute på prosjektene.

De to andre prosjekteringslederne mener sammensetningen av prosjektgruppen har vært mer tilfeldig. En av dem utdyper:

Først og fremst så, når vi får et prosjekt, må den daglige lederen vår se litt på hvem vi har tilgjengelig, hvilke ressurser har vi som ikke er på andre prosjekter også må han sette sammen. Men det er klart man ser jo på både gruppesammensetning, at folk har jobbet sammen før kanskje eller som fungerer godt sammen eller basert på kunnskap. Man prøver å sette sammen en god gruppe basert på de ressursene som er tilgjengelig.

Når det kommer til hvilken kunnskap prosjektgruppens medlemmer hadde om VDC før oppstart av prosjektene, forteller en av prosjekteringslederne at det kun var han som hadde erfaring. To andre prosjekteringsledere forteller at de var to i prosjektgruppen som hadde erfaring, dem selv og i det ene tilfellet en prosjektingeniør, og i det andre en prosjekteringsleder.

Prosjektlederen og prosjekteringslederen som var på samme prosjekt, forteller at prosjekteringsgruppen har hatt varierende kjennskap til VDC. De sier det kommer an på hvor de har jobbet før.

To av prosjekteringslederne mener prosjektgruppen har vært veldig interessert i VDC-implementeringen. Begge trekker fram at det har vært nysgjerrige folk i prosjektgruppen, spesielt blant de unge.

Prosjektlederen og en annen prosjekteringsleder mener derimot at det har vært litt varierende interesse for VDC-implementeringen på deres prosjekter. Prosjektlederen forteller at det derimot ikke spiller noen rolle for selve VDC-implementeringen:

Det er i mer og mindre grad, det er noen som brenner for sånne ting og andre ikke. Det er noen som er direkte avhengig av det i sin stilling, mens andre kanskje ikke helt er det. Men det er en etablert måte vi skal jobbe på så hvis du ikke er interessert i det, bør du enten bli interessert i det eller finne et annet sted å være. Det er ikke valgfritt.

Ingen av informantene forteller om et dårlig samarbeid i prosjektgruppen. En av prosjekteringslederne forteller at samarbeidet har gått kjempefint. Når det spørres om hvordan samarbeidet med kunden har gått sier samtlige at det har vært bra. Én av prosjekteringslederne forteller at samarbeidet har vært bra, selv om byggherren og entreprenøren har sittet på hvert sitt sted.

Ved spørsmål om hvordan prosjektgruppen har blitt fulgt opp, er det to prosjekteringsledere som mener det har vært veldig god og jevnlig oppfølging fra Betonmast sin VDC og BIM ansvarlige. En av dem forteller: «[...] Betonmast sin VDC og BIM ansvarlige har vært veldig aktiv i å følge opp jevnt og trutt og be om tilbakemelding og vi roper ut om vi trenger noe hjelp og han stiller opp som fasilitator [...]». En av prosjekteringslederne trekker også fram at han har hatt et slags felles fora med andre i Betonmast som har hatt VDC-opplæring. Videre er det avholdt prosjekteringsledersamlinger hvor erfaringer utveksles, og han har hatt god kontakt med

daglig leder i hans Betonmast-selskap. Terskelen for å ta kontakt med andre og spørre om råd er veldig lav. Den andre prosjekteringslederen legger til at Betonmast sin utviklingssjef er også veldig tilgjengelig.

En annen prosjekteringsleder mener derimot at Betonmast sin VDC og BIM ansvarlige ikke er så tilgjengelig. Han sier:

Det er en veldig liten stabsfunksjon i Betonmast sentralt, også har du noen sånn som Betonmast sin VDC og BIM ansvarlige i Norge blant annet som er putta inn der som er den som driver og skal lete etter de rette verktøyene som vi skal bruke, på lisenser og på riktig nivå, riktig type verktøy. [...] Han holder liksom rattet på det, men det er lite vi hører til han for det er jo litt begrenset hvor mye han får vært en ressurs for alle selskapene.

Prosjektlederen og den siste prosjekteringslederen er også enig i at prosjektgruppen ikke har blitt fulgt opp i særlig stor grad. Prosjektlederen forteller at de selv står for oppfølgingen: «Vi tar kontakt med Betonmast sin VDC og BIM ansvarlige i Norge eller så har vi folk som er ansvarlig for Dalux osv. Så vi blir ikke så veldig fulgt opp, det er mer det at vi ber om hjelp hvis vi trenger det». Prosjekteringslederen sier:

Det er ingen som følger oss opp sånn uten at vi ber om helt konkrete spørsmål. Men vi snakker med Betonmast sin VDC og BIM ansvarlige i Norge veldig mye. Jeg snakker veldig mye med konsernet om en del ting jeg ikke er fornøyd med. Vi tar kontakt, sier hva vi ikke er fornøyd med og vil at de skal gjøre sånn eller sånn, eller ta kontakt med Dalux, eller vi trenger noen nye verktøy og trenger at de finner ut hva som er i markedet.

4.6.1 Positive effekter av prosjektgruppen

En av prosjekteringslederne som forteller at de ikke fikk gjennomført et kick-off-møte på prosjektet, forteller likevel at de har klart å få en grei dynamikk i gruppen. Han forteller at han har blitt kjent med byggherren. En av informantene som forteller at de har gjennomført kick-off-møte på prosjektet, forteller at det har vært veldig viktig å bli kjent med aktørene i prosjektet. Dette mener han har bidratt til en felles forståelse, gjensidig tillit, respekt og positiv innstilling fra de involverte i prosjektet. En annen positiv effekt av å gjennomføre kick-off-møtet er at han fikk forklart hvorfor de burde bruke et annet prosjekteringsverktøy i prosjektet enn det byggherren i utgangspunktet vill de skulle bruke. Han forteller at de fikk forklart hvorfor de ville benytte et annet prosjekteringsverktøy, og sier han fikk overbevist dem på kick-off-møtet.

Prosjekteringslederne som mener sammensetningen av prosjektgruppen har vært bevisst, mener det har vært fordelaktig ettersom prosjektgruppene dermed består av personer med forskjellig erfaring og bakgrunner. En av dem forteller: «Jeg føler ikke det er noe kunnskap vi mangler i dette prosjektet». Den andre er helt overbevist om at dette er gunstig: «Det er klart at det er viktig å sette sammen personer som passer sammen». Det trekkes videre fram at den personlige utviklingen som Betonmast har fokusert på, med blant annet god tilbakemeldingskultur, har vært en nøkkeltanke for å sørge for at man har gode ansatte og team-deltakere.

En av prosjekteringslederne som mener det har vært en tilfeldig sammensetning av prosjektgruppen liker dette. Han forteller: «Vi fungerer sammen alle mann vil jeg si. [...] Vi er ganske variert både kjønnsmessig og aldersmessig».

Begge prosjekteringslederne som har vært to stykker med VDC-kompetanse på prosjektene, mener dette har vært utelukkende positivt. En av dem opplyser: «Det har vært veldig bra å være to som kunne vekke hverandre og sparre med hverandre». Den andre forteller også hvorfor det å være to er gunstig:

Jeg tenker at det er en stor fordel å være to. Den oppgaven vi har er i utgangspunktet ikke nødvendigvis en åtte til fire jobb alltid. Det er ganske mye og kan være ganske krevende til tider. Så når man skal starte en sånn endringsprosess og dra med seg et lag på å endre tankesett er det i utgangspunktet merarbeid. Hvis man har en helt tett kalender så kommer dette på en måte på toppen. Da tror jeg det er veldig godt å lette litt på trykket noen ganger. Det var noen runder med frustrasjon hvor jeg opplevde at vi hadde behov for å luften litt.

Prosjekteringslederne som mener prosjektgruppa har fått god oppfølging, mener det har vært avgjørende for VDC-implementeringen. En av dem mener dette også har bidratt til å skape en VDC-kultur blant de ansatte. Prosjekteringslederen som påpeker at prosjektgruppene ikke trenger mer oppfølging, men å utvikle seg innad, tenker at dette har gitt en større positiv effekt enn ren oppfølging fra Betonmast sin VDC og BIM ansvarlige. Prosjektlederen som mener de har fått liten oppfølging fra Betonmast, utenom tilfeller hvor se selv har kontakten dem, mener dette har vært positivt. Han sier at de da har sluppet å bli ettergått.

4.6.2 Negative effekter av prosjektgruppen

De to prosjekteringslederne som fikk gjennomført kick-off-møter på Teams, forteller at de ikke har fått den samme dynamikken som en hadde fått ved å gjennomføre kick-off-møtet fysisk. En av dem forteller:

Vi har ikke hatt den rammen vi bør ha i VDC. Det å treffes og snakkes om ting og liksom bli kjent, det mangler. Så det har vi snakket om at den timen, eller de to timene, på å liksom vise hva folk er interessert i og kunne ha noe å snakke om innimellom, det har ikke vært til stede.

En av prosjekteringslederne trekker fram at det er en negativ effekt ved å tilfeldig sette sammen prosjektgruppen. Han mener at hvis man skal ha det beste teamet som mulig, er man nødt til å tenke gjennom hvem man setter sammen på et prosjekt:

[...] skal man virkelig, hva skal jeg si, litt uortodoks, men "toppe laget", må man kanskje ta en blanding av både folk som er nye og ferske, og har lang erfaring og tyngde. For det er noe med en ung og fersk og fremadstormende som tørr å hoppe ut i ting, mens de som kanskje har lang fartstid, de bidrar på en annen måte.

Prosjekteringslederen som forteller at han er den eneste på prosjektet med VDC kunnskap, meddeler at det har vært utfordrende. Han sier:

Man føler seg ganske ensom. Det er det man kanskje, i retrospekt, må jobbe mer med. [...] Det var ingen negativitet i gruppen egentlig, men det er litt sånn uvitenhet. Alt VDC står for og representer er utelukkende positivt på en måte. Det at folk har forståelse for det, er det man må bruke litt tid på, som er utfordrende når man er alene.

Prosjekteringslederen som forteller at de prosjekterende har varierende grad av kunnskap om VDC, mener dette gjør det nokså utfordrende å implementere VDC-verktøyene. Han sier: «Det er klart det er ganske krevende å få modellen god nok, opp på riktig nivå. Så det vi opplever der er at kompetansenivået rundt hos rådgiver er veldig variabelt. Det er ikke alle som er vant til 3D-modellering».

Den ene prosjekteringslederen som mener det har vært god oppfølging av prosjektgruppen, mener derimot at folk i for stor grad "finner opp ting" på sin egen måte ute i prosjektene. Selv om terskelen for å spørre folk er lav, mener han at folk ikke tenker på å ta opp telefonen og ringe andre.

Prosjekteringslederen som mener prosjektgruppen ikke har blitt fulgt opp, utenom at de selv tar kontakt, sier at det har resultert i at prosjektgruppen ikke har fått det de trenger:

Dette kommer nok av både økonomiske og menneskelige ressurser. Mange andre, som ikke har vært på kurs, men tar tak i ting selv, får ikke den boosten som de kunne trengt og fått gevinst av fordi det ikke er noen på konsern som pusher. Betonmast sin modell er litt opp til hvert enkelt selskap, og det er ganske ugunstig. Så det er veldig negativt for å lykkes med VDC-implementeringen.

4.7 Opplæring

Den ene prosjekteringslederen var med på det første VDC-kurset i regi av NTNU. Det var et forsøkskurs med kun 20 personer. Kurset var på norsk, og var en norsk tilnærming av CIFE sitt VDC-kurs. To andre prosjekteringsledere har også vært med på NTNU sitt VDC-kurs, men i nyere tid. Disse kursene har også vært knyttet opp mot CIFE. Alle kursene gikk over ett år. Prosjektlederen og den siste prosjekteringslederen har ikke gjennomført VDC-kurs. Prosjekteringslederen sier at han har en mer "fri rolle" i prosjektet.

En av prosjekteringslederne som har gjennomført opplæring forteller at han fikk implementert verktøyene han lærte på kurset i et ordentlig prosjekt som foregikk samtidig som opplæringen. En annen sier at kurset begynte med at andre prosjekteringsledere fortalte om sine erfaringer fra byggebransjen. Han meddeler: «Det første jeg opplevde på kurset var at en annen entreprenør sto og fortalte om noe utrolig smart de hadde gjort som var veldig sånn fremdriftseffektivt». Både denne prosjektlederen og han som gjennomførte NTNU-kurset på norsk forteller at de i ettertid har fått tilbakemeldinger og oppfølging av en NTNU-professor.

En av prosjekteringslederne trekker fram at det er tenkt at de som har gjennomført eksterne VDC-kurs, skal lære opp de ansatte i sine respektive selskaper. Han forteller: «Det har vært en sånn strategi i Betonmast at man skal kurse noen fra hvert selskap også skal man lære opp litt sånn internt».

Når det kommer til hvorvidt underentreprenørene er opplært, forteller prosjektlederen og en av prosjekteringslederne at det er ganske variabelt. De fleste har derimot benyttet 3D-modell og Dalux tidligere. Prosjektlederen mener at dersom det er nødvendig, kan de i Betonmast hjelpe til med å gi underentreprenørene tilgang til Dalux. På et tidligere prosjekt har han vært med å etablere BIM-kiosker for å lette på tilgangen for underentreprenørene.

En av prosjekteringslederne forteller at de har gjennomført en kontinuerlig vurdering av VDC-verktøyene. En annen forteller at dette er noe de kommer til å gjøre ved endt prosjekt.

4.7.1 Positive effekter av opplæring

Prosjekteringslederen som gjennomførte VDC-kurs i regi av NTNU på norsk forteller at, selv om han ikke er Stanford-sertifisert, så mener han at opplæringen har vært veldig bra. Han forteller:

Jeg har ikke den sertifiseringen på VDC, men jeg tror jeg har en minst like god, kanskje enda bedre, tilnærming i og med at de som har holdt kursene har gått Stanford for en stund siden også har de fornorsket det og kommet med sin norske praktiske tilnærming når de holder foredragene. Det syntes jeg var veldig bra.

Prosjekteringslederen som forteller at han gjennomførte VDC-kurset samtidig som han implementerte verktøyene i et prosjekt, forteller at det har vært veldig positivt. Han sier at: «[...] fordelene er at du er i en sånn VDC-boble [...]».

Prosjekteringslederen som opplevde at VDC-kurset startet med utveksling av erfaringer fra kursdeltakerne mener dette har vært utelukkende gunstig. Han sier:

Det som var litt aha-opplevelse for meg med VDC var at det er en veldig sånn delingskultur. Tidligere var det sånn at hvis du fant på noe smart var det om å gjøre å ikke si det til noen: "Dette skal vi bruke i alle prosjekter, ikke si det til noen". Det jeg tror er litt nøkkelen med VDC det er at vi driver med det samme, hvorfor i all verden skal vi ikke lære av hverandre? Hvorfor skal vi sitte på hver vår tue? Hvis hele bransjen skal bli mye bedre raskt, er det en tanke i VDC at man skal dele erfaringer. Det er kanskje noe av det aller beste tenker jeg med VDC. Det er den transparenten som oppstår i et prosjekt [...].

Denne delingskulturen resulterte i at han senere fikk et tips om en programvare han kunne benytte i sitt prosjekt fra en annen konkurrent. Videre mener prosjekteringslederen at et slikt nettverk av personer er kanskje spesielt nyttig for en som implementerer VDC i et prosjekt alene.

Prosjekteringslederne som fikk oppfølging i etterkant av kurset, forteller at det har gitt dem faglig påfyll og input. En av dem forteller: «Det var litt kjekt å se for da hadde de en gjennomgang på nytt igjen på ICE-sesjon hvor det var praktiske eksempler med folk som har holdt på med det litt og hva de synes er bra og dårlig med det».

Prosjektlederen som ikke har gjennomført opplæring mener det ikke har vært nødvendig for han. Han mener at det er andre som heller burde ha en slik utdanning, og at han kan bidra på andre måter. Det samme mener prosjekteringslederen som ikke har gjennomført opplæring. Han mener han kan bidra på andre måter med den erfaringen han har. Det gir han et større overblikk over hele prosessen at han har en "fri rolle".

Prosjekteringslederen som forteller om Betonmast sine interne kurs, mener dette kan være veldig gunstig ettersom det kan knyttes opp mot oppstarten til et prosjekt. Han forteller:

Jeg tror det er litt sånn ferskvare at man må starte den VDC-tankegangen med et prosjekt. Jeg tror man har mer nytte av det enn at man har et kurs eller presentasjon også går det tre måneder eller seks måneder også skal man starte. Jeg tror det er lurt at man har det i tilknytning til en oppstart.

4.7.2 Negative effekter av opplæring

Selv om prosjekteringslederen som har gjennomført implementering av VDC i prosjekt samtidig som han har gjennomført VDC-kurset, mener det har vært positivt, mener han også det er noe negativt med det. Han forteller: «[...] samtidig er VDC en sånn modningsprosess som det tar litt tid å få til å synke inn. Det er liksom ikke noe rett frem med hverken implementering eller gjennomføring av et VDC-prosjekt. Så det er litt "learning by doing"».

Prosjektlederen som forteller at underentreprenørene i stor grad klarer å benytte Dalux, mener det er en negativ effekt av den programvaren. Han mener at modellen deres i prosjektet, er mer enn god nok til å bygge etter, men at Dalux ikke har gode nok måleverktøy til å faktisk bygge etter.

4.8 Engasjere til handling

I de to av caseprosjektene har det i utgangspunktet vært pris som har vært avgjørende under kontrahering av underentreprenørene. VDC har dermed ikke vært en faktor de har vurdert etter. I de to andre caseprosjektene er det spesifisert for underentreprenørene at de må forholde seg til de systemene prosjektet bruker, i forbindelse med VDC. Prosjekteringslederen i ett av prosjektene sier: «Vi har i kontrakten vår at det er et VDC-prosjekt og at de må forholde seg til ICE og BIM og dette her». Prosjektlederen i det andre prosjektet legger til at underentreprenørene ikke nødvendigvis trenger lang erfaring med VDC, men at må være positive til de systemene de bruker på prosjektet.

Samtlige prosjekter har vært totalentreprise med samspill. En av prosjekteringslederne forteller at prosjektet i utgangspunktet var en totalentreprise, men at de *måtte* samspille: «Med et bygg som hadde én og en halv etasje når vi starta, som nå har tre fulle etasjer med et veldig mye større areal, så har vi måtte samspille».

Når det kommer til kontraktstype har to av prosjektene fastpris, mens to har målpris. Den ene prosjekteringslederen definerer målpris som: «Man jobber mot et felles mål. Det som går over deler man og det som går under deler man også». Den andre prosjekteringslederen på prosjekt med målpris utdyper: «Det er det prinsippet i forhold til åpen bok at alt er synlig».

Ved spørsmål om informantene har møtt på noen hindringer under implementeringen av VDC, trekker to av informantene fram at koronaviruspandemien har vært en hindring. En av dem forteller at det var usikkert hvilken plattform man skulle jobbe i. Han forteller: «Det var mye frustrasjon altså. I begynnelsen brukte vi Teams, Dalux, epost og telefon. Vi tok en fot i bakken og bestemte oss for å kutte ut Teams til kommunikasjon utenom møter, bare jobbe med Dalux». Prosjekteringslederen forteller videre at det var vanskelig å dra de prosjekterende inn i Dalux.

Prosjektlederen forteller at det i starten var vanskelig å få folk med på VDC-tankegangen. Han forteller: «De var vant til å jobbe på hver sin tue og konseptet og løsningen var litt rart for dem. Også synes de nok det var ganske ubehagelig det å få såpass spissa agendaer – hva de skulle forberede seg på og ikke minst, bli målt på». For å løse denne hindringen forteller han at de kjørte intern kursing.

Ingen av informantene mener at manglende ressurser har vært en hindring. En av prosjekteringslederne forteller at de har fått lov til å kjøpe inn VDC-utstyr til prosjektet. Det er i hovedsak en stor touch-skjerm. En annen informant forteller at de har slikt utstyr på kontoret til selskapet.

Når det kommer til ressurser, mener en av prosjekteringslederne at bruken av VDC ikke har vært kostnadsdrivende, men snarere tvert imot. Han mener det ikke er noen vei utenom å satse på VDC. Han forteller: «Jeg tenker egentlig at de som har sitti for lenge på gjerde og sagt nei til digitalisering og fnysa av det, de begår egentlig et selvmord for bedriften».

Ved spørsmål om hvilke insentiver som er etablert, har ingen prosjekteringsledere spesifikk insentiver for å implementere VDC. To av prosjekteringslederne og prosjektlederen mener derimot at det er nok insentiv at man har en mer effektiv prosess: «At jeg skal bruke VDC for å få en bedre oversikt og en bedre prosess». En annen prosjekteringsleder legger også vekt på at gevinsten fra å implementere VDC er grunn nok til å gjøre det.

4.8.1 Positive effekter av engasjere til handling

Det at underentreprenørene må forholde seg til prosjektets VDC-systemer er noe begge informantene mener er positivt. En av dem forteller at det ikke har vært noe problem til nå. Den andre tenker at dette kan bidra til å skape litt mer eierskap til prosjektet, ettersom man får litt mer innsikt i arbeidsprosessene.

Det at prosjektene har vært totalentrepriser med samspill trekkes også fram som noe positivt blant samtlige. En av dem begrunner dette med at samspill passer godt overens med tankesettet til VDC:

Jeg vil si at samspill bygger på litt det samme tankesettet som VDC. Det er to veldig forenelige tankeganger som passer sammen. Det vil jeg absolutt si. VDC kan sikkert også være effektivt på en tradisjonell totalentreprise, men her er byggherren mer involvert. Samspill er kanskje spesielt egnet for VDC.

En annen prosjekteringsleder samstemmer og mener:

Jeg tror det er en stor fordel å ha en samspillsentreprise i et VDC-prosjekt. Hele fundamentet for samspillsprosjekter er at man har et felles mål. Vi sitter i samme båt, vi er på mange måter kolleger selv om man har hver sine interesser. Det å gjennomføre VDC handler om at man sammen, uavhengig av hvor man er i hierarkiet, skal jobbe mot et felles mål.

To av informantene trekker fram at en totalentreprise med samspill gjør at entreprenøren har større påvirkningskraft. En av dem forteller hvorfor dette er positivt: «Det at man er med i fase én og utvikler prosjektet og setter føringer og kommer med innspill tror jeg gagnar prosjektet på alle måter». Den andre forteller at de har fått til mye mer enn det byggherren hadde sett for seg. Han meddeler: «For det første er byggherren og brukerne ekstremt fornøyd med den prosessen vi har».

Prosjektene hvor det kreves at underentreprenørene må forholde seg til VDC-systemene, mener å ha god effekt av dette. Prosjektlederen forteller. «Det har ikke vært noe problem i det hele tatt. Det begynner å liksom feste seg at det er en del effekter som er bra, så det har ikke vært noe konkret tilfelle at folk ikke er interessert i det». Prosjekteringslederen i det andre prosjektet mener at underentreprenørene kan ha blitt mer knyttet til prosjektet: «Men kanskje i VDC at man får litt mer eierskap til prosjektet i den form at man får vite litt mer om selve prosjektet».

Når det kommer til kontraktstype mener prosjekteringslederne på prosjekter med målpris at dette har bidratt til at både de og byggherren har valgt de økonomiske mest fordelaktige løsningene. En av dem legger til at målpris er motiverende for begge parter. Derimot mener en av prosjekteringslederne på et av prosjektene med fastpris, at det i utgangspunktet ikke er avgjørende hvilken kontraktstype man har: «Det er egentlig personene mer enn kontraktstypen du har som gjør at du får de gode prosessene i hvert fall i forhold til "client objective"».

Selv om koronaviruspandemien har vært en hindring, mener to av prosjekteringslederne at det har kommet noe godt ut ifra den også. Begge mener det har spart dem for veldig mye reising. En av dem legger til at det ikke blir så mye småpratting i møtene som vanlig, noe som gjør møtene mer tidseffektive. Han legger til at de i hans prosjekt har klart å opparbeide seg en tillit blant de prosjekterende over Teams. Videre er han sikker i sin sak om at digitale møter er kommet for å bli, selv etter koronaviruspandemien:

I det store og det hele tror jeg at de aller fleste sesjonene kan kjøres digitalt, det kan funke. Man kan også kjøre en sesjon hvor man sitter sammen med byggherren og arkitekten også

kan man ha de andre på Teams. Det tror jeg kan fungere framover og jeg tror det blir mer digitale møter rett og slett.

Den andre prosjekteringslederen er enig. Han forteller at deres Betonmast selskap ser etter nytt hovedkontor, men at de er usikre på om de skal bygge et Big Room, ettersom de fleste er blitt så drevne på Teams.

En av prosjekteringslederne som mener det er nok insentiv å implementere VDC ved at man får en mer effektiv prosess, mener det har vært positivt. Han sier selv at han aldri har savnet noe større insentiv. Det samme gjelder prosjektlederen som forteller: «Selv om det er en konservativ bransje så kjenner veldig mange at vi trenger å utvikle oss og det er klart at hvis man kan vifte med en gulerot om at her er det mulig besvarelser i tid eller i kostnader i forbindelse med møtevirksomhet, så skal det ikke så mye til da».

4.8.2 Negative effekter av engasjere til handling

En av prosjekteringslederne er ikke like begeistret for at kunden har tilgang til 3D-modellen. Han sier følgende:

Nå skal ikke jeg si noe dumt om noen, men 3D-modell og en person på 60 år, det er liksom ikke hånd i hanske. Det har vært litt sånn utfordrende akkurat det. [...] Han synes det er kult, men det er et eller annet med å ha det i fingerspissene og å bruke en modell på en god måte.

Den siste prosjekteringslederen sier at det har vært spørsmål fra underentreprenørene når det kommer til hvordan de kan hente ut informasjon fra 3D-modellen, ettersom store deler av kommunikasjonen foregår der. Dette er et juridisk spørsmål for underentreprenørene som gjerne vil ha mulighet til å se denne informasjonen i fremtiden. Prosjekteringslederen sier de møtte på en del skepsisme fra underentreprenørene i begynnelsen av prosjektet. Det er jo totalentreprenøren som eier informasjonen etter endt prosjekt.

Videre forteller prosjekteringslederen at man mister den sosiale dynamikken man vanligvis har i fysiske møter, når man sitter på Teams. Han meddeler:

Det du går glipp av, det er litt vanskelig å sette fingeren på hva det er, men den litt spontane kommunikasjonen på sett og vis og du er avhengig av at gruppa tørr å kaste seg oppå den digitale bølgen at de ikke sitter stille i bakgrunnen. [...] etter hvert har jeg sett at man savner litt det dere å kunne se hverandre rett og slett.

Prosjekteringslederen som forteller at de har kjøpt VDC-utstyr til prosjektet mener at man i utgangspunktet kunne klart å implementere VDC uten å gjøre en slik investering. Han sier: «For å si det sånn, hvis man ikke har råd til å kjøpe en aktiv skjerm, er ikke det grunn nok til å ikke gjennomføre VDC».

5 Diskusjon

Kapittelet diskuterer funnene fra kapittel 4 Resultater, opp mot den etablerte vitenskapen avdekket i kapittel 3 Teoretiske rammeverk. Hensikten med kapittelet er å forstå betydningen av resultatene og resonnere fram mulige svar på oppgavens forskningsspørsmål: «Hvordan har Betonmast implementert VDC i sine prosjektet?», «Hvilke deler av implementeringsprosessen har gitt positive effekter?», «Hvilke deler av implementeringsprosessen har gitt negative effekter?» og «Hvordan bør VDC implementeres i byggeprosjekter?».

5.1 Forankring

Resultatene viser at informantene er splittet i spørsmålet om hvorvidt VDC-verktøyene og teknikkene er integrert med hverandre. To av informantene mener metodene og verktøyene er integrert og en av dem forteller at det er i hvert fall det som har vært tanken. Han forteller at de bruker er en slags VDC-pakke hvor alle metoder er integrert med hverandre. Det viser seg derimot i praksis at det ikke er så stor integrering mellom verktøyene som det teoretiske rammeverket mener det optimalt sett burde være (Kunz og Fischer, 2012).

Det kommer fram at det er mye manuell punching i programvarene, og noe av grunnen til dette er at programmene ikke snakker sammen. Det er for eksempel prøvd å automatisere prosessen ved å benytte Power BI, men dette viste seg å ta veldig mye tid og ikke bli så bra som tiltenkt. Det var for tungvint og for vanskelig å benytte programmet. Dette vitner om at selv om det finnes gode programvarer som kan benyttes for å automatisere og integrerer VDC-metodene, blir de i praksis ikke brukt ettersom de er for vanskelige. Effekten av dette kan være at man lar være å benytte seg av gode programvarer, fordi en gjengs prosjektdeltaker mangler kunnskap om dem.

Automatisering er noe det teoretiske rammeverket trekker fram som viktig for implementeringsprosessen. Manley (2008a) mener man burde automatisere en del av de rutinemessige oppgavene. Generelt viser resultatene derimot at overføring av data fra et program til et annet er nokså tidkrevende og tungvint. Selv om kanskje VDC-metodene i seg selv er integrert med hverandre, er det overraskende at programvarene som benyttes ikke er integrert med hverandre. Det at man manuelt må ta data over i et annet program også videre over i et annet, ses på som en velig lite smidig prosess.

Den lave graden av automatisering er også grunnen til at en av informantene mener VDC-verktøyene og metodene ikke er integrert med hverandre. Han trekker fram utfordringer som å få lappene fra den digitale lappeplanleggingssesjonen inn i prosjektets 3D-modell. Videre vil han gjerne generere metrics direkte fra lappene, noe som han ikke får gjort i programmet. Oppgaveskriver klarer ikke tenke annet enn at dette burde være mulig å løse. Gitt graden av tidstyveri disse problemene skaper, bør det være mulig å kunne gjennomføre lappeplanlegging hvor lappene tilegnes en bygningsdel i 3D-modellen og metrics genereres automatisk og løpende fra modellen. Ikke bare er dette funnet overraskende i seg selv, men også når man tar i betraktning det teoretiske rammeverket. Kunz og Fischer (2012) og Andersson *et al.* (2016) belyser hvor viktig det er at verktøyene er integrert med hverandre.

Et annet synspunkt som kommer fram fra resultatene knyttet til mangel på integrasjon mellom VDC-verktøyene og metodene, er tanken om at graden av integrasjon handler om hvorvidt prosjektdeltakerne er innforstått med målene for prosjektet. En av informantene mener det har vært et slags «one man show» i prosjektet hans. Dette har resultert i at han har bestemt hvilke verktøy som skal brukes, basert på de målene han har satt for implementeringsprosessen. Han mener at VDC-verktøyene og metodene ville vært mer integrert dersom hele prosjektgruppen var med på å sette disse målene. Tanken er interessant ettersom noe slikt ikke kommer fram fra det teoretiske rammeverket. Det er dermed nærliggende å tro at dersom prosjektdeltakerne var med på å utarbeide VDC-målene for implementeringsprosessen, ville det skapt et større eierskap blant deltakerne når det kommer til VDC. Det kan tenkes at dette bidrar til at VDC i større grad blir forankret og integrert blant prosjektdeltakerne.

Fire av informantene mener de prosjekterende ikke har valgt å benytte seg av «tradisjonelle metoder» for å prosjektere, i motsetning til VDC. En av dem forteller at de prosjekterende har blitt tvunget til å bruke VDC. Effekten av dette mener han har vært positiv ettersom de prosjekterende faktisk har benyttet VDC. Det teoretiske rammeverket mener også at det er gunstig at de prosjekterende kun har én metode å forholde seg til og ikke to parallelle prosesser en kan velge mellom (Andersson, 2016).

Derimot mener en annen informant at de har gjennomført prosjekteringen med VDC, men om de prosjekterende har brukt andre metoder når de har prosjektert er vanskelig å si. På den måten kan en tenke at det kanskje ikke har så mye å si hvilken metode de prosjekterende prosjekterer ut ifra når de arbeider selvstendig. Dersom de prosjekterer i 3D direkte eller om de prosjekterer i 2D og gjør om dette til 3D, vil kanskje i det store og hele ikke ha så mye å si. Man kan likevel tenke at det er mer tungvint å gå fra 2D prosjektering til 3D, enn motsatt. På den måten vil prosjektet som en helhet gagne av at de prosjekterende velger den mest effektive metoden.

Det er også viktig å påpeke at poenget med å implementere VDC er nettopp at prosjektdeltakerne skal bruke VDC. Dermed er kan det ses på som nokså motsigende å tillate at deltakerne benytter seg av andre arbeidsmetoder enn VDC. På en annen side kan implementeringsprosesser oppfattes som krevende for de ansatte, og det kan kanskje være godt for dem å ha en trygghet i at deres tradisjonelle metoder fortsatt kan benyttes. Imidlertid er de til syvende og sist nødt til å benytte seg av de nye metodene, og tatt dette i betraktning kan det tenkes at man bare utsetter implementeringen ved å fortsette med de gamle arbeidsmetodene.

Resultatene viser at tre av informantene har fått god støtte fra ledelsen i Betonmast. Det kommer ikke eksplisitt fram at dette har vært positivt, men det er nærliggende å tro, spesielt da det teoretiske rammeverket mener en støttende kultur er viktig for implementeringsprosesser (Blayse og Manley, 2004). Informantene forteller om forskjellige aktører som har støttet dem, både ledelsen i Betonmast, et lokalt Betonmast selskap og en prosjektleder. En av informantene forteller at støtten han har fått fra sin prosjektleder har vært viktig. Han mener det motsatt ville resultert i at han jobbet mot et system, noe som ville være veldig demotiverende. Slik støtte fra prosjektleder er ikke eksplisitt nevnt i det teoretiske rammeverket, og heller ikke hvilken virkning det vil ha på prosjektdeltakerne. Det er dermed nyttig for vitenskapen på området at støtten kan virke motiverende på prosjektdeltakerne.

Støtte fra bedriftens ledelse derimot har en sentral rolle i implementeringsprosessen, ifølge det teoretiske rammeverket (Blayse og Manley, 2004; Manley, 2008a). Det er dermed

positivt at informantene forteller at dette har vært til stede under implementeringsprosessen. En av informantene forteller derimot at ledelsen ikke har vært gode nok til å følge opp Betonmast sitt organisasjonelle mål om at alle nye prosjekter skal planlegges med VDC. Det kommer ikke fram hvilken effekt informantene mener dette har gitt implementeringsprosessen, men hvis vi ser på hva Blayse og Manley (2004) sier, er det nærliggende å tro at utfallet av implementeringsprosessen ikke blir som ønsket.

Samtlige informanter forteller at 3D-modellene i prosjektene ble utarbeidet helt i startfasen av prosjekteringen. Dette stemmer godt overens med det Khazode *et al.* (2006) og Aslam, Gao og Smith (2021) fant i sine studier om tidlig implementering av 3D-modeller. Tidsnok implementering av 3D-modeller vil ifølge Aslam, Gao og Smith (2021) gi en bedre visualisering av det ferdige produktet, noe som er gunstig under prosjekteringsfasen.

Lappeplanlegging bør implementeres i tidligfasen av prosjekteringen, ifølge det teoretiske rammeverket (Khazode, *et al.*, 2006). Det er dermed ikke overraskende at da ett av caseprosjektene fikk tilbud om å prøve et nytt lappeplanleggingsverktøy, etter at lappeplanleggings sesjonen var gjennomført, ble det valgt å ikke benytte verktøyet. Det ble ansett som en negativ effekt å gå over til et nytt verktøy og overføre all dataen som allerede fantes i et annet program.

Informanten forteller at en negativ effekt av at programmet ble presentert så sent, er at det i utgangspunktet er en mer sofistikert programvare. Dette tilsier at programmet hadde vært nyttig om det bare ble implementert tidsnok. Eksempelet belyser viktigheten av når programvarer bør implementeres. Det kan tenkes at det ble gjort en forhastet beslutning da den aktuelle programvaren ble valgt, noe som vitner om mindre gode prosesser knyttet til valg av programvarer. Det kan også tenkes at prosjektgruppen ikke visste om programvaren ved oppstart. Dette kan tenkes å være resultatet av to forhold; enten at prosjektgruppen ikke har nok informasjon om hvilke programvarer som finnes, eller at programvaren rett og slett ikke var utviklet på dette tidspunktet. Dersom det første forholdet stemmer, tyder dette på at prosjektgruppen ikke har nok innsikt til å ta vurderingen om hvilke programvarer de burde benytte for å best mulig implementere VDC. Dersom det andre er tilfellet, forteller dette noe om hvor fort bransjen utvikler nye programvarer. Det kan dermed argumenteres for at prosjektgruppen og entreprenørfirmaet er nødt til å holde seg oppdatert på hvilke utviklinger som foregår i bransjen.

Utover i ett av caseprosjektene ble ICE-møter avvirket. Grunnen til dette var at det ikke var behov for ukentlige ICE-sesjoner, men at det heller ble opprettet etter behov. Effekten av dette var at arbeidet ble mer effektivt. Han belyser at de kunne bruke opp mot en time å gjennomføre plansjekk i møtene, noe som ikke var nødvendig i slutfasen av prosjekteringen. Det teoretiske rammeverket sier ingenting om at ICE burde fases ut. Det interessante med funnet er at det tyder på at faste ICE-sesjoner burde avvikes mot slutten av implementeringsprosessen, da det potensielt kan gjøre arbeidet mer effektivt.

Et annet caseprosjekt fikk aldri implementert MMI, selv om dette egentlig var et ønske. Bakgrunnen for dette var at prosjektgruppen ikke hadde nok kunnskap om arbeidsmetoden. Den negative effekten av dette er at prosjektet ikke får ut den verdien de kunne fått ved å benytte MMI. Prosjekteringslederen innser i ettertid hvor nyttig det hadde vært å implementere MMI. Det teoretiske rammeverket sier ikke noe om når prosjekter burde implementere MMI. Dette kan ha resultert i at prosjektet har neglisjert implementeringen av MMI.

En av informantene forteller at de skal gjennomføre en evaluering av prosjektet når det er ferdig. Han mener effekten av en slik evaluering er at man blir bedre rusta til neste prosjekt. Dette er også noe det teoretiske rammeverket berører. Kunz og Fischer (2012) hevder man ikke vil kunne dra lærdom av prosjektet med mindre man kan rettferdiggjøre endringene som implementeres. Informanten reflekterer ikke noe over hvorvidt prosjektgruppen rettferdiggjør endringene av implementeringsprosessen, men gitt hans ønske etter å gjennomføre en evaluering av prosjektet, med det håp om at man vil opparbeide seg ny kunnskap, er det rimelig å anta dette.

Det kan også tenkes at informanten mener det er en verdi i å utføre en evaluering av prosjektet for å bli bedre til neste, selv om prosjektgruppen ikke kan rettferdiggjøre endringene som er implementert. Etter det inntrykket som en sitter igjen med fra resultatene, virker det som om prosjektgruppen har vært relativt positiv til implementeringsprosessen, og det anses dermed som betimelig at de rettferdiggjør implementeringsprosessen. Et eksempel som vitner om dette er det faktum at informanten har gjennomført evalueringer av prosjektet underveis i prosessen. Bakgrunnen for dette har nok basis i at informantene mener en evaluering etter endt prosjekt, egentlig er for sent. Han mener dette er en negativ effekt av å gjennomføre evalueringer i slutten av prosjektet. For at man skal forbedre seg er det avgjørende, ifølge han, å gjennomføre evalueringer underveis. Likevel anerkjenner han at det er verdfullt for neste prosjekt, å vurdere etter overlevering.

5.2 Kommunikasjon

Fra resultatene kommer det fram at ingen av informantene har benyttet seg av Standard Norge sine BIM-standarder. En forteller til og med at han ikke visste at det eksisterte slike standarder. Dette er oppsiktsvekkende gitt den viktige posisjonen Andersson *et al.* (2016) og Kunz og Fischer (2012) gir standarder og utveksling av dem i det teoretiske rammeverket. De mener dette bidrar til en bedre informasjonsflyt, noe som kreves for en god implementeringsprosess. En kan dermed lure på om prosjektene har klart å opprettholde en god informasjonsflyt på andre måter, uten å benytte standarder.

En av informantene forteller nemlig at de har utarbeidet en egen BIM-manual. Manualen inneholder blant annet hvilke filformat diverse filer skal lastes opp i, noe Kunz og Fischer (2012) mener muliggjør implementeringsprosessen. Det er ikke overraskende at et felles filformat gjør det enklere å kommunisere mellom aktørene i prosjektet. Informanten forteller videre at det er mye informasjon som går tapt i prosjektets modeller. Det er dermed en positiv effekt å ha klare retningslinjer for modellen.

Å hente ut informasjon og kommunisere i modellen er også noe en annen informant trekker fram. Han forteller at de har utarbeidet en spesifikk manual for hvordan kommunikasjonen i prosjektet skal foregå. Manualen trekkes fram som noe nyttig for prosjektet. Dette stemmer godt overens med det Khazode *et al.*, (2006) finner i sin studie, nemlig at kommunikasjon burde foregå i modellen. Funnet, sammen med funnet om BIM-manalen, gir anledning til å stille spørsmål ved hvorvidt det er nødvendig å benytte nasjonale standarder, slik det teoretiske rammeverket foreslår. Resultatene tyder på at det å benytte egenutviklede manualer gir tilsvarende effekt. En annen informant understreker dette, når han forteller at de ikke hadde en BIM-manual på prosjektet. Selv om dette ikke har vært et problem for han, reflekterer han om andre i prosjektet kan ha følt negativt på at en slik manual ikke fantes. Dersom dette er tilfellet er det et tegn på at BIM-manualer kan være nyttig for deltakerne i prosjekter under VDC-implementering.

Samtlige informanter forteller at prosjektets aktører har kommunisert i 3D-modellene. Dette mener alle informantene har gitt en positiv effekt på implementeringsprosessen, noe som stemmer godt overens med det teoretiske rammeverket (Khanzode *et al.*, 2006). Dette har både bidratt til at aktørene har fått mer tid til å jobbe med «det de skal» og at det har vært færre eposter i omløp.

Noe det teoretiske rammeverket ikke tar opp eksplisitt, er effekten av at det blir færre eposter i omløp. En av informantene mener prosjektdeltakerne har fått en større oversikt over hvilke oppgaver som er gjort og hvor mange oppgaver som er i spill, når alle jobber i samme modell. Dette elementet av oversikt er noe som en av prosjekteringslederne mener har vært veldig positivt for implementeringsprosessen. Khanzode *et al.* (2006) belyser at kommunikasjon i modellen bidrar til en transparent prosess, noe som antas å ha oppstått i prosjektene gjennom kommunikasjon i modellene. Det som er spennende er avdekkingen av at kommunikasjon i modellene også kan bidra med å gi prosjekteringslederen oversikt over prosessen.

Samtlige informanter forteller at underentreprenørene også er i 3D-modellen og kan kommunisere i den. Dette er noe som trekkes fram som positivt når det kommer til kommunikasjon. En av informantene forteller at dette har gjort kommunikasjonen enklere, spesielt når det kommer til avviksinnmelding osv. Samtidig får entreprenørene fullstendig logg over alle beslutningspunkter når de har tilgang til modellen, i motsetning til å lete seg fram i lange mailtråder. Dette kommer ikke eksplisitt fram i det teoretiske rammeverket, men det kan heller ikke sies å være særlig overraskende, ettersom effektene vi så ovenfor i like stor grad bør gjelde for underentreprenørene. Det teoretiske rammeverket belyser på en generell basis at det må foregå meningsfull deling av data mellom analyseprogrammer, produkt-, organisasjons- og prosess-modeller. Det å inkludere underentreprenørene i 3D-modellene kan antas å være en måte som tilrettelegger for dette.

Kundene i caseprosjektene har også hatt tilgang til 3D-modellene. På den måten har de sett prosjektene endre seg i prosjekteringsfasen og har hatt mulighet til å sjekke status i prosjektet. Informantene mener dette har vært positivt. En av informantene forteller at det både har vært gunstig for byggherren, men også prosjektgruppen. Feil og mangler har blitt avdekket, og det har gitt byggherren en mulighet til å stille spørsmål og komme med innspill til de prosjekterende. Kunz og Fischer (2012) mener det må oppfordres til deling av data, noe som kan sies å ha blitt gjennomført når både underentreprenørene og byggherrene har hatt tilgang til prosjektenes 3D-modeller. Khanzode *et al.* (2006) belyser at effekten av dette vil være at sekvenser og logistikk vil enklere kunne kommuniseres. Det er tydelig at dette er en effekt som har skjedd i caseprosjektene, ettersom det har blitt oppklart feil og mangler. Funnet kan dermed ikke sies å være overraskende da det stemmer godt overens med det teoretiske rammeverket.

En av informantene trekker derimot fram at en negativ effekt ved å kommunisere i modellen er at lappene fra lappeplanleggingssesjonen må skrives manuelt over i modellen. Dette er tidkrevende, og nettopp dette med gode teknologiske programvarer som kommunikasjonsplattformer er noe Andersson *et al.* (2016) legger vekt på i det teoretiske rammeverket. Det er tydelig at prosjektet ikke innehar gode nok programvarer ettersom de teknologiske plattformene som brukes til kommunikasjon ikke snakker sammen. Oppgaveskriver synes dette er overraskende ettersom det er mye tid som kunne blitt spart ved å ha en sammenheng mellom lappeplanen med sine aksjoner og den tilsvarende bygningsdelen i modellen. Dette kan heller ikke tenkes å være særlig vanskelig å få til.

En av informantene forteller at aktørene i hans prosjekt fikk fortsatt lov til å sende mail når det kom til økonomiske forhold. Dette påvirket implementeringen positivt ettersom det ble mer ryddig at ikke alle aktørene i prosjektet hadde innsyn i økonomien. Det teoretiske rammeverket skiller derimot ikke mellom kommunikasjon ang. økonomi og annen kommunikasjon. Funnet tyder på at det kan være gunstig å avdekke hvilke forhold som bør kommuniseres i 3D-modellen og hvilke som bør eventuelt kommuniseres gjennom en annen plattform. Basert på det avdekkede resultatet kan det tenkes at det er heldigere å kommunisere økonomiske forhold over mail enn i en transparent modell. Selv om ikke dette direkte påvirker implementeringsprosessen, kan det tenkes at slike økonomiske forhold kan være en kilde til konflikt blant partene. Ettersom et godt samarbeid er såpass viktig for implementeringsprosessen av VDC, vurderes det som et forhold som bør fokuseres på for å best mulig kunne implementere VDC.

Det er også andre funksjoner som mangler i programvaren til modellen. Dette gjør det vanskelig å benytte modellene som en god kommunikasjonsplattform. Informanten trekker nemlig fram at det ikke var mulig å notisere andre deltakere i programmet, dersom en oppgave var utført, eller det ble lagt til ny informasjon eller stilt spørsmål ved en bygningsdel. Dette gjorde at deltakerne i prosjektet benyttet seg av mail, istedenfor å kommunisere i modellen. Dette ses på som uheldig ettersom hele poenget med å kommunisere i modellen er at det skaper en transparent prosess og gir et bedre samarbeid i prosjektet (Khanzode *et al.*, 2006). Informanten sine egne ord er at å benytte seg av mail når prosjektdeltakerne egentlig har blitt enige om å kommunisere i modellen, undergraver hele systemet. Når dette er sagt forteller informanten at de ga tilbakemelding om denne ubeleiligheten til Betonmast, og en stund etter ble det mulig å notisere hverandre i programmet. De vet ikke om det var deres ønske som førte til dette, men likevel er det fint å merke seg at programvarene tilsynelatende lytter til brukerne og prøver å oppdatere programvaren i henhold til dem. Her kan det være en mulighet å optimalisere programmene for VDC.

Noe som derimot fortsatt ikke finnes i programmet er å tilegne lapper forskjellig filtre eller nummer, slik at man kan gruppere aksjonene. Denne mangelen gjorde at en av prosjekteringslederne satt og skrev inn egne løpenummer på samtlige aksjoner i modellen. Effekten av dette er at man enkelt fikk nummerert og systematisert lappene basert på forskjellige tallkoder, som et slags filter. Oppgaveskriver synes igjen det er overraskende at programvaren ikke inneholder funksjoner for å lage forskjellige filtre til forskjellige aksjoner i modellen. Det er tydelig at det er et behov for dette, ettersom det har gitt positiv effekt. Igjen tatt i betraktning muligheten til å øke prosjekteffektiviteten ifølge Andersson *et al.* (2016), er det overraskende at slike programvarer er tilsynelatende såpass begrensende.

Bruk av programvarer det siste året, har ikke bare gitt en generell positiv effekt på prosjektet, men det er tydelig at det har vært svært nyttig under koronaviruspandemien. Flere av informantene trekker fram hvor gunstig det har vært å kunne kommunisere og samarbeide i modellen nå som man ikke har kunnet møtes fysisk. Selv om det, ikke overraskende, er trukket fram at digital kommunikasjon er gunstig med tanke på en pandemi, er de fint å merke seg at arbeidsmetoden egner seg for mye arbeid som ikke gjennomføres fysisk. En av informantene mener spesielt at det er avgjørende å ha en modell under forklaringer og rengjøringer i prosjekteringsfasen. Effekten er at de andre deltakerne fortere forstår hva det er snakk om, som gjør at han kan bruke mer tid på andre ting. På den måten vil bruk av 3D-modeller være gunstig for implementeringsprosessen,

da mer tid kan brukes på å gjennomføre tiltak for å implementere VDC. Satt på spissen kan en si at koronaviruspandemien har muliggjort implementeringen av VDC.

Et interessant funn er at to av informantene bevisst har valgt å ikke kalle arbeidsmetoden for VDC. De forteller at de fryktet aktørene i prosjektet skulle syntes det var skummelt å bruke VDC når de ikke visste hva det var. Løsningen var å heller kalle de forskjellige metodene for «det det er», uten å bruke VDC-ordforrådet. ICE-møter ble for eksempel kalt for særmøter. En av prosjekteringslederne forteller at denne tilnærmingen gjorde at VDC «solgte seg» litt mer inn hos aktørene. Det som er interessant med dette er at det ikke finnes noe i det teoretiske rammeverket som antyder at man burde gjøre om ukjente uttrykk til noe mer velkjent, for å få en vellykket implementeringsprosess. Selv om kun to av informantene forteller at de gjorde dette, kan det likevel tenkes at det er en gunstig effekt ved implementering av ukjente fenomener, å gjøre om uttrykkene til noe deltakerne har et forhold til.

En av informantene forteller at de fikk en positiv effekt på implementeringen av å gå litt «hardt ut» når det kom til hvilken effekt byggherren kunne forvente fra bruken av VDC på prosjektet. Informanten forteller at dette la press på prosjektet til å faktisk oppnå de effektene de kommuniserte til byggherren. Ikke noe av litteraturen i det teoretiske rammeverket belyser dette fenomenet. Funnet er dermed interessant og det kan virke positivt for implementeringsprosessen å kommunisere grandiose og kanskje litt for optimistiske effekter av implementeringsprosessen.

5.3 Visjon

Fra det teoretiske rammeverket kommer det fram at en manglende visjon for implementeringsprosessen ofte er bakgrunnen for manglende prosjektsuksess (Andersson, *et al.*, 2016). Resultatene viser derimot at to av caseprosjektene ikke har etablert visjon for implementeringsprosessen. Etersom samtlige caseprosjekter vurderes til å ha suksessfullt implementert VDC, er det ønskelig å drøfte hvorvidt det er nødvendig med en visjon for implementeringsprosessen, for at den skal være suksessfull.

Funnet tyder på at en visjon for implementeringsprosessen kanskje ikke er like avgjørende som det kommer fram fra det teoretiske rammeverket. Samtidig kan det hende at litteraturstudiet ikke har kartlagt nok litteratur på dette området, og at det finnes studier som indikerer at en manglende visjon ikke nødvendigvis betyr at implementeringen blir suksessfull. Det kan for eksempel tenkes at selv om det finnes en sammenheng mellom prosjekter som ikke har en visjon for implementeringsprosessen og prosjekter som ikke er suksessfulle, behøver det ikke nødvendigvis være en sammenheng mellom det å etablere en visjon og suksessfull implementering. Basert på det kartlagte resultatet kan det virke som at en visjon for implementeringsprosessen ikke er like nødvendig som det teoretiske rammeverket hevder.

To av informantene forteller at visjonen for deres implementeringsprosess har vært målbart mål. Det er tydelig at informantene ikke skiller mellom overordnede visjoner som gir prosessen en retning, og målbare mål, selv om det teoretiske rammeverket tydelig skiller mellom dette (Andersson *et al.*, 2016). Likevel mener prosjekteringslederne at «visjonen» har gitt positiv effekt, ettersom de har blitt oppnådd. Det interessante med dette funnet er at det igjen indikerer at implementeringsprosessen ikke nødvendigvis trenger en visjon, men at et målbart mål er vel så gunstig for å implementere VDC suksessfullt.

En annen informant forteller at deres visjon for implementeringsprosessen var rett og slett å «implementere VDC». Det som er interessant med dette er at det teoretiske rammeverket mener visjonen skal etableres for selve implementeringsprosessen og da ikke simpelthen være implementeringsprosessen (Andersson *et al.*, 2016). Dette kan igjen tyde på at «visjonen» caseprosjektet har etablert for implementeringsprosessen, igjen faktisk ikke er en visjon. Funnet underbygger på den måten det som er diskutert ovenfor, nemlig at det tilsynelatende ikke er like nødvendig med en visjon for implementeringsprosessen

Informanten forteller videre at det ble fokusert på å kartlegge nøyaktig hvilke mål kunden hadde for prosjektet. Informanten ville sørge for at de hadde et felles mål for byggeprosjektet. Dette er noe det teoretiske rammeverket mener er viktig under utarbeidelse av prosjektets mål, ettersom det skapes en felles forpliktelse til målene blant interessentene i prosjektet (Kunz og Fischer, 2012). Videre trekker Kunz og Fischer (2012) fram at alle prosjektets aktører skal ha innsikt i hva de styrer mot. Dette tyder på at det å inkludere kunden i prosessen med å fastsette mål kan være gunstig for å både skape forpliktelse og åpenhet knyttet til målene. Informanten mener selv at det har vært positivt å få kartlagt hvilke mål kunden har. Ved å bruke lang tid på dette mener han at man finner ut hva som faktisk er det viktigste for byggherren.

Samtidig trekker han fram at en slik karlegging har medbrakt mye ekstraarbeid. Det er krevende å få spikret kundens ønsker hundre prosent og luke ut ting som er bra, men ikke nødvendig. Dette ekstraarbeidet blir vurdert som en negativ effekt av å kartlegge kundens mål. Likevel vil de positive effektene som nevnt ovenfor være gunstig for implementeringsprosessen, selv om det er tidkrevende. Nyttien av å fastsette VDC-mål vurderes likevel som noe positivt. Tatt i betraktning at det teoretiske rammeverket også fastlegger viktigheten av å inkludere interessenter i utarbeidelse av VDC-målene, tyder dette på at det er gunstig å fokusere på dette.

Tre informanter forteller at det er etablert spesifikke VDC-mål for implementeringsprosessen. En av informantene forteller om et mål som var at prosjektet skulle gjennomføre VDC «slik det sto i læreboka». Effekten av dette var uheldigvis at de gikk litt for «hardt ut». Dette tyder på at målet har vært for utfordrende, og manglet en grad av realisme, slik som det teoretiske rammeverket antyder (Kunz og Fischer, 2012). Dette vitner om at VDC-mål må ha en god balanse mellom det å være utfordrende og realistiske.

To av prosjekteringslederne forteller imidlertid at de har oppnådd VDC-målene for prosjektet, og at dette har vært positivt for implementeringsprosessen. Begge forteller at de fikk luket ut en del feil og fikk en bedre oversikt over prosjekteringsprosessen. Selv om ikke dette i seg selv bidrar til implementeringsprosessen, vurderes det som nyttig for implementeringsprosessen at tid som ellers ville gått med til å utbedre prosjekteringsfeil frigis. Den tiden kan brukes på andre tiltak i implementeringsprosessen. Videre vil det å få oversikt over prosjekteringsprosessen tenkes å være gunstig for å forstå hvorvidt man når de fastsatte VDC-målene i prosjektet. Imidlertid mener en av informantene at de kunne fått enda flere fordeler fra VDC-implementeringen dersom målene hadde vært enda tydeligere. Dette er noe Kunz og Fischer (2012) også mener er viktig, da de forteller at målene bør være spesifikke. Det kan tenkes at dersom VDC-målene for implementeringsprosessen hadde vært enda mer tydelige, ville prosjektene fått en enda større effekt av dem, slik som informanten tenker.

To av informantene forteller derimot at det ikke er etablert VDC-mål for implementeringsprosessen. Ingen av dem reflekterer over hvorvidt dette har bidratt positivt eller negativt på implementeringsprosessen. Selv om det teoretiske rammeverket mener det er avgjørende å etablere mål for implementeringsprosessen, er det interessant at manglende mål i disse to caseprosjektene nærmest ikke har gitt noen nevneverdige utslag for implementeringen. På den måten kan det tyde på at slike mål for implementeringsprosessen være positivt, men ikke nødvendig.

En annen informant belyser viktigheten av det å faktisk fokusere på å jobbe mot målene og hvordan det å jobbe målrettet mot dem, gir positive resultater. I prosjektet hans var målet å gjennomføre et Last Planer-opplegg. Dette ble gjort grundig for prosjekteringsfasen som han hadde ansvar for, men ikke fullt så grundig da en annen hadde ansvar for ferdigstillingsfasen. Resultatet var at prosjekteringsfasen ble gjennomført innen tidsfristen, mens ferdigstillingsfasen ble utsatt med to uker. Han mener selv at dette er på bakgrunn av at prosessen ikke ble gjennomført like nøye. Dette antyder at bare det å *fastsette* mål i seg selv ikke er et suksesskriterium for implementering av VDC. Det kan være det er nødvendig å jobbe målrettet og grundig for at målene skal oppnås.

Det er ikke etablert noen metrics i caseprosjektene for å sørge for at visjonen eller målene oppnås. Resultatene tyder på at det ikke har vært et behov å etablere metrics, selv om det teoretiske rammeverket anbefaler at dette gjøres for å løpende måle om man klarer å oppnå visjonen og målene (Kunz og Fischer, 2012). Én informant stiller seg positivt til bruk av metrics, og mener at det er en god idé å etablere metrics for visjonen. Dette tyder på at det kan være en verdi for implementeringsprosessen i å etablere metrics. Samtidig har informanten tilsynelatende ikke tenkt på dette før nå, noe som tyder på at behovet for å etablere metrics kanskje ikke har vært så stort som det teoretiske rammeverket antyder. Det reflekteres derimot om det kan ha eksistert metrics som ikke direkte har virket mot målene eller visjonen, men som har bidratt til at de har blitt oppnådd likevel. Eksempelvis har PPU blir benyttet i flere prosjekter, noe som bidrar positivt til å nå milepæler og mål i prosjektet. En annen informant vil ikke at metrics skal bli så omfattende i prosjektet. Dette tyder på at selv om det kan være gunstig å etablere metrics, er det mye arbeid som går med på å gjennomføre det. Metricsene er jo noe som må gjøres løpende gjennom hele prosjektets levetid.

Det teoretiske rammeverket forteller at når målene oppnås, skal det feires. Det kommer derimot fram fra resultatene at ingen av prosjektene har gjennomført feiring av oppnådde mål. Flere av informantene forteller at bakgrunnen for manglede feiring er koronaviruspandemien. Det trekkes fram at det normalt ville blitt feiret med kake. Det interessante er jo at prosjektene, selv uten feiring, har klart å implementere VDC. Koronaviruspandemien har dermed vært en mulighet til å forstå hvor viktig det er at slike mål feires, og det antas at det ikke er like avgjørende som tidligere tenkt.

5.4 Planer

Samtlige informanter forteller at det er utarbeidet planer i prosjektet, slik som lappeplaner, MMI-plan, modelleveranseplan og tegningsleveranseplan. Det er derimot ingen som har utarbeidet en implementeringsplan for implementeringsprosessen. Dette er interessant ettersom teorien spesifikt trekker fram viktigheten av å utarbeide en strategisk plan for selve implementeringsprosessen (Kunz og Fischer, 2012; Ling, 2033; Andersson *et al.*, 2016). Likevel har alle prosjektene implementert VDC på noe som de definerer som en suksessfull måte. Dette kan dermed tyde på at en implementeringsplan ikke er like viktig for en suksessfull implementering av VDC som det teoretiske rammeverket hevder.

Likevel trekker informantene fram at planene har bidratt positivt i implementeringen av VDC. Det kan tenkes at de planene som er utarbeidet, som ikke er spesifikt utarbeidet for implementeringsprosessen, likevel sørger for at VDC blir implementert. Planer som er VDC-basert, slik som MMI-plan og modelleberanseplan, kan muligens underbygge implementeringsprosessen og resulterer i at VDC blir implementert. Det tankevekkende er uansett at det kan stilles spørsmålsteget ved hvorvidt det er nødvendig for en suksessfull implementering av VDC at det utarbeides en strategisk plan for visjonen eller VDC-målene.

En av informantene forteller at det ble utarbeidet en plan for å oppnå visjonen i prosjektet. Visjonen var å gjennomføre en digital byggeprosess før selve byggeprosessen. Det ble dermed utarbeidet en sonemodell som et planverk for å oppnå dette. Sondemodellen ble utarbeidet av en BIM-koordinator og delte den digitale tvillingen, 3D-modellen, inn i soner som lappene fra lappeplansesjonen ble knyttet opp til. Dette mener informanten har gitt en positiv effekt på implementeringsprosessen ettersom det la til rette for at visjonen ble oppfylt. Selv om det er diskutert hvorvidt en visjon faktisk er nødvendig for implementeringsprosessen, kan det tenkes at det å lage en strategi for å oppnå visjonen er et viktig fokus for at en eventuell visjon skal implementeres. Dette støttes av Kunz og Fischer (2012) og det kan dermed anses som viktig at det utarbeides en plan for å oppnå visjonen.

Flere av planen i caseprosjektene viser seg å ha likhetstrekk med implementeringsplanen definert i det teoretiske rammeverket. Implementeringsplanen skal ifølge Andersson *et al.* (2016) være dynamisk, noe én av informantene trekker fram om prosjektets lappeplan. En negativ effekt av dette er imidlertid at planen justeres såpass mye hver uke, at det er vanskelig for prosjektdeltakerne å se langt nok fram i prosessen. Selv om det er en verdi i at planen er dynamisk og fleksibel, er det uheldig at dette skaper en uoversiktighet hos prosjektdeltakerne. Når dette er sagt vil nok ikke en helt streng og rigid plan være svaret, da prosjekter rett og slett er uforutsigbare, slik Andersson *et al.* (2012) belyser. Det kan dermed være hensiktsmessig at planene inneholder en viss grad av fleksibilitet.

To av informantene forteller at lappeplanene inneholder ansvarsområder. Dette er også noe Andersson *et al.* (2016) trekker fram. En av informantene mener fordeling av ansvarsområder har bidratt til at planen er enklere å styre etter. Dette kan tyde på at selv om prosjektene ikke nødvendigvis behøver å etablere en implementeringsplan for implementeringsprosessen, kan det være fordelaktig å inkludere spesifikasjonene en implementeringsplan bør inneholde som er definert av det teoretiske rammeverket. Her eksemplifisert med fordeling av ansvarsområder.

Resultatene viser derimot at en av informantene mener prosjekterings- og tegningsleveranseplanen har vært for komplisert. Dette er interessant ettersom det teoretiske rammeverket understreker viktigheten av at implementeringsplanen inneholder alle krav og spesifikasjoner prosjektet skal følge (Andersson *et al.*, 2016). Det er ikke sikkert at det er mengden krav eller spesifikasjoner som gjør prosjekterings- og tegningsleveranseplanen komplisert, men det er nærliggende å tro at dette kan bidra til det. Dette er interessant ettersom det taler imot det teorien sier om en implementeringsplan. Selv om prosjektets krav og spesifikasjoner utvilsomt er viktige, kan det hende for mye fokus på dette vil bidra til at planen er for omfattende og komplisert for prosjektdeltakerne. Det verste scenarioet her vil dermed være at prosjektdeltakerne ikke klarer å følge implementeringsplanen.

En annen informant mener modell-leveranseplanen i prosjektet har fått for mye fokus. Det trekkes fram at detaljtegningene i prosjektet har blitt nedprioritert grunnet dette. Det er

tydelig at det kan bli mye å tenke på for prosjektdeltakerne, når det skal etableres flere forskjellige planer. Den negative effekten tydeliggjør viktigheten av å disponere tiden til de forskjellige planene på en god måte. Tatt i betraktning at ingen av caseprosjektene faktisk har etablert en implementeringsplan, men «bare» fokuserer på de andre planene i prosjektet, er det nevneverdig at det allerede er en utfordring å disponere nok tid til prosjektets planer. På denne måten kan det tenkes at en implementeringsplan til dels vil være negativt for implementeringsprosessen, da det i verste fall kan føre til at man ikke holder fokus på andre planer.

Det er derimot ikke utarbeidet planer som spesifikt sørger for at implementeringsmålene blir oppnådd. Dette er noe som ikke stemmer overens med teorien, som hevder planer for å oppnå målene er viktig (Kunz og Fischer, 2012). Likevel har målene blitt oppnådd i prosjektene, noe som kan tyde på at slike planer ikke er fullt så avgjørende som det teoretiske rammeverket påstår.

Det kan videre tenkes at hvorvidt man trenger å utarbeide en plan for VDC-målene avhenger av hvilke mål det er snakk om, og at denne studien omfatter VDC-mål som ikke behøver en plan. Dersom dette er tilfellet vil det være interessant å forstå hvilke mål dette eventuelt gjelder, for å sørge for at et prosjekt ikke bruker unødvendig mye tid på å lage planer til mål som ikke har behov for det.

En av informantene mener det har vært for få milepæler i prosjektet. Han mener dette har gitt en negativ effekt på implementeringen, som har bidratt til at det har vært vanskelig for prosjektdeltakerne å definere leveranser. Dette er interessant ettersom det teoretiske rammeverket ikke sier noe om effekten av antall milepæler.

Funnene viser at samtlige prosjekter har hatt en stram tidsplan. Dette er noe som ifølge det teoretiske rammeverket burde gjøre det mer utfordrende å implementere VDC i prosjektene (Ling, 2003). Det er dermed oppsiktsvekkende at den stramme tidsplanen trekkes fram som noe positivt for implementeringsprosessen. Samtlige informanter mener den stramme tidsplanen har vært en mulighet for at implementeringsprosessen kan gjennomføres. Dette tyder på at selv om det er konstatert i det teoretiske rammeverket at implementeringsprosesser ikke burde forhastes, kan det være et godt argument at man prøver ut nye metoder på prosjekter som har dårlig tid. Det kan virke som at en slik «krisesituasjon» skaper et ønske om forandring, som skaper et insentiv om å prøve ut nye innovasjoner. Én av informantene trekker likevel fram at det å ha dårlig tid, førte til at han hele tiden fikk følelsen av å være litt «bakpå» i prosjektet. Det kan også tenkes at en stram tidsplan fører til at de ansatte går tilbake til vante arbeidsrutiner, istedenfor å utføre de nye, utfordrende arbeidsoppgavene. Selv om kanskje en stram tidsplan insentiverer en VDC-implementering, kan det likevel hende at det i utgangspunktet er en fordel å ikke føle at man ligger bakpå i prosjektet.

5.5 Prosjektgruppen

To av informantene forteller at de ikke fikk gjennomført kick-off-møte på prosjektene deres. Disse informantene mener effekten har vært at de ikke har fått den samme dynamikken i prosjektet, og de har ikke blitt kjent med aktørene i prosjektet på samme måte som de tradisjonelt ville gjort. Dette er nøyaktig det Kunz og Fischer (2012) mener er grunnen til at man burde gjennomføre et kick-off-møte, nemlig etablere gode relasjoner både i og utenfor prosjektgruppen. Det er dermed overraskende at en av informantene likevel mener de har klart å etablere en grei dynamikk i prosjektet. Det er tydelig at man ikke har fått den samme dynamikken som en tradisjonelt ville fått etter et kick-off-møte,

men resultatet tyder likevel på at man vil kunne skape noen former for relasjoner selv uten et kick-off-møte.

Når dette er sagt, kommer det derimot fram at kick-off-møter har vært veldig gunstig ifølge de to informantene som har vært med på dette i deres prosjekter. Selv om kick-off-møtet i ett av caseprosjektene ble nedskalert grunnet koronaviruspandemien, har et mindre kick-off-møte sørget for at prosjektgruppen har blitt bedre kjent med hverandre og andre aktører i prosjektet. Han belyser at dette har bidratt til å skape en felles forståelse, gjensidig tillit, respekt og positiv innstilling blant de som har vært med. Dette er forhold som det teoretiske temmeverket ikke beskriver, noe som gjør funnet interessant.

Informanten som forteller at de har fått en grei dynamikk i prosjektet, men som ikke har gjennomført kick-off-møte, trekker ikke fram spesifikt hva som har bidratt til dynamikken. Dersom de ikke har fått de samme effektene som prosjektene som gjennomførte kick-off-møtene, kan det være en verdi i å gjennomføre kick-off-møter. Informantene som har gjennomført kick-off-møter legger videre til at en annen positiv effekt av dette er at de fikk forklart hvorfor prosjektet burde benytte seg av et spesifikt prosjekteringsverktøy, og ikke det byggherren hadde et ønske om å bruke. Det kan dermed tyde på at et kick-off-møte bidrar til å skape en arena hvor slike forhold kan belyses og man kan i et samlet plenum argumentere for hvorfor en vil bruke de metodene en vil. Det er nok ikke sikkert at dette er nødvendig i alle prosjekter, men det at man har muligheten til å avklare slike ting på kick-off-møtet anses som nyttig.

På to av prosjektene er det gjort en vurdering av hvordan prosjektgruppen er satt sammen, basert ut ifra de ansatte og prosjektene. Dette er noe som stemmer godt overens med det teorien mener man burde, nemlig ikke sette sammen en tilfeldig prosjektgruppe, men ta i betraktning prosjektets natur og de ansattes kompetanse (Andersson, *et al.*, 2016). Det er dermed ikke overraskende at de to informantene trekker fram dette som noe positivt for implementeringsprosessen. De mener det resulterer i at det ikke mangler noe kunnskap i prosjektet og at det har vært positivt at prosjektgruppen består av personer som passer godt sammen.

På den andre siden trekker to av informantene fram at deres prosjekter har hatt en tilfeldig sammensetning av prosjektdeltakere. Effekten av dette er todelt, én mener i likhet med de overnevnte informantene at det er gunstig å tenke gjennom hvilke personer man setter sammen til prosjektgruppen. Han mener man må få til en god blanding av folk med forskjellige bakgrunner, noe som ikke er gitt ved en tilfeldig sammensetning. Den andre informanten mener derimot at det har vært positivt at gruppen er satt sammen tilfeldig. Hans påstand er at samtlige i Betonmast selskapet fungerer godt sammen, og at prosjektgruppen vil dermed ha en god sammensetning uansett. Det kan godt tenkes at Betonmast har mange forskjellige gode ansatte, men som det ble påpekt tidligere, er det viktig at det forekommer en viss blanding av ansatte i prosjektgruppen. Selv om alle er flinke, kan det likevel forekomme at flere ansatte, med tilnærmet lik bakgrunn, settes sammen på ett prosjekt. Da vil man sannsynligvis ikke oppnå den fordelene av at man har forskjellig type kunnskap, noe som kan tenkes å virke negativt på et byggeprosjekt.

Når det kommer til hvilken kunnskap prosjektgruppen hadde om VDC, kommer det fram at det i to av caseprosjektene har det vært to stykker med VDC-kompetanse. Begge informantene trekker fram dette som noe positivt, da det har bidratt til at prosjekteringslederne får en sparringspartner. En av dem forteller at det er en krevende jobb å implementere VDC og at det i utgangspunktet er merarbeid. Det stemmer bra med det teoretiske rammeverket – at prosjektgruppen trenger å inneha nok kompetanse om

innovasjonen som skal implementeres (Andersson *et al.*, 2016). Det er dermed ikke overraskende at en av informantene som har implementert VDC alene, forteller at det har vært utfordrende. Det samme gjelder de to andre informantene som forteller at det har vært varierende grad av VDC-kunnskap i prosjektet. Dette har igjen gjort det utfordrende å gjennomføre VDC-implementeringen. Funnene tyder på at det kan være gunstig for prosjektgruppen om flere av medlemmene har kunnskap om VDC når dette skal implementeres.

Resultatene viser at det har vært varierende grad av interesse hos prosjektdeltakerne for innovasjonen. Dette er interessant ettersom det ble avdekket i det teoretiske rammeverket at grad av interesse er noe av det som avgjør hvorvidt innovasjonen er nyttig for prosjektet og prosjektgruppen (Ling, 2003). Samtlige prosjekter hevder innovasjonen har vært nyttig både for prosjektet og for prosjektgruppen, dermed kan det tenkes at det er godt nok med bare en viss grad av interesse hos prosjektdeltakerne. Det teoretiske rammeverket mener grad av interesse er såpass viktig ettersom det bidrar til at deltakerne er mer forpliktet til innovasjonen (Ling, 2003). Hvorvidt deltakerne er forpliktet kommer ikke fram fra resultatene, men igjen kan dette tyde på at det ikke er like avgjørende som det teoretiske rammeverket skal ha det til.

Det teoretiske rammeverket mener det er en fordel for implementeringsprosessen dersom entreprenøren og kunden er samlokalisert (Andersson *et al.*, 2016). Én av informantene forteller at det ble vurdert om de skulle sitte sammen med byggherren eller ikke, og at det ble konkludert med at det var mest gunstig å ikke gjøre det. I ettertid har de også vært fornøyd med at byggherren og entreprenøren ikke er samlokalisert. Likevel reflekterer informanten over om det kan være gunstig å sitte sammen, og han mener det ikke finnes noe fasitsvar på dette. Dette kan tyde på at det er en verdi i at prosjektgruppen og byggherren ikke er samlokaliserte på prosjektet. Nøyaktig hva man eventuelt går glipp av ved å være adskilt kommer ikke fram. Det kan tenkes at relasjonen mellom partene blir svakere, men samtidig får man friheten til å diskutere økonomiske forhold åpenlyst, uten å se seg over skulderen.

Det kommer også fram i resultatene at det har vært varierende grad av oppfølging av prosjektgruppene. To informanter mener det har vært god oppfølging, mens de tre andre mener det ikke har vært god oppfølging av gruppen. Ifølge det teoretiske rammeverket er oppfølging av prosjektgruppen viktig (Andersson, *et al.*, 2016). Det som er oppsiktsvekkende er at samtlige informanter mener oppfølgingen av prosjektgruppen har vært positivt, uavhengig av om den har vært mye eller ikke. En av prosjekteringslederne som har fått god oppfølging, mener i likhet med teorien at dette har vært veldig gunstig og sier til og med at det har vært avgjørende for prosjektet. En annen som også mener prosjektgruppen har fått god oppfølging, ytrer at de ansatte i stor grad likevel gjør ting på sin egen måte. Dette er interessant ettersom en skulle tro at de ansatte i slike tilfeller ikke så seg nødt til å gjøre ting på egenhånd, men ba om hjelp, grunnet den gode oppfølgingen. Det kan tenkes at selv om oppfølgingen i stor grad er god og til stede, tenker man rett og slett ikke på å ta opp spesifikke utfordringer man sitter med, og ender opp med å løse det selv. Dersom dette er tilfellet kan en spørre seg i hvor stor grad oppfølgingen har en verdi for prosjektgruppen, når de tilsynelatende likevel velger å løse problemer på egenhånd.

En annen informant er enig i at det har vært opp til prosjektene å finne ut av hva de trenger. Den lave graden av oppfølging har ifølge han ført til at de ikke har fått det de burde ha på prosjektet, og han mener det er negativt at det er såpass mye opp til prosjektene å finne ut av hva de trenger. Han tenker spesielt på andre som ikke har vært

på kurs og mener det er ugunstig for VDC-implementeringen at det er såpass mye selvstyring i Betonmast sine selskaper. Det kan samtidig tenkes at det at Betonmast sine selskaper har såpass mye frihet er noe som er fint i andre sammenhenger. Likevel anses det at man, innenfor akkurat dette med oppfølging, kommer til kort ved å fokusere på frihet ettersom det er tilsynelatende vanskelig for de ansatte å selv ta kontakt med konsern.

En annen prosjekteringsleder som mener det ikke har vært noe stor grad av oppfølging av prosjektgruppen, trekker derimot fram at dette har vært positivt. Han mener til og med at det at de må selv ta kontakt for å få oppfølging, har gitt mer positiv effekt, enn om de hadde fått oppfølging mer av seg selv. Dette støttes av prosjektlederen, som mener effekten er at de slipper å bli ettergått. Det kan tenkes at selv om det er en effekt av å få oppfølging, vil det i noen tilfeller føles litt unødvendig. Samtidig kan effekten av en oppfølging man ikke har spurt om, gjøre at det belyses forhold som er mindre gode, som en selv ikke ville oppdaget. På en måte kan det hende at de som mener oppfølgingen er god, har fått påpekt slike forhold, og har dermed konkludert med at det har vært gunstig. De som ikke har fått oppfølging kan føle det har skapt en frihet hos prosjektgruppen, noe som vurderes som positivt. Uansett hvilken grad av oppfølging man velger, virker det som om prosjektgruppen vil stille seg positivt til dette, og ser fordelene i mengden oppfølging fra hver sin side.

5.6 Opplæring

Tre av informantene har gjennomført VDC-opplæring. Samtlige mener det har gitt en positiv effekt på implementeringsprosessen. Dette stemmer godt overens med det teoretiske rammeverket, som mener det er viktig å opparbeide seg relevant kunnskap knyttet til innovasjonen (Kunz og Fischer, 2012; Andersson *et al.*, 2016 og Ling, 2003). Det trekkes fram fra resultatene at opplæringen har bidratt til at en av informantene har forstått viktigheten av å dele sin kunnskap, både internt og eksternt. Dette har igjen gitt han et stort nettverk av folk som han kan få nyttige innspill fra. Dette er interessant ettersom denne effekten ikke belyses i det teoretiske rammeverket. Det kan tenkes at opplæring ikke bare er gunstig for å oppnå den relevante kunnskapen som trengs for å implementere VDC, men også for å videre kunne oppnå ny kunnskap, fra de nettverkene en etablerer. Informanten trekker spesielt fram at dette kan være gunstig for personer som implementere VDC alene i et prosjekt. Da kan det være en god effekt å ha et nettverk man kan sparre med og få gode innspill fra.

To av informantene som ikke ble opplært i VDC, mener derimot ikke dette har vært noe negativt. De mener de fortsatt har bidratt i stor grad til implementeringsprosessen, med den kunnskapen de har. De mener at andre kan bidra med VDC, noe som impliserer at selv om ikke de selv har gjennomført VDC-opplæring, ser de en verdi i at noen i prosjektet gjennomfører opplæring. Det teoretiske rammeverket trekker likevel fram at de som har ansvar for å utvikle og oppdatere modellene i prosjektet, bør være drevne i programmet som benyttes (Andersson, *et al.*, 2016). Det kan godt tenkes at selv om informantene ikke har gjennomført opplæring kan de likefullt bruke programvarene. Samtidig er det interessant at disse informantene, som noen av de mest ansvarlige i prosjektet, selv mener de ikke burde aktivt melde seg på kurs for å få den rette kompetansen. Det kan dermed tenkes at, selv om opplæring av prosjektgruppen er viktig, er det ikke avgjørende hvem i prosjektgruppen som har gjennomført opplæringen.

Informantene som har deltatt på kurs forteller at de har implementert VDC i prosjekter samtidig som kurset har foregått. Dette er noe en av informantene trekker fram som noe

positivt. Han mener at man havner i en slags «boble» når man er på slike kurs og at det da er fint å få en praktisk tilnærming til hvordan man skal implementere VDC samtidig som man blir opplært. Dette er også noe Andersson *et al.* (2016) forteller, nemlig at man burde ha en praktisk erfaring av hvordan arbeidet skal utføres. Dette er noe man i aller høyeste grad vil oppnå ved å benytte kunnskapen en lærer på kurset i et prosjekt parallelt. Informanten som mener dette har vært positivt reflekterer likevel over hvilke negative effekter dette medfører. Han forklarer at VDC er en slags modningsprosess som trenger tid til å synke inn. Dette forstås som at selv om det er fint at informantene får implementere VDC parallelt med kurset, har man ikke opparbeidet seg nok kunnskap til å forstå om det man gjør er gunstig eller ikke. På den måten kan en tenke at det ikke er helt gunstig å implementere VDC før man er ferdig på kurs. Tatt i betraktning at informantene både trekker fram positive og negative sider ved dette, samt at det teoretiske rammeverket anbefaler en praktisk tilnærming, vurderes det som at det gir større positiv effekt å implementere VDC parallelt enn ikke. Det kommer derimot ikke fram fra det teoretiske rammeverket om man burde implementere VDC når man er i en type «boble», men det ses heller ikke på som noe overraskende at når man har teorien friskt i minne vil det være enklere å implementere innovasjonen.

Etter gjennomføring av opplæringen forteller informantene at de ha fått oppfølging fra en av kursholderne. Dette mener en av dem har vært fint ettersom det sørger for faglig påfyll selv etter man er ferdig på kurset. Det teoretiske rammeverket mener det er viktig å dra lærdommer fra de forskjellige prosjektene, men trekker ikke fram viktigheten av at kursdeltaker oppfølges etter endt kurs. Funnet kan tyde på at det kan være gunstig at kursene følger opp de som har deltatt, for å sørge for at innovasjonen implementeres på en god måte. Det er naturlig å tenke at man fort går tilbake til gamle rutiner, så det å få en oppfriskning en stund etter opplæringen er ferdig, ses på som gunstig.

Resultatene viser at de som har blitt sendt på eksterne VDC-kurs skal gjennomføre interne VDC-kurs for andre ansatte i Betonmast. Dette er noe en av informantene tenker kan være gunstig for Betonmast. Han mener blant annet at det burde knyttes opp mot oppstarten til et prosjekt, ettersom det sørger for at man får en praktisk tilnærming til implementeringen, som nevnt ovenfor. Utover dette er ikke interne kurs i regi av bedriften noe som det teoretiske rammeverket trekker fram. Ling (2003) fortellere at det bør organiseres opplæring, men spesifiserer ikke om det er noe som bør ordnes internt eller eksternt. Det kan dermed tenkes at det ikke er avgjørende om kursene er interne eller eksterne. Det er sannsynlig at man ville oppnådd de samme ferdighetene hos de ansatte dersom de ble sendt på eksterne kurs. Likevel antas det at det er en verdi i at kollegaer lærer opp hverandre. Dette kan være folk man har en god relasjon og respekt til, noe som tenkes å øke tyngden til formidleren. Når dette er sagt kan også det motsatte oppstå, nemlig at man har en dårlig relasjon til den interne kursholderen, noe som vil svekke tyngden til formidleren. Uansett om man gjennomfører intern eller ekstern opplæring, sørger man i hvert fall for å organisere opplæring for de ansatte, noe som er en viktig del av implementeringsprosessen.

Det teoretiske rammeverket trekker fram at samtlige interessenter i prosjektet må utvikle kompetanse til å tolke de visuelle modellene i prosjektet. Fra resultatene kommer det fram at det er ganske variabelt hvilken kunnskap underentreprenørene har. Samtidig har nesten ingen noe problem med å bruke 3D-modeller. Dette gjelder spesifikt 3D-modeller som finnes i programmet Dalux. Bruken av dette programmet er derimot noe en av informantene mener har gitt en negativ effekt på implementeringsprosessen. Dalux er et såpass omforent program at de aller fleste underentreprenører er ganske kjent i

programmet. Problemet, ifølge informanten, er derimot at dette programmet er ganske begrensende. Selv om det er en god effekt at mange entreprenører kjenner til programmet, mener informanten det ikke er et godt nok verktøy for underentreprenørene til å bygge etter. Dette medfører at dersom man vil etablere en modell som underentreprenørene faktisk skal bygge etter, er det nødvendig å benytte et annet program. Uansett kan det ses på som positivt at underentreprenørene benytter seg av programvarer som muliggjør VDC.

En av informantene forteller at de skal vurdere VDC-verktøyene etter prosjektet er ferdig. Dette er noe det teoretiske rammeverket har fokusert på, og Andersson *et al.* (2016) mener dette er gunstig for at organisasjonen skal utvikle seg. Dette trekkes ikke fram som hverken noe positivt eller negativt fra informanten, kanskje fordi de ikke har gjennomført evalueringen enda, men det antas å være noe som kan gagne Betonmast og også de ansatte som har vært involvert i evalueringen. En annen informant forteller at de har gjort kontinuerlige vurderinger av VDC-verktøyene. Dette er ikke noe det teoretiske rammeverket belyser. Likevel tenkes det at en kontinuerlig vurdering vil være positivt for prosjektet. Spørsmålet er kanskje snarere om de i tillegg kommer til å vurdere prosjektet når det er ferdig, for å få en helhetlig vurdering av VDC-verktøyene og bruken av dem, slik det teoretiske rammeverket anbefaler.

5.7 Engasjere til handling

Resultatene viser at to av prosjektene har benyttet laveste pris som tildelingskriterie for utvelgelse av underentreprenører. Det er i disse tilfellene sett helt bort ifra underentreprenørens kunnskap om VDC. Dette er interessant ettersom Rose og Manley (2014) hevder slike restriktive anbudsprosesser er en hindring for prosjektimplementering. De hevder kontrahering basert på pris minsker motivasjonen hos underentreprenøren til å benytte innovasjonen, noe det i caseprosjektene ikke kan sies å ha skjedd. Det er tidligere kartlagt at underentreprenørene benytter seg av 3D-modellen i prosjektet, og det er lite fra resultatene som tyder på at tildelingskriteriet basert på laveste pris har vært en hindring for implementeringsprosessen.

På de to andre caseprosjektene har det blitt stilt krav til underentreprenørene om at de må forholde seg til systemene som benyttes i prosjektet i forbindelse med VDC. Det understrekes at underentreprenørene ikke må ha lang erfaring med VDC, men være positive til de systemene som benyttes på prosjektet. Effekten av dette har vært positiv ettersom det ikke har oppstått noen problemer med å kreve dette og en av informantene tenker til og med at det å inkludere underentreprenørene i systemet har gitt dem et større eierskap i prosjektet.

Selv om det trekkes fram positive sider ved å inkludere entreprenøren i VDC-systemet, har man også møtt på en utfordring. En av informantene forteller nemlig at underentreprenørene har etterspurt hvordan de kan hente ut informasjon fra 3D-modellen. Etter endt prosjekt vil det være Betonmast som eier all informasjonen og informanten forteller at underentreprenørene må hente ut informasjonen løpende fra modellen. At det ikke finnes en annen løsning på dette, hvor underentreprenøren kan ha tilgang til modellen med dens informasjon etter endt prosjekt ses på som merkelig. Informanten forteller at det kan oppstå juridiske spørsmål knyttet til dette, og det er tydelig at det bør finnes en bedre løsning på informasjonsdeling etter endt prosjekt. Likevel er informanten fornøyd med at underentreprenørene benytter 3D-modellen.

En annen hindring som trekkes fram fra det teoretiske rammeverket er risikoaversjon hos kontraktspartene når det kommer til den nye innovasjonen. Rose og Manley (2014) hevder det er en hindring for implementeringsprosessen at ingen av partene vil påta seg ansvaret for innovasjonen. Denne hindringen har tilsynelatende ikke vært tilstede i caseprosjektene, da samtlige prosjekter er totalentrepriser med samspill. I slike entrepriser er det entreprenøren som påtar seg risikoen i prosjektet og informantene mener dette har vært utelukkende positivt for caseprosjektene. De forteller også at det i samtlige prosjekter har vært Betonmast sitt ønske om å implementere VDC. Basert på dette anses ikke risikoaversjon å ha vært en hindring for implementeringsprosessen. Det kan dermed antas at totalentrepriser med samspill sørger for at en slik risikoaversjon avverges, ettersom entreprenøren påtar seg mye av risikoen i prosjektet.

En tredje hindring for implementeringsprosessen er relasjonen mellom kontraktspartene, og da i mindre god forstand (Rose og Manley, 2014). Samtlige caseprosjekter har hatt en samspillskontrakt for å sørge for et godt og tett samarbeid mellom partene. Dette har igjen gitt utlukkende positiv effekt på implementeringen, og en av informantene forteller at man da er i «samme båt» og prøver å jobbe sammen mot et felles mål. Samtlige har også informert om at de har hatt et godt samarbeid med byggherren i prosjektet, dette tyder på at mistillit grunnet dårlige relasjoner ikke har forekommet i prosjektet. Det tyder også på at det å fokusere på en god relasjon, altså prøve å fjerne denne hindringen, er positivt for implementeringsprosessen.

Bruken av totalentreprise med samspill bidrar også til å skape en fleksibilitet hos entreprenøren, ettersom de har ansvar for all risiko. Fleksibilitet er også noe det teoretiske rammeverket trekker fram som noe som bidrar positivt til implementeringsprosessen (Manley, 2008b). Det teoretiske rammeverket fokuserer på forskrifter og reguleringer, men det kan også dras paralleller til krav i kontrakter. Manley (2008b) mener at det er gunstig for partene dersom beskrivelsene forklarer hvilke ytelser som skal oppnås, ikke hvordan ytelsen skal oppnås. Dette vil igjen være tilfellet i en totalentreprise med samspill, hvor man er opptatt av å nå det samme målet, ikke nøyaktig hvordan det nås.

To av caseprosjektene har fastpris som kontraktstype, mens de to andre har målpris. Informantene som har hatt målpris på sine prosjekter, forteller at dette har vært veldig effektivt for implementeringsprosessen. De mener målpris legger til rette for å velge de økonomisk mest fordelaktig tilbudene samt at det øker motivasjonen hos begge parter. Det kan tenkes at tanken om at eventuelle overskudd og underskudd i prosjektet deles likt mellom partene, bidrar til at begge er litt mer motivert for å velge tilbud som er best mulig for prosjektet. Hvis en antar at byggherren vil ha høy kvalitet, mens entreprenøren som regel vil tjene mest mulig penger, er man med en målpris nødt til å komme fram til et slags midtpunkt, hvor både kvalitet og pris blir vurdert. Målprisformen stemmer med dette godt overens med de anbefalingene det teoretiske rammeverket har for anbudsvurderinger, nemlig at man velger de tilbudene som er best for prosjektet (Rose og Manley, 2014; Manley, 2008b).

Når dette er sagt hevder en av informantene at det ikke er oppgjørsformen som er avgjørende for prosjektet, men personene. Han mener forholdet til partene er det som betyr noe. Rose og Manley (2014) trekker også fram viktigheten av gode relasjoner mellom kontraktspartene. Det kan dermed tenkes at prosjektene som har hatt gode effekter av målprisformen, rett og slett bare har vært heldige med relasjonen de har klart å opparbeide seg med byggherren. På en annen side kan det tenkes at målpris i seg selv er en oppgjørsform som legger til rette for og bidrar til en god relasjon mellom partene. Dersom

dette er tilfellet vil det være gunstig å benytte seg av denne oppgjørsformen i implementeringsprosessen, men samtidig kan man få samme resultat med en annen oppgjørsform dersom man har en god relasjon mellom partene.

Utover disse hindringene kommer det fram fra to av informantene at koronapandemien har vært en hindring for implementeringsprosessen av VDC. Hindringen bunner ut i hvordan prosjektet skulle samarbeide i denne perioden og da spesifikt hvilken plattform de skulle kommunisere på. Det å gå over til en ny plattform forteller en av informantene har gitt en negativ effekt av implementeringsprosessen. Han forteller at det var utfordrende i starten og det gikk mye tid til å sette deltakerne inn i programmet. Det er ikke overraskende at dette var utfordrende, da prosjektet på sett og vis måtte implementere en ny måte å arbeide på. Ettersom denne hindringen i prosjektene har påvirket dem i såpass stor grad, kan det være en tanke å kartlegge hvordan prosjekter burde gå fram for å omstille seg raskere i framtiden.

En annen negativ effekt av koronaviruspandemien forteller informanten er at man mister den sosiale dynamikken en vanligvis har under fysiske møter. Denne hindringen kan det trekkes paralleller til Rose og Manleys (2014) hindring om mostand mellom kontraktspartnere. Informanten forteller at det er vanskelig å sette fingeren på hva du mister, og det er ikke sikkert det er mistillit mellom partene som oppstår, som Rose og Manley (2014) mener. Likevel fokuserer Rose og Manley (2014) på at det er relasjonen mellom partene som er viktig, og den manglende sosiale dynamikken antas å svekke relasjonen mellom partene som ellers ville vært der. Igjen kan det tyde på at koronaviruspandemien blir en hindring for implementeringsprosessen.

Koronaviruspandemien har også gitt en positiv effekt på implementeringsprosessen, som to av prosjekteringslederne påpeker. Én effekt er at det har spart prosjektet for mye reising. Den andre forteller at det blitt mindre småpratning i møtene. Begge disse effektene kan tenkes at frigir mer tid til implementeringsarbeidet, noe som gjør dem gunstig for implementeringsprosessen. Det kan være litt drastisk å tenke at en verdensomspennende pandemi skal være noe positivt for implementeringsprosessen til VDC, men disse effektene vi har sett i lyset av denne krisen er noe som kan være gunstig å ta med seg videre i andre prosjekter. Funnet tyder på at man i slike krisesituasjoner vil ta i bruk verktøy som man ser er positive, og som man kanskje kan fortsette å benytte utenfor koronaviruspandemien. En av informantene forteller til og med at de vurderer å ikke bygge Big Room på det nye hovedkontoret til selskapet som de skal bygge.

Noe annet som virket negativt inn på engasjementet til de ansatte i et av caseprosjektene, var rett og slett å få prosjektdeltakerne med på VDC-tankesettet. Hovedsakelig funderes det på om det kan ha vært ubehagelig for deltakerne å få såpass spissa agendaer. I det teoretiske rammeverket er fleksibilitet hos aktørene noe som trekkes fram (Manley, 2008b). Det er riktig nok i form av forskrifter og reguleringer, men det kan tenkes at fleksibilitet på andre områder også er gunstig for aktørene i prosjektet. Samtidig kan det tenkes at det å få prosjektdeltakerne med på VDC-tankesettet naturlig vil være en utfordring ved implementering av VDC. Dermed er det nærliggende å tenke at en slik hindring er uunngåelig ved prosjektimplementering av VDC.

Resultatene viser at ingen av informantene har ment at manglende ressurser i prosjektet har vært en hindring. De har fått kjøpt inn det utstyret de vil ha på prosjektene, og én av informantene hevder VDC ikke er kostnadsdrivende, men snarere tvert imot. Dette stemmer godt overens med det teoretiske rammeverket som hevder manglende

økonomiske ressurser er en hindring for implementeringsprosessen av VDC (Rose og Manley, 2014; Manley, 2008b).

Manley (2008b) trekker også fram viktigheten av å ha en god teknisk infrastruktur ved implementering av nye innovasjoner. Ved kjøp av VDC-pakker med utstyr, tenkes det at en slik teknisk infrastruktur etableres på prosjektene. Når dette er sagt så mener faktisk en av informantene at det ikke er avgjørende å kjøpe inn VDC-utstyr, men at man kan klare å implementere VDC ved å kun bruke de teknologiske hjelpemidlene man har på et tradisjonelt prosjekt. Dette er interessant gitt den viktige posisjonen litteraturstudiet gir tilgangen på nok ressurser. Det kan med dette se ut som om det er gunstig for implementeringsprosessen å inneha teknologiske hjelpemidler, men at det ikke er avgjørende for hvorvidt man får implementert VDC. Samtidig, hvis man virkelig vil implementere VDC suksessfullt, anses det som en fordel å ha ressursene til å skaffe slike teknologiske hjelpemidler.

Ingen av caseprosjektene har etablert insentiver for implementeringen av VDC. Dette er derimot ikke noe som deltakerne mener har gitt en negativ effekt, slik som det teoretiske rammeverket tilsier (Rose og Manley, 2012). Det trekkes istedenfor fram som en positiv effekt av to informanter. De mener det er positivt at det ikke er noen andre insentiver enn at man får en mer effektiv prosess og mulighet for besvarelser i kostnader. Hvorfor de mener dette i seg selv er gode nok insentiver kommer ikke fram, men det kan tenkes at tanken om å implementere VDC simpelthen fordi en får økonomiske goder av det er ikke et godt argument for implementering av VDC. Effektene en får fra VDC alene anses som grunnlag nok til å implementere metodene. Dette er interessant ettersom det teoretiske rammeverket ikke ser ut til å ha vurdert denne typen insentiv og hvor effektivt det tilsynelatende kan være.

6 Konklusjon

Hensikten med masteroppgaven var å bidra med forskning på hvordan VDC bør implementeres i byggeprosjekter. Det er derfor studert følgende forskningsspørsmål oppgaven, som alle blir besvart i dette kapitlet: (1) Hvordan har Betonmast implementert VDC i sine prosjekter?, (2) Hvilke deler av implementeringsprosessen har gitt positive effekter?, (3) Hvilke deler av implementeringen har gitt negative effekter? Og (4) Hvordan bør VDC implementeres i byggeprosjekter?. Avslutningsvis presenteres videre arbeid fra studien.

6.1 Forankring

Graden av integrasjon mellom VDC-verktøyene og teknikkene i caseprosjektene har vært varierende. Studien belyser at en lav grad av integrasjon mellom VDC-verktøyene og teknikkene har gitt en negativ effekt på implementeringen. Det anbefales derfor at VDC verktøyene og teknikkene er integrert med hverandre. VDC-arbeidet har bestått av mye manuelt arbeid da VDC-verktøyene og teknikkene i liten grad har vært automatisert. Dette har gitt en negativ effekt på implementeringen i form av tidkrevende arbeid og mindre integrasjon mellom de forskjellige VDC-verktøyene og teknikkene. Dette tyder på at det er flere effekter å hente ut fra automatisering av VDC-arbeidet, både i form av spart tid, men også en større grad av samhandling og integrasjon mellom verktøyer. Her er det en mulighet å effektivisere og forbedre implementeringsprosessen ved å benytte seg av systemer som automatiserer eksempelvis metrics-arbeidet i prosjektene. Det anbefales derfor at prosjekter benytter eller eventuelt utvikler programvarer som automatiserer VDC teknikkene.

Et prosjekt har «tvunget» de prosjekterende til å bruke VDC-verktøyene og teknikkene. De prosjekterende fikk ikke bruke de «tradisjonelle arbeidsmetodene». Dette har gitt en positiv effekt på implementeringen da VDC-verktøyene og teknikken faktisk har blitt brukt. Det anbefales derfor at det ikke finnes en annen «tradisjonell» måte å utføre prosjekteringen på, men at man «tvinges» til å bruke VDC-verktøyene og teknikkene.

På forskjellige prosjekter har det forekommet støtte fra prosjektleder, et lokalt Betonmast-selskap og ledelsen i Betonmast. Dette har gitt positiv effekt på implementeringen og medfører at det anbefales at organisasjonen etablerer støttende funksjoner i på alle nivåer. Det har derimot vært manglende støtte til Betonmast sitt organisasjonelle mål om at alle nye VDC-prosjekter skal planlegges med VDC. Dette har gitt en negativ effekt på implementeringen ettersom målet ikke er blitt fulgt opp. Det anbefales derfor at organisasjonene støtter de organisasjonelle målene som settes.

Alle prosjektene har implementert 3D-modeller tidlig i prosjekteringsfasen. Dette har gitt positiv effekt på implementeringen da man får visualisert det ferdige produktet for aktuelle interessenter på et tidlig stadium. I ett caseprosjekt ble ikke MMI implementert fordi man var for langt inne i prosjekteringsfasen. Dette ga en negativ effekt på implementeringen da fordelene ved å bruke MMI gikk tapt. Prosjektet prøvde også å bruke et verktøy for Last Planner midt i prosjekteringsfasen. Dette ga en negativ effekt på implementeringen, da det medførte mye ekstraarbeid. Det anbefales derfor at 3D-modeller, MMI og programvarer for Last Planner implementeres tidlig i prosjekteringsfasen. Et caseprosjekt avvirket ICE-

møter utover i implementeringen. Dette har gitt positiv effekt på implementeringen, da det frigjorde mer tid for de prosjekterende og resulterte i mer effektivt arbeid. Det anbefales derfor at ICE-møter avvikles mot slutten av prosjekteringsfasen. Det ble prøvd å implementere Power BI i ett av caseprosjektene. Dette ga en negativ effekt på implementeringsprosessen da det var for vanskelig og tungvint å bruke. Det anbefales derfor at det ikke benyttes programmer som prosjektgruppen ikke klarer å bruke.

6.2 Kommunikasjon

Ett caseprosjekt har benyttet en egenutviklet BIM-manual. Dette har gitt positiv effekt på implementeringsprosessen ettersom det sørger for at prosjektets aktører benytter samme filformat og at mindre informasjon gikk tapt i prosjektet. Et annet prosjekt utviklet en manual for kommunikasjon i 3D-modellen. Manualen har gitt en positiv effekt på implementeringen. Det anbefales derfor at det utarbeider BIM-manual og manual for kommunikasjon i prosjekter.

Samtlige caseprosjekter har kommunisert i 3D-modellene. Dette har gitt en positiv effekt på implementeringsprosessen da det er en mer effektiv måte å kommunisere på og det reduserer antall eposer i omløp. Det anbefales at prosjekter kommuniserer i 3D-modeller under implementering av VDC. Underentreprenørene og kundene har fått tilgang til 3D-modellene i samtlige prosjekter. Dette har gitt en positiv effekt på implementeringsprosessen da det gjør kommunikasjonen enklere. Det anbefales derfor at underentreprenørene og kunden har tilgang til 3D-modellen i prosjektet. I et prosjekt har lappene fra lappeplanleggingen manuelt blitt skrevet over i 3D-modellen. Dette har gitt en negativ effekt på implementeringsprosessen da det er tidkrevende. Det anbefales derfor å benytte programvarer som kan overføre lappene fra Last Planner inn i 3D-modellen.

I et av prosjektene ble økonomiske forhold kommunisert over mail og ikke i 3D-modell. Dette ga en positiv effekt på implementeringsprosessen da det gjorde økonomihåndtering mer ryddig. Det kommer videre fram at programvaren som ble brukt til kommunikasjon i 3D-modellen har begrensninger i form av manglende notifikasjoner og filtreringer. Dette har gitt en negativ effekt på implementeringsprosessen da det har ført til at prosjektdeltakere har sendt mail for å kunne varsle hverandre og at det har blitt manuelt skrevet løpenummer til hver aksjonslapp for å kunne gruppere lappene. Det anbefales derfor at det benyttes eller etableres programvarer som muliggjør filtreringer, både for hvem som har innsyn i økonomiske saker, men også filtreringer basert på aktivitetstype. Videre må programvaren kunne notifisere deltakerne. Koronaviruspandemien har økt bruken av programvarer. Dette har gitt en positiv effekt på implementeringsprosessen da det effektiviserer arbeidsoperasjonene i prosjektet. Det anbefales ikke å implementere VDC i krisesituasjoner, men det vil likevel medføre nye arbeidsmetoder som kan være gunstig for implementeringen.

To av prosjekteringslederne har ikke kalt rammeverket for VDC. Dette har gitt en positiv effekt på implementeringsprosessen ettersom det har bidratt til at VDC «solgte seg» til interessentene i prosjektet. Det medfører imidlertid at interessentene blir mindre kjent med VDC, og det anbefales derfor å kalle VDC for VDC.

I et av caseprosjektene har man gått «hardt ut» om hvilke forventinger kunden kunne forvente fra VDC-implementeringen. Dette har gitt positiv effekt på implementeringen da det bidro til å legge et press på prosjektet å faktisk oppnå det de hadde lovet kunden. Det kan derimot medføre at man ikke oppnår det man har lovet, som vil få store konsekvenser. Det anbefales derfor ikke å overdrive effektene av VDC til byggherren.

6.3 Visjon

To prosjekter har ikke hatt en visjon for implementeringen. Dette har ikke påvirket implementeringen negativt, da VDC har blitt implementert. Funnet impliserer nye nytt, nemlig at en visjon ikke er nødvendig for implementeringen. De to andre prosjektene etablerte målbare mål som visjoner. Dette har fungert bra da målene har blitt oppnådd og VDC implementert. Funnene impliserer at målbare mål kan fungere som visjon og det anbefales at målbare mål etableres for implementeringen, istedenfor visjon.

Tre prosjekter har etablert spesifikke mål for implementeringen, noe som har gitt positiv effekt på implementeringen. En informant inkluderte kunden under utvikling av målene i prosjektet. Dette ga også en positiv effekt på implementeringen da det bidro til forpliktelse hos kunden til målene. Utydelige og for utfordrende mål i prosjektene har gitt en negativ effekt på implementeringen. Det anbefales dermed at det utvikles tydelige og realistiske mål for implementeringen som kunden er med på å fastsette. I et prosjekt ble det jobbet mindre målrettet mot ett av målene, noe som ga en negativ effekt på implementeringen. Det anbefales derfor at det jobbes målrettet i prosjektene for å fastsette målene.

Ingen prosjekter har etablert metrics for å oppnå visjonen eller målene til implementeringen. Dette har ikke påvirket implementeringen negativt, da målene, og visjonene, som har vist seg å være målbare mål, likevel har blitt oppnådd. PPU har dermed bidratt til oppnåelsen av målene og visjonene. Dermed anbefales det at prosjekter benytter metrics for å oppnå målene og visjonen til implementeringen.

Det er ikke arrangert feiringer når målene i prosjektene har blitt oppnådd. Dette har ikke påvirket implementeringen negativt. Det konkluderes dermed ikke med en anbefaling om at oppnådde mål må feires.

6.4 Planer

Det er ikke utarbeidet implementeringsplaner i prosjektene. Dette har ikke gitt en negativ effekt på implementeringene, ettersom VDC har blitt suksessfull implementert. Funnet medfører noe nytt og det anbefales ikke at implementeringsplaner utarbeides. Et av prosjektene har utarbeidet en strategisk plan for å oppnå visjonen. Dette har gitt en positiv effekt på implementeringen ettersom det la til rette for at visjonen ble oppfylt. Det anbefales dermed at det utarbeides en strategisk plan for å oppnå visjonen til implementeringen. Et annet caseprosjekt forteller at de har hatt en dynamisk lappeplan. Dette har gitt positiv effekt på implementeringen ettersom byggeprosjekter er uforutsigbare. Det anbefales derfor at lappeplanen er dynamisk for at implementeringen av VDC skal være suksessfull. Videre har to caseprosjekter hatt lappeplaner med fordelte ansvarsområder. Dette har gitt en positiv effekt på implementeringen ettersom det har blitt enklere å styre etter planen. Det anbefales derfor at lappeplaner burde ha ansvarsområder for at implementeringen av VDC skal bli en suksess.

Et av caseprosjektene har hatt for mange krav og spesifikasjoner i prosjekterings- og tegningsleveranseplanen. Dette har gitt en negativ effekt på implementeringsprosessen ettersom den har blitt for komplisert for prosjektdeltakerne å følge planen. Funnet medfører noe nytt og impliserer at det ikke finnes nok litteratur på området. Anbefalingen er å ikke inkludere alle prosjektets spesifikasjoner i prosjekterings- og tegningsleveranseplanen. I et annet caseprosjekt har modell-leveranseplanen fått for mye fokus. Dette har gitt en negativ effekt på implementeringen ettersom detaljtegninger i prosjektet har blitt nedprioritert. Det anbefales derfor at alle planen i prosjektene blir

prioritert. Ingen caseprosjekter har utarbeidet planer for å oppnå VDC-målene. Dette har ikke hatt en negativ effekt på implementeringen ettersom VDC-målene har blitt oppnådd. Dette strider imot det teoretiske rammeverket på området og impliserer at dagens kunnskap ikke har fanget opp effekten av å ikke etablere VDC-mål for implementeringsprosessen. Det anbefales derfor ikke å etablere planer for målene til implementeringen.

I et caseprosjekt har det vært for få milepæler. Dette har gitt en negativ effekt på implementeringsprosessen ettersom det har vært vanskelig for prosjektdeltakerne å definere leveranser og aktiviteter mellom milepælene. Det anbefales derfor at det etableres nok milepæler til at prosjektgruppen kan definere alle prosjektets leveranser og aktiviteter. Samtlige caseprosjekter har hatt en stram tidsplan. Dette har gitt en positiv effekt på implementeringsprosessen ettersom det har muliggjort implementeringen av VDC. Det kan derimot medføre at VDC ikke blir implementert på en ordentlig måte. Det anbefales derfor ikke at VDC implementeres i prosjekter med stram tidsplan.

6.5 Prosjektgruppen

To prosjekter har gjennomført kick-off møter. Dette har gitt en positiv effekt på implementeringen da det har bidratt til å skape bedre relasjoner innad i prosjektgruppen og med andre aktører i prosjektet. Det anbefales derfor at det gjennomføres kick-off møte i prosjekter som implementerer VDC.

Prosjektgruppene er satt sammen tilfeldig i to prosjekter, og bevisst i de to andre. Dette har henholdsvis gitt negative og positive effekter på implementeringen. Det anbefales derfor at prosjektgruppen settes sammen på en bevisst måte. To prosjekter har hatt to medlemmer av prosjektgruppen med VDC kunnskap. Dette har gitt en positiv effekt på implementeringen da de har sparringspartnere i prosjektene. Det anbefales derfor at prosjektgruppen har minst to medlemmer med kunnskap om VDC. Medlemmene i gruppen har videre hatt en varierende interesse for implementeringen. Dette har hverken gitt positiv eller negativ effekt på implementeringen. Det anbefales derfor at det er en varierende grad av interesse hos gruppemedlemmene for implementeringen.

En prosjektgruppe valgte å ikke samlokaliseres med byggherren. Dette har gitt en positiv effekt på implementeringen ettersom de ikke følte seg overvåket av byggherren. Det anbefales derfor at prosjektgruppen ikke er samlokalisert med byggherren. To prosjekter har fått mye tilbakemelding fra Betonmast, mens to har ikke det. Samtlige mener mengden tilbakemeldinger har gitt en positiv effekt på implementeringsprosessen. Det anbefales derfor at det kan gis oppfølging fra organisasjonen, men det er ikke avgjørende for implementeringen.

6.6 Opplæring

Tre informanter har gjennomført opplæring, mens to har ikke. Begge deler har gitt positive effekter på implementeringsprosessen. Informantene uten opplæring mener noen i prosjektet burde ha kunnskap om VDC. Det anbefales derfor at noen av prosjektgruppemedlemmene har gjennomført VDC-opplæring. Opplæringen har hatt et praktisk fokus, noe som har gitt positiv effekt på implementeringen. Det anbefales derfor at opplæringen har en pragmatisk tilnærming til implementering av VDC. De som har gjennomført VDC-opplæring har fått tilbakemeldinger fra kursholderne i ettertid. Dette har gitt en positiv effekt på implementeringen da informantene har fått faglig påfyll. Det anbefales derfor at man deltar på opplæring hvor kursholderen følger opp kursdeltakerne.

Informantene som har gjennomført opplæring skal avholde interne kurs for andre ansatte i Betonmast. Dette tenkes å kunne gi en positiv effekt på implementeringen. Det anbefales derfor at det arrangeres intern opplæring i selskapet for ansatte som ikke har deltatt på kurs.

Underentreprenørene har vært drevne i 3D-programmene som benyttes i prosjektene. Dette har gitt en positiv effekt på implementeringen da de har kunnet benytte programmene. Underentreprenører bør derfor være opplærte i programmene som benyttes i prosjektet.

Ett prosjekt skal gjennomføre en vurdering av prosjektet når det er ferdig. Prosjektet har løpende gjennomført vurderinger av prosjektet. Dette har gitt en positiv effekt på implementeringen da man kan dra lærdommer med seg til neste prosjekt og prosjektet blir kontinuerlig forbedret. Det anbefales derfor at prosjekter gjennomfører evalueringer både etter endt prosjekt og løpende.

6.7 Engasjere til handling

To prosjekter har valgt underentreprenører basert på laveste pris. Dette har ikke påvirket implementeringsprosessen negativt. De to andre prosjektene har stilt krav til at underentreprenørene skal benytte VDC-systemene på prosjektet. Dette har igjen påvirket implementeringen positivt. Prosjektene har alle vært totalentrepriser med samspill. Dette har påvirket implementeringen positivt ettersom entreprenøren har påtatt seg risikoen i prosjektet og det har blitt etablert gode relasjoner med kunden. Det anbefales derfor at totalentrepriser med samspill benyttes. Dersom dette gjøres, kan det videre anbefales å velge tildelingskriterier basert på laveste pris, ettersom entreprenøren innehar risikoen. Hvis ikke totalentreprise velges, anbefales det å sette krav til at underentreprenørene skal benytte VDC-systemene. To prosjekter har hatt målpris som oppgjørsform. Dette har påvirket implementeringen positiv ettersom det har bidratt til gode relasjoner mellom byggherren og entreprenøren og at det er valgt tilbud som begge kan stå inne for.

To informanter forteller at koronaviruspandemien har vært en hindring for implementeringen. Dette påvirket implementeringen negativt da det tok lang tid å finne ut hvilke plattformer en skulle samarbeide på. Det anbefales derfor ikke at VDC implementeres samtidig som en pandemi herjer. Det kommer derimot fram at koronaviruspandemien har resultert i at prosjektene har arbeidet på nye måter. Dette har vært positivt for implementeringen, da man har tatt i bruk nye effektive verktøy.

Å få prosjektdeltakerne med på VDC-tankesettet har vært en utfordring i ett prosjekt. Dette har gitt en negativ effekt på implementeringsprosessen, da det kan ha vært ubehagelig for deltakerne. Det anbefales derfor at man behandler dette som en hindring for implementeringen og at man jobber aktivt med å få deltakerne med på VDC-tankesettet. For få ressurser har ikke vært en hindring for prosjektene. Dette har gitt en positiv effekt på implementeringen da prosjektene har fått anskaffet nødvendig utstyr. Det anbefales derfor at det prioriteres nok ressurser til å gjennomføre implementeringen.

Det er ikke etablert økonomiske insentiv for implementeringen i prosjektene. Dette har derimot ikke hatt en negativ effekt på implementeringen, da effektene en får fra å implementere VDC i seg selv har vært gunstige nok. Det anbefales derfor ikke å etablere insentiver for implementeringen av VDC.

6.8 Videre arbeid

Det kommer fram i studien at programvarene som benyttes på byggeprosjekter i dag, er overraskende lite optimalisert for VDC bruk. Det kan derfor være interessant å undersøke hvilke programvarer som finnes på markedet, som integrerer VDC-verktøyene og teknikkene, samt automatiserer deler av arbeidet. Videre kan det være interessant å undersøke hvilke elementer en «optimal» programvare for VDC burde inneholde.

Studien har belyst at det er gjennomført lite forskning på hvordan VDC bør implementeres i byggeprosjekter. Framtidige studier bør derfor undersøke feltet nærmere for å bidra til mer forskning på området. Det anbefales at større undersøkelser gjennomføres med gjerne flere forskjellige entreprenørfirmaer og informanter. Dette vil sørge for at resultatene kan verifiseres i større grad.

Det kan også være nyttig å undersøke implementering av VDC fra flere forskjellige aktørers perspektiv. Deriblant arkitekter og prosjekterende. Det er interessant å undersøke om de mener de samme elementene har gitt positive eller negative effekter av implementeringen.

Framtidige studier kan også undersøke effekten av VDC-implementering på prosjekter som har andre entreprisereformer enn nevnt i oppgaven. Da kan man eventuelt avdekke hvilken entreprisereform som passer best sammen med implementering av VDC.

Det kommer fram at koronaviruspandemien har påvirket implementeringen av VDC i caseprosjektene. Det kan derfor være interessant å undersøke implementering av VDC under normale forhold.

Referanser

- Alarcón, L. F., Mandujano, M. G. og Mourges, C. (2013) Analysis of the Implementation of VDC from a Lean Perspective: Literature Review, *Annual Conference of the International Group For Lean Construction*. Fortaleza, Brazil, 31. juli - 2. august 2013. s. 781-790.
- Alarcón, L. F., Mourgues, C., O’Ryan, C. og Fischer, M. (2010) Designing a Benchmarking to select VDC/BIM Implementation Strategies, *International Council for Research and Innovation in Building Construction W78*. Cairo, Egypt, 16.-17. november 2010.
- Andersen, G. (2019) *Valg av forskningsmetode*. Tilgjengelig fra: <https://ndla.no/nb/subjects/subject:19/topic:1:195989/topic:1:195829/resource:1:56937?filters=urn:filter:cddc3895-a19b-4e30-bd27-2f91b4a02894> (Hentet: 10. november 2020).
- Andersen, G. (2020) *Kvalitative intervjuundersøkelser*. Tilgjengelig fra: <https://ndla.no/nb/subjects/subject:5e750140-7d01-4b52-88ec-1daa007eeab3/topic:a317f589-7995-43aa-8b68-92182c0b23c6/topic:35efa357-acc7-4828-b241-cad5467d1dc6/resource:201ce19e-7011-49a6-b415-91fd42d5dfe9?filters=urn:filter:470720f9-6b03-40cb-ab58-e3e130803578> (Hentet: 10. November 2020).
- Andersson, L., Farrell, K., Moshkovich, O. og Cranbourne, C. (2016) *Implementing Virtual Design and Construction Using BIM: Current and Future Practices*. 1. utg. New York: Routledge.
- Arkitektbedriftene (2021) *Bransjen satser sterkt på økt VDC-kompetanse innen prosjektledelse*. Tilgjengelig fra: <https://www.arkitektbedriftene.no/kompetanse/loft-vdc> (Hentet: 26. januar 2021).
- Aslam, M., Gao, Z. og Smith, G. (2021) Integrated implementation of Virtual Design and Construction (VDC) and lean project delivery system (LPDS), *Journal for Building Engineering*, 39 (2021), s. 1-13. Tilgjengelig fra: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S235271022100108X> (Hentet: 24. februar 2021)
- Berg, O. T. (2015) samfunnsvitenskap, *Store norske leksikon*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/samfunnsvitenskap> (Hentet: 11. november 2020).
- Bergli, T. (2020) *Slik forstår du forskning*. Tilgjengelig fra: <https://nafkam.no/var-forskning/slik-forstar-du-forskning> (Hentet: 14. mai 2021).
- Blayse, A. M. og Manley, K. (2004) Kay influences on construction innovation, *Construction Innovation*, 4(3), s. 143-154. Tilgjengelig fra: <https://doi.org/10.1108/14714170410815060> (Hentet: 24. februar 2020)
- Brekkehus, A. (2019) *Statsbygg lanserer nye BIM-krav*. Tilgjengelig fra: <https://www.bygg.no/statsbygg-lanserer-nye-bim-krav/1416129!/> (Hentet: 24. februar 2021).
- Børresen, C. (2018) *5 av de beste digitale plattformene for jobbintervju*. Tilgjengelig fra: <https://blogg.randstad.no/workforce360-bloggen/5-av-de-beste-digitale-plattformene-for-jobbintervju>
- Conte, A. S. I. (1998) *Last Planner, Look Ahead, PPC: a Drive to the Site Operations*,

- Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. Guarujá, Brazil, 13.-15. august 1998. s. 1-9.
- Everett, E. L. og Furseth, I. (2004) *Masteroppgaven: hvordan begynne – og fullføre*. 1. utg. Oslo: Universitetsforlaget.
- Fellows, R. og Liu, A. (2009) *research Methods for Construction*. 3. utg. Chichester: Wiley-Blackwell.
- Garcia, G., Golparvar-Fard, M., M. de la Garza, J. og Fischer, M. (2021) Measuring Progress and Productivity in Model-driven Engineering for Capita Project Delivery, *Journals of Construction Engineering and Management*, 147(4), s. 1-13. Tilgjengelig fra: <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29CO.1943-7862.0001969> (Hentet: 11. Mai 2021)
- Grønmo, S. (2020a) forskningsmetode – samfunnsvitenskap, *Store norske leksikon*. Tilgjengelig fra: https://snl.no/forskningsmetode_-_samfunnsvitenskap (Hentet: 11. november 2020).
- Grønmo, S. (2020b) kvantitativ metode, *Store norske leksikon*. Tilgjengelig fra: https://snl.no/kvantitativ_metode (Hentet: 10. november 2020).
- Grønmo, S. (2020c) kvalitativ metode, *Store norske leksikon*. Tilgjengelig fra: https://snl.no/kvalitativ_metode (Hentet: 10. november 2020).
- Hamzeh, F. R., Ballard, G. og Tommelein, I. D. (2009) Is the Last Planner System Applicable to Design? A Case Study, *Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. Taipei, Taiwan, 15.-17. Juli, 2009. s. 165-176.
- Khanzode, A., Fischer, K., Reed, D. og Ballard, G. (2006) *A Guide to Applying the Principles of Virtual Design & Construction (VDC) to the Lean Project Delivery Process*. Stanford: Center of Integrated Facility Engineering.
- Kodjeykova-Merriman, V. (2019) *Cobuilder Collaborate – en standardisert tilnærming til forvaltning av prosjektdata*. Tilgjengelig fra: <https://cobuilder.com/nb/cobuilder-collaborate-en-standardisert-tilnaerming-til-forvaltning-av-prosjektdata/> (Hentet: 24. februar 2021).
- Kunz, J. og Fischer, M. (2012) *Virtual Design and Construction: Themes, Case Studies and Implementation Suggestions*. Stanford University: Center for Integrated Facility Engineering. Tilgjengelig fra: https://stacks.stanford.edu/file/druid:gg301vb3551/WP097_0.pdf
- Kvale, S. og Brinkmann, S. (2012) *Det kvalitative forskningsintervju*. 2. utg. Oslo: Gyldendal Akademisk.
- Lindsay, B., Smit, E. og Waugh, N. (2018) *How the implementation of organizational change is evolving*. Tilgjengelig fra: <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-implementation/our-insights/how-the-implementation-of-organizational-change-is-evolving> (Hentet: 24. februar 2021)
- Ling, F. Y. Y., (2003) Managing the implementation of construction innovations. *Construction Management and Economics*, 21(6), s. 635-649. doi: 10.1080/014461903200012325
- Mandujano, M. G., Mourgues, C., Alarcón, L. F. og Kunz, J. (2017) Modeling Virtual

- Design and Construction Implementation Strategies Considering Lean Management Impacts, *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 32 (11), s. 930-951. doi: 10.1111/mice.12253.
- Manley, K. (2008a) Against the Odds: Small firms in Australia successfully introducing new technology on construction projects, *Research Policy*, 37(10), s. 1751-1764. Tilgjengelig fra: <https://www.sciencedirect.com/journal/research-policy/vol/37/issue/10>
- Manley, K (2008b) Implementation of innovation by manufacturers subcontracting to construction projects. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 12(3), s. 230-245. doi: 10.1108/09699980810867398
- McLeod, S. (2014) *The Interview Research Method*. Tilgjengelig fra: <https://www.simplypsychology.org/interviews.html#unstructured> (Hentet: 11. november 2020)
- NDLA (u. å.) *Hva er BIM?* Tilgjengelig fra: <https://ndla.no/nb/subject:1:9b7e7534-c072-4412-b8ef-df076308cad0/topic:1:b4711832-882d-4ebf-944e-448a7bf3286f/topic:1:d9aec270-bb6f-4df7-a05e-e37a84db927b/topic:1:a8cf7ae9-2438-4143-8f3c-92e19d706623/resource:50f8f118-86f8-4402-8147-b54273942d4d> (Hentet: 24. april 2021).
- NTNUbibliotek (2017) *Kildekritikk av artikler: T-O-N-E prinsippet*. Tilgjengelig fra: <https://www.youtube.com/watch?v=rs5PFX5SIHc> (Hentet: 15. desember 2020).
- NUBU (2014) *Hvordan lykkes med implementering?*. Tilgjengelig fra: <https://www.nubu.no/aktuelt/hvordan-a-lykkes-med-implementering-article2004-119.html> (Hentet: 20. november 2020).
- Offergaard, S. (2019) Lanserte to nye standarder for BIM, *Byggeindustrien*. Tilgjengelig fra: <http://www.bygg.no/article/1392934> (Hentet: 23. februar 2021).
- Overland, J. (2018) *TONE – Strategi for kildekritikk*. Tilgjengelig fra: <https://ndla.no/nb/subject:14/topic:1:185701/resource:1:169741> (Hentet: 5. september 2020).
- Parvaresh-Masoud, M og Varaei, S. H. (2018) Electronical Interview in Qualitative Research, *Iran Journal of Nursing*. 31 (112), s. 1-5. doi: 10.29252/ijn.31112.1
- Prosjekt Norge (u. å.) *KA – VDC*. Tilgjengelig fra: <https://www.prosjektnorge.no/hvaskjer/cophoved/ka-vdc/> (Hentet: 13. februar 2021).
- Rischmoller, L., Reed, D., Khanzode, A. og Fischer, M. (2018) Integration Enabled by Virtual Design & Construction as a Lean Implementation Strategy, *Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. Chennai, India, 18.-20. juli 2018. s. 240-249.
- Rose, T. M. og Manley, K. (2012) Adoption of innovative products on Australian road infrastructure projects, *Construction Management and Economics*, 30(4), s. 277-298. doi: 10.1080/01446193.2012.665173
- Rose, T. M. og Manley, K. (2014) Revisiting the adoption of innovative products on Australian road infrastructure projects, *Construction Management and Economics*, 32(9), s. 904-917. doi: 10.1080/01446493.2014.938670
- Schmidl, C. (2020) *How to Read Scientific Papers*. Tilgjengelig fra: <https://>

towardsdatascience.com/how-to-read-scientific-papers-df3afd454179 (Hentet: 15. desember 2020).

Standard Norge (2020) *Bedre byggeprosesser med nye internasjonale standarder for BIM*. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/nyheter/nyhetsarkiv/bygg-anlegg-og-eiendom/2019/bedre-byggeprosesser-med-nye-internasjonale-standarder-for-bim/> (Hentet: 23. februar 2021).

Strand, S. S. (2020) *Stavanger-selskap samler VDC-eksperter i ny bransjesatsning*. Tilgjengelig fra: [https://www.bygg.no/stavanger-selskap-samler-vdc-eksperter-i-ny-bransjesatsning/1446873!/?](https://www.bygg.no/stavanger-selskap-samler-vdc-eksperter-i-ny-bransjesatsning/1446873!/) (Hentet: 23. november 2020).

Tjora, A. (2010) *Kvalitative forskningsmetoder i praksis*. 1. utg. Oslo: Gyldendal Akademisk.

Del 2 – Vitenskapelig artikkel



CENTERIS - International Conference on ENTERprise Information Systems / ProjMAN - International Conference on Project MANagement / HCist - International Conference on Health and Social Care Information Systems and Technologies 2021

Implementing VDC

Helene Trine Westbye Breistein^a, Ola Lædre^{b*}

^aNorwegian University of Science and Technology, Høgskoleringen 1, 7491 Trondheim, Norway

^bNorwegian University of Science and Technology, Høgskoleringen 1, 7491 Trondheim, Norway

Abstract

Norwegian construction clients have increasingly demanded the use of VDC in their projects. Contractors have thus implemented VDC on construction projects. However, little research has been conducted regarding how projects should implement VDC. The study answers four research questions, with the purpose of providing a set of recommendations on how VDC should be implemented in projects: (1) “How is VDC implemented in construction projects?”, (2) “Which part of the implementation had positive effects on the implementation?”, “Which part of the implementation had negative effects on the implementation?” and (4) How should VDC be implemented in construction projects. It’s conducted a qualitative case study of four Norwegian construction projects. Semi-structured interviews with five key personnel are completed.

The implication of the study is a set of recommendations concerning how projects should implement VDC. The recommendations are based on seven key elements for implementation, ranked from most influential to least: Anchoring, Communication, Vision, Plans, Project Team, Training, and Engaging.

© 2021 The Authors. Published by Elsevier B.V.

This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>)

Peer-review under responsibility of the scientific committee of the CENTERIS - International Conference on ENTERprise Information Systems / ProjMAN - International Conference on Project MANagement / HCist - International Conference on Health and Social Care Information Systems and Technologies 2021

a Helene Trine Westbye Breistein. Tel.: +47 988 01 476

E-mail address: htbreist@stud.ntnu.no

b Ola Lædre. Tel.: +47 911 89 938;

E-mail address: ola.ladre@ntnu.no

1877-0509 © 2021 The Authors. Published by Elsevier B.V. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>)Peer-review under responsibility of the scientific committee of the CENTERIS - International Conference on ENTERprise Information Systems / ProjMAN - International Conference on Project MANagement / HCist - International Conference on Health and Social Care Information Systems and Technologies 2021

Keywords: Virtual Design and Construction (VDC); Integrated Concurrent Engineering (ICE); BIM; Last Planner System; implementation.

1. Introduction

Norwegian construction clients request their design and build-contractors to use Virtual Design and Construction (VDC) more and more often [1]. VDC is defined as “the use of integrated multi-disciplinary performance models of design-construction projects to support explicit and public business objectives” [2]. Some clients have demanded using one or two of the working methods found in VDC [3], [4]. More recently, clients have required using all the working methods in VDC in construction projects [5].

The increasing demand for VDC in Norwegian construction projects has – as a natural response – resulting in contractors implementing the framework in their projects [6]. Implementing in this context is defined as “to put into practical effect” [7]. VDC is thus considered implemented on a project when VDC is in practical use.

Nevertheless, implementing new working methods successfully in construction projects is a demanding process [6]. Sufficient attention must be given to the implementation. If the implementation is not prioritized, the result may be a waste of money, time, and effort [6]. However, little research has been conducted on how VDC should be implemented in construction projects to implement the framework [8]. Until now, the knowledge on how VDC should be implemented is pretty much based on anecdotes and experiences of individuals who have implemented VDC themselves [8]. Moreover, it appears not to exist any formal guidelines on how to implement VDC [9].

The lack of research on the implementation process of VDC in construction projects, combined with more frequent requests for VDC, led to a study of the following research questions with the purpose of providing a set of recommendations for the implementation of VDC:

- RSQ1: How is VDC implemented in construction projects?
- RSQ2: Which part of the implementation process has had positive effects on the implementation?
- RSQ3: Which part of the implementation process has had negative effects on the implementation?
- RSQ4: How should VDC be implemented in construction projects?

The study is limited to four Norwegian construction projects due to a limited time frame. The contractor, Betonmast, had a design and build-contract in all four projects, so collected experiences stem from the same organization.

2. Method

A qualitative research design was applied. First, an initial literature review provided a theoretical framework before data collection was performed. This was undertaken by using the search engines Oria, Scopus, and Google Scholar. Search strings as “Implementing VDC” and “Implementation of VDC” were used. A pilot case study was conducted to understand how Betonmast had implemented VDC in their organization. The theoretical framework was used to form an interview guide consisting of questions for semi-structured interviews with three key personnel in Betonmast. The pilot study identified positive and negative effects of implementation on organizational level. Throughout the pilot study, questions arose on how VDC was implemented on project level.

Following the pilot study, a revised literature review regarding the project implementation of VDC was conducted. The same search engines were used, but search words changed and consisted of different compositions of “project”, “implementation”, “construction”, and “VDC”. After reviewing numerous publications concerning implementation, a collection of eleven articles, books, and reports were selected. A second interview guide became the basis for interviews with design and project managers in four case projects that had implemented VDC. The initial plan was to interview the design and project managers in all four case projects. However, due to a lack of will to participate, only one project manager was interviewed, giving a total of five interviews. This lack of will may be caused by a lack of insight in the implementation of VDC among the project managers. All interviews were conducted digitally due to the COVID-19 pandemic. Each interview was filmed and later transcribed. The transcriptions were sent to the informants for review and verification before analyzed against the theoretical framework.

3. Theoretical Framework

3.1. Virtual Design and Construction (VDC) Components

Virtual Design and Construction is “the use of integrated multi-disciplinary performance models of design-construction projects to support explicit and public business objectives” [2]. VDC consists of five main components: Building Information Modelling (BIM), Project Production Management (PPM), Integrated Concurrent Engineering (ICE), Client Goals and Project Objectives and Metrics [10]. Table 1 describes the five components of VDC.

Table 1. VDC components.

VDC component	Explanation
BIM	The creation and use of 3D-models. The model is an intelligent representation of the finished product. It is used during communication and to make informed decisions. [11]
PPM	Organization and control of the physical work activities in the project. View the projects as a production system. [10]
ICE	Engineering the project collaboratively. Information is shared, actions are coordinated, problems are solved, and decisions are made in ICE-sessions. [10]
Client Goals and Project Objectives	Project objectives support the client’s goals. The project team defines project objectives considering the total cost and building performance. [10]
Metrics	Controls and monitors the project objectives. The client’s goals are measured by metrics considering operations, use, sustainability performance, safety, schedule, and costs. [10]

VDC only occurs when the main components are used in an integrated approach, not when the components are used isolated [10]. The VDC tools and methods should therefore be integrated with the traditional work operations, and not exist as a parallel alternative next to the traditional methods [12].

The *Last Planner System*, hereafter Last Planner, is a PPM technique described as a production planning and control system. It is based on pull planning where the project defies the project milestones and place the project’s deliveries and activities according to them. The team plans its ways backward, starting with the last delivery or activity. [13]

Model Maturity Index (MMI) is a metric that measures the progress of the 3D model by determining the maturity level of different elements. The elements receive an MMI level from conceptualization (MMI 100) to as-built (MMI 600) throughout the design process. [14]

3.2. Implementation of Virtual Design and Construction (VDC)

After reviewing the literature, seven key elements for successful *VDC implementation* in construction projects were identified: *Anchoring, Communication, Vision, Plans, Project Team, Training, and Engaging*. The seven identified key elements for successful implementation of VDC in construction projects are described in the following.

The success of VDC depends on how well the VDC components are integrated with each other and thereby *anchored* within the organization [2], [12]. To enable integration, VDC tools and techniques should be automated [2]. In addition, routine work in the project should also be automated [2]. A supportive culture within the organization is crucial for successful implementation [15], [16]. Both the contractor and the client should support the implementation [17]. In the same way, the contractor need to support the sub-contractors for the implementation to be successful [17].

BIM, PPM, ICE, and Client Goals and Project Objectives should be implemented in the early part of the engineering and design phase. Its not clearly described when Metrics should be implemented, but since they are based on the Client Goals and Project Objectives, it is considered to be implemented at the same stage as the other components. [18] [19]

To implement VDC, the stakeholders should *communicate* according to standards [2]. National BIM specifications should also be applied in the project [12], [20]. In Norway, the standard NS-EN ISO 19650 defines information sharing in BIM [21]. The implementation requires the stakeholders to share data, which could be done with IFC-files [2]. IFC is a unified file format that applies to most programs in the construction industry [2]. Communication in BIM results in transparency and better collaboration between stakeholders [18]. Good communication platforms combined with better technological software and hardware will increase project efficiency [12].

Creating a *vision* for the implementation of VDC is essential [2], [12]. A vision creates a direction for the project team [12]. Beyond the vision, the project should set two to three goals that are challenging, yet realistic [2]. The stakeholders should be involved in the development of the goals [2]. The project should establish metrics measures for the goals and vision [2]. When goals or milestones are reached, this should be celebrated [2].

Several studies conclude that creating a strategic *plan* for the implementation is crucial [2], [12], [15]. The plan should be made by the stakeholders responsible for VDC – usually the design or project manager – and delegate the responsibilities to specific project team members [2]. The contractor organization – which is accountable for the plan – should also be included [2]. The plan should be flexible for adaptations on project level and should be continuously updated [12], [15]. The plan should include the specifications for the project in question [2]. The plans should be realistic with regards to the vision and the goals for the implementation. It is vital that the implementation is not rushed, and projects with a tight schedule should not conduct an implementation [15].

To create good relations within the *project team*, a kickoff meeting should be arranged [2]. The project's VDC tools and techniques are presented to stakeholders on the meeting, as well as a 3D model of the product [2]. The project team, client and subcontractors should be located together on-site to ensure good relations [2], [12]. Members of the project team should not be chosen based on their knowledge of VDC, project type, size, complexity, client, and location, not randomly [12]. Further, a high level of interest for the implementation by team members is vitale for the implementation [15]. Lastly, the team members should receive feedback from each other and the organization [12]. The feedback becomes a quality control of the work and contribute to good relations between the team members [12].

The stakeholders should be *trained* to interpret the visual models of the project [2], [12]. Stakeholders need to understand how VDC works and have practical experience. Those responsible for developing and updating the 3D model need to be skilled users of the applied software [12], [15]. Organizing internal training within the organization is a good way for the employees to develop and maintain useful knowledge [15]. After VDC projects are completed, the stakeholders should reflect on lessons learned to improve VDC implementation in future projects [12].

There are four main types of barriers that can hinder stakeholders to *engage* in the implementation of innovations, namely restrictive contract relations, disagreements concerning risk assessments, resistance between the contract partners, and lack of resources [22], [23], [24]. Restrictive contract relations concern choosing contractors based solely on price, a practice that gives few incentives to implement new innovations [22], [24]. Disagreement concerning risk assessments is regarding economic responsibility if the innovation fails [24]. Distrust between the partners can prevents them from proposing and welcoming innovations [24]. Enough resources are essential for the clients to evaluate the innovative ideas that are being proposed [22]. Beyond preventing barriers, one should establish incentives for the project team to engage in the implementation, and economic incentives are preferable [23].

4. Results and discussion

Main findings are presented with basis in the seven key elements for VDC implementation, ranked from most to least influential: Anchoring, Communication, Vision, Plans, Project Team, Training, and Engaging. The following three research questions are answered: 1) how is VDC implemented in construction projects?, 2) which part of the implementation process has had positive effects and 3) which part has had negative effects on the implementation?

4.1. Anchoring

The many software used to *anchor* VDC tools and techniques are not well integrated with each other, nor have a huge amount of automation. There is a lot of manual, time-consuming punching when using the VDC framework. This is surprising considering the importance integration and automation is given by the theory [2], [12]. One would assume there exists software programs designed for the VDC framework, and questions are raised concerning the lack of effective VDC software.

One informant says the engineers and designers were forced to use VDC instead of the “the traditional way” of working. This positively affected the implementation, resulting in the use of VDC, like Andersson et al. [12] suggest. The remaining informants were unsure how crucial it was that participants used the VDC framework outside of the ICE sessions. However, all the informants ensured that the VDC tools and techniques were used during ICE sessions.

Three informants have gotten support from the company during the implementation, and according to the literature this should have affected the implementation positively [15], [16]. One informant claimed that support from the project manager was important, even though literature does not seem to mention support from the nearest leader as crucial.

The 3D models were implemented early in the design phase of the projects, unsurprisingly complying with Khanzode et al. [18] and Aslam et al. [19]. One project introduced MMI and a Last Planner Software halfway into the design phase. This was too late, and the project spent resources without achieving the potential benefits. One of the projects stopped the ICE sessions towards the end of the design phase, as they were time-consuming and most of the BIM was finished. The theory does not recommend stopping ICE sessions, but it was beneficial for this project.

4.2. *Communication*

National BIM standards were not used in the projects, and one design manager stated he didn't know they existed. This is fascinating considering the vital position standards are given in literature [2], [12], [20]. One project created an own BIM manual describing, among other things, file formats for the project. Another developed a manual for communication. The specially developed BIM manuals affected the VDC implementation positively.

The projects used 3D models for communication purposes, as suggested by Khanzode et al. [18]. To prevent all team members achieving business secrets, one of the projects used email when communicating about project costs.

Three of the projects used software for Last Planner instead of post-it notes on a wall due to the COVID-19 pandemic. One informant manually rewrote the activities from the Last Planner software to a 3D model software with – obviously – limited functionality. The lack of it was time-consuming and affected the implementation negatively.

An interesting finding is that two of the informants deliberately did not call the framework VDC. This actually helped implementation, as the project team accepted the new ways of working without complaining about a lot of new terms. Descriptions of similar experiences were not found in literature. One states this “sold” the working methods to the project team. The positive effect is not enhanced in the literature. However, when the intention is to implement VDC, it seems counterintuitive to not make the stakeholders familiar with the term. Another informant deliberately exaggerated the potential benefits of VDC to the client to create high expectations. This pressed the project to deliver what they had promised, and is not investigated in examined literature.

4.3. *Vision*

Two projects had no vision for the implementation. The implementation of VDC was still successful, so a vision may not be as essential as Kunz et al. [2] and Andersson et al. [12] state. A supporting finding is that closer investigation revealed that the two projects had not formulated visions, but goals. A vision should create a direction for the implementation rather than being an achievable goal [12]. However, the goals had a positive effect on the implementation since they were accomplished. A vision for the implementation might create positive effects without being critical. One informant specified that including the client when setting the goals positively affected the implementation. Time was spent understanding the client, resulting in excluding objectives that were nice to have, but not necessary. Both including the stakeholders and creating realistic goals are supported by the literature [2].

One informant observed that goals prioritized by the project team were achieved, while those neglected were not. This is interesting since it's not established in the literature. One can argue that it's not enough to establish goals for the implementation, the project team must work targeted to achieve them. Metrics targeting the goals and visions would enable this [2]. However, none of the projects used metrics to target the goals. Yet, it did not affect the implementation negatively. This raises questions as to whether creating metrics to achieve goals and vision is critical.

When accomplishing goals, the project should celebrate [2]. However, none of the projects did this during the COVID-19 pandemic. They usually celebrate with cake, but the finding indicates that this may not be as important as the theoretical framework states.

4.4. *Plans*

None of the projects created an implementation plan, even though it is recommended in the theory [2], [12], [15]. Implementation was not believed to suffer, hence implementation plans may not be critical for success. The

implementation plan should be continuously updated [12], [15]. Therefore, it's no surprise that even though no projects created implementation plans, other dynamic plans allocating responsibilities had positive effects. One project had a too complicated plan, and the they believed the reason being the inclusion of too many project specifications, as suggested by Kunz et al. [2]. One solution for future projects could be not to include too detailed project specifications. One informant experienced that prioritization of the one plan, and neglecting others, caused negative effects. Another negative effect from the lack of implementation plans was too few milestones. It made it challenging to identify when deliveries were due. Theory does not point out the number of milestones to include in an implementation plan, making the finding interesting. A tight schedule is considered unfortunate for implementation [15]. Therefore, it was surprising that the projects ascertain that their tight schedules affected the implementation positively. One stated: "The tight schedule created an opportunity for VDC". Questions arise whether a tight schedule could benefit the implementation, but experiences from other projects imply that pressure on time, results in the returning to well-known routines.

4.5. *Project team*

Two projects arranged kickoff meetings that positively affected the relations in the project team, an experience that is supported by Kunz et al. [2]. An informant that did not arrange a kickoff meeting said this had a negative effect on the project team. However, another informant stated that they established a good group without a kickoff meeting, so the latter finding raises questions as to whether a kickoff meeting is necessary for the implementation or not.

Team members in two projects were put together after careful considerations. The resulting combination of knowledge positively affected the implementation. In two projects where the teams were composed randomly, one informant says it affected the implementation negatively. This aligns with the prescriptions for team composition proposed by Andersson et al. [12]. Regarding required knowledge about VDC, the findings show that two projects had two members with VDC knowledge while two had one. Two members with knowledge had a positive effect on the implementation, since these two members could support each other's efforts. Even if it's not specified that projects should have two members with VDC knowledge, the finding is not regarded as unsurprising. Enough knowledge about and a high interest for VDC is essential for implementation [2], [15].

In one project, the client and the project team decided not to be co-located. According to the theoretical framework, the client and project team should be co-located in VDC projects [2]. However, the decision positively affected the implementation since both the client and the project team could discuss economic matters without being overheard. This suggests it may not be as crucial for the project team and client to be co-located.

Two informants experienced feedback from the organization. This had a positive effect on the implementation, just as described by Andersson et al. [12]. Two other informants experienced almost no feedback. On the surprising side, they stated this had a positive effect since the organization did not surveillance the project. However, the fifth informant experienced lack of feedback as a real problem. The project did not get the needed support from the organization. In sum, feedback from the organization might be favorable.

4.6. *Training*

Three informants had attained VDC training, which, unsurprisingly, affected the implementation positively. The informants without training stated however that this did not negatively affect the implementation, since other members contributed with VDC knowledge. It's interesting since the literature claims stakeholders need to know VDC [2], [12], [15]. It implies that some stakeholders should understand VDC, but it doesn't have to be the design or project manager. The training focused on practical implementation of VDC, and the informants implemented VDC on projects as part of the course. This both positively and negatively affected the implementation. One said: "you're in a VDC bubble during training and its beneficial to implement VDC while in that bubble". He realized though that VDC needs maturing and one is not ready to implement VDC under training. Nevertheless, practical training is viewed as positive by the literature [12], [15]. After training, the informants got professional input from their instructors which positively affected the implementation. Further, they will arrange internal training in the company, supported by literature [15].

It varies how much training the subcontractors have. However, their skills in 3D modeling software positively affected the implementation. This correlates well with literature [2], [12], [15], which states that all the stakeholders should be able to use the program for the 3D model

One informant said the organization will evaluate the projects ex-post for learning purposes, as suggested by Andersson et al. [12]. Another informant added that their continuous project evaluation had a positive effect on the implementation, even though this does not seem to have been studied in the existing literature.

4.7. Engaging

Two projects based their contracting on lowest price. According to the literature, this will negatively affect the implementation [24]. It's therefore surprising that it's not considered negative by the informants. There have not been any disagreements concerning risk assessments between the parties since the projects have a contract that provides the contractor with most of the risk. The finding is in line with the theoretical framework [24]. There have emerged good relations between the clients and the project teams as they used collaborative contracts. The positive effect on the implementation is stated by the literature [24]. The projects had enough recourses for the implementation, positively affecting the process, correlating with the theoretical framework [22].

An unusual barrier for the implementation was the COVID-19 pandemic. The literature does not enlighten crisis situations, however, it has understandably affected the implementation negatively. Nevertheless, the project team has learned to work remote. Even though crises are not welcome during implementation, it can reveal new effective ways of working. Another barrier was getting the stakeholders on board with the VDC mindset. The theory does not address this, but it has presumably affected the implementation negatively. Finally, the projects did not establish incentives supporting the implementation. Surprisingly, this affected not the implementation negatively, contradicting the literature [23]. According to the informants, it's enough motivation that VDC reduces costs and increases effectivity.

5. Conclusion

The conclusion answers the fourth research question: how should VDC be implemented in construction projects?, fulfilling the purpose of the study with providing a set of recommendations on VDC implementation.

The results indicate that projects should *anchor* their VDC tools and techniques in the organization. It's clear that the current software are not sophisticated enough for VDC. New software should be developed, providing leaner methods to execute VDC. The project should demolish the "traditional" way of working, only offering the VDC tools and techniques. The project manager – and the organization as well – must support the implementation. 3D models, MMI and Last Planner should be implemented early in the design phase, including the software enabling the processes. ICE sessions should be eliminated towards the end of the design phase. All software anchoring VDC to the project should be user-friendly.

The study has revealed that project specific BIM manuals for *communication* should be created, informing what platform the communication should take place in (e. g. 3D model, mail, IFC file format etc.). The project should communicate in the 3D model, and both the client and the sub constructor should have access to the model. The communication platforms should be user-friendly and sophisticated enough to conduct VDC activities.

The project can use an achievable goal instead of a *vision* for the implementation. The client should be included when setting the implementation goals. The goals should be realistic, and the project team should work targeted to reach them. Metrics should be created to achieve the goals. In the case projects, they managed well without celebrating accomplished goals.

The case projects managed well without specific implementation *plans* for VDC. However, there should be dynamic plans that delegate responsibilities between the project team members. The plans should contain detailed enough milestones for the project team identify the project's deliveries. Projects with a tight schedule should not implement VDC for the first time, as it is tempting to return to old habits when stressed.

The *project team* should arrange a kickoff meeting. The project team should not be composed randomly. Two or more of the members should know VDC, but all the team members do not need to have a high interest in the implementation. The client and the project team could be co-located, but they do not have to be. The project team should receive feedback from the contractor organization to enable continuous improvement.

The project team should have members that have attended VDC *training* on practical implementation. The contractor should arrange internal training for employees in the organization. The subcontractor should be trained in the software for the 3D model. After the training, one should get professional feedback from the instructors.

There was a need for *engaged* stakeholders to implement VDC. The projects based their contracts on the lowest price, but that worked since the contractor carried the main risk related to the VDC implementation. The contract between the client and contractor should encourage collaboration, and enough resources to implement VDC is necessary. A global pandemic was a barrier for the implementation, but fostered new working methods that could be useful for implementation. There was no contractual incentives for the implementation of VDC, but that was not considered to be necessary since the contractor earned profit from using VDC anyway.

References

- [1] Åf pöyry. (2021) "2"AFRY-medarbeidere med anerkjent VDC sertifisering". <https://afry.com/no-no/aktuelt/nyhetsside/afry-medarbeidere-med-amerkjent-vdc-sertifisering>. Accessed May 4 2021.
- [2] Kunz, John, and Martin Fischer. (2012) "Virtual Design and Construction: Themes, Case Studies and Implementation Suggestions". *CIFE*.
- [3] Bråten, Ketil, Cecilie Flyen, Leif Moland, Anita Moum, and Sol Skinnarland. (2021) "SamBIM Bedre samhandling i byggeprosesser med BIM som katalysator". <https://www.faf.no/index.php/zoo-publikasjoner/faf-rapporter/item/sambim>. Accessed April 14 2021.
- [4] Byggeindustrien. (2019) "Statsbygg lanserer nye BIM-krav". <https://www.bygg.no/statsbygg-lanserer-nye-bim-krav/1416129/> Accessed April 14 2021
- [5] Strand, Sindre Sverdrup. (2020) "Stavanger-selskap samler VDC-eksperter i ny bransjesatsing". <https://www.bygg.no/stavanger-selskap-samler-vdc-eksperter-i-ny-bransjesatsing/1446873/> Accessed April 14 2021
- [6] Alarcón, Luis Fernando, Claudio Mourgues, Cesar O’Ryan, and Martin Fischer. (2010) "DESIGNING A BENCHMARKING PLATFORM TO SELECT VDC/BIM IMPLEMENTATION STRATEGIES" *CIB W78*. Cairo, Egypt: 16th-18th November 2010.
- [7] implementing. (2021) "The Free Dictionary". <https://www.thefreedictionary.com/implementing>. Accessed January 4. 2021.
- [8] Alarcón, Luis, María G. Mandujano R, and Claudio Mourgues. (2013) "Analysis of the Implementation of VDC from a Lean Perspective: Literature Review". SSRN Scholarly Paper ID 2946320. Rochester, NY: Social Science Research Network.
- [9] Mandujano, María G., Claudio Mourgues, Luis F. Alarcón, and John Kunz. (2017) "Modeling Virtual Design and Construction Implementation Strategies Considering Lean Management Impacts". *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering* 32: 930–951. <https://doi.org/10.1111/mice.12253>.
- [10] Rischmoller, Leonardo, Dean Reed, Atul Khanzode, and Martin Fischer. (2018) "Integration Enabled by Virtual Design & Construction as a Lean Implementation Strategy". *Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, pp. 240–249. Chennai, India. <https://doi.org/10.24928/2018/0521>.
- [11] NDLA. (2021) "Hva er BIM?". *ndla.no*. <https://ndla.no/subject:1:9b7e7534-c072-4412-b8ef-df076308cad0/topic:1:b4711832-882d-4ebf-944e-448a7bf3286f/topic:1:d9aacc270-bb6f-4df7-a05e-c37a84db927b/topic:1:a8cf7ae9-2438-4143-8f3c-92e19d706623/resource:50f8f118-86f8-4402-8147-b54273942d4d>. Accessed June 4.
- [12] Lennart Andersson, Kyla Farrell, Oleg Moshkovich, and Cheryle Cranbourne. (2016) "Implementing Virtual Design and Construction Using BIM : Current and Future Practices". London: Routledge.
- [13] Hamzeh, Farook R., Glenn Ballard, and Iris D. Tommelein. (2009). "Is the Last Planner System Applicable to Design? A Case Study". *Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, pp. 165–176. Taipei, Taiwan; 15th-17th July 2009.
- [14] Garcia, Gustavo, Mani Golparvar-Fard, Jesus M. de la Garza, and Martin Fischer. (2021) "Measuring Progress and Productivity in Model-Driven Engineering for Capital Project Delivery". *Journal of Construction Engineering and Management* 147: 04021009. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001969](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001969).
- [15] Ling, Florence Yean Yng. (2003) "Managing the implementation of construction innovations". *Construction Management and Economics* 21. Routledge: 635–649. <https://doi.org/10.1080/0144619032000123725>.
- [16] Blayse, A.M., and K. Manley. (2004) "Key influences on construction innovation". *Construction Innovation* 4. Emerald Group Publishing Limited: 143–154. <https://doi.org/10.1108/14714170410815060>.
- [17] Manley, Karen. (2008) "Against the odds: Small firms in Australia successfully introducing new technology on construction projects". *Research Policy* 37: pp. 1751–1764. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.07.013>.
- [18] Khanzode, Atul, Martin Fischer, Dean Reed, and Glenn Ballard. (2006) "A Guide to Applying the Principles of Virtual Design and Construction (VDC) to the Lean Project Delivery Process". *CIFE*.
- [19] Aslam, Mughees, Zhili Gao, and Gary Smith. (2021) "Integrated implementation of Virtual Design and Construction (VDC) and lean project delivery system (LPDS)". *Journal of Building Engineering* 39: 102252. <https://doi.org/10.1016/j.job.2021.102252>.
- [20] Offergaard, Stefan. (2019) Lanserte to nye standarder for BIM.
- [21] Kodjeykova-Merriman, Vessela. (2020) "Et stort skritt mot BIM-standardisering - EN ISO 23386 publisert". *Cobuilder*.
- [22] Manley, Karen. (2008) "Implementation of innovation by manufacturers subcontracting to construction projects". *Engineering, Construction and Architectural Management* 15. Emerald Group Publishing Limited: 230–245. <https://doi.org/10.1108/09699980810867398>.
- [23] Rose, Timothy Michael, and Karen Manley. (2012) "Adoption of innovative products on Australian road infrastructure projects". *Construction Management and Economics* 30. Routledge: 277–298. <https://doi.org/10.1080/01446193.2012.665173>.
- [24] Rose, Timothy M., and Karen Manley. (2014) "Revisiting the adoption of innovative products on Australian road infrastructure projects". *Construction Management and Economics* 32. Routledge: 904–917. <https://doi.org/10.1080/01446193.2014.938670>.

Vedlegg

Vedlegg A – Intervjuguide pilotstudie

Intervjuguide

Bakgrunn for intervjuet

Mitt navn er Helene Breistein og jeg er masterstudent på Bygg- og miljøteknikk ved NTNU i Trondheim. Denne høsten skal jeg levere en prosjektoppgave i samarbeid med Betonmast AS som omhandler implementering av VDC i firmaet. Prosjektoppgaven er utarbeidet i samarbeid med Jon Harald Kristiansen, og tilsvarer 7,5 studiepoeng. Prosjektoppgaven vil legge grunnlag for videre masteroppgave.

Det er ønskelig å undersøke hvordan VDC kan implementeres suksessfullt i norske entreprenørbedrifter. Derfor er det interessant å studere hvordan Betonmast AS har implementert VDC i sin bedrift, og hvilke positive og negative effekter deres implementering har resultert i. Formålet med intervjuet vil dermed være å få svar på følgende forskningsspørsmål:

1. Hvordan har Betonmast AS implementert VDC i sin bedrift?
2. Hvilke deler av implementeringsprosessen har gitt positive effekter?
3. Hvilke deler av implementeringsprosessen har gitt negative effekter?

Videre arbeid i masteroppgaven vil være å belyse hvordan VDC burde implementeres i et norsk entreprenørfirma.

Praktisk informasjon

Intervjuobjektet holdes anonymt, men det kan bli aktuelt å benytte direkte sitat sammen med stillingstittel. Det blir gjennomført lydopptak av intervjuene, som vil legge grunnlaget for intervjuets referat. Referatet sendes til intervjuobjektet for gjennomgang før det benyttes i oppgaven.

Det vil være naturlig å stille oppfølgingsspørsmål underveis i intervjuet og intervjuobjektet kan legge til tilleggsinformasjon som ikke er spurt om der det er ønskelig. Spørsmålene dreier seg i stor grad om nøkkelelementer som er avgjørende i en suksessfull implementering. Effekten og mulige forbedringer av hvert nøkkelelement vil bli et gjentakende spørsmål gjennom hele intervjuet, og er derfor ikke skrevet inn i intervjuguiden.

Intervjuspørsmål

INFORMASJON OM INTERVJUOBJEKTET

1. Hva er din bakgrunn i byggebransjen?
2. Hva har vært din rolle i implementeringsprosessen?
3. Hvilke erfaringer har du som har vært relevant for implementeringsprosessen?

VISJON OG PLANER

1. Hva var bakgrunnen for implementeringsprosessen?
2. Hva har vært visjonen for implementeringsprosessen?
3. Hvilke strategiske planer er utarbeidet for at Betonmast AS skal nå visjonen?
4. Hvem har utarbeidet planene?
5. Hvem har hatt tilgang til planene?
6. Hvordan har planene blitt evaluert? 1. Hva har evalueringen ført til?

VDC-GRUPPE

1. Hva var bakgrunnen for etableringen av en VDC-gruppe?
2. Hva er funksjonen til VDC-gruppen?
3. Hva har vært ansvarsområdet til VDC-gruppen i implementeringsprosessen?
 1. Hva har vært ansvarsområdet til toppledelsen i implementeringsprosessen?
4. Hvor stor innflytelse har VDC-gruppen i Betonmast AS?

5. Hvor mange bestod VDC-gruppen av i startfasen av implementeringsprosessen?
6. Hvordan har VDC-gruppen utviklet seg i løpet av VDC-implementeringen?
7. Hvordan har VDC-gruppen blitt evaluert?
 1. Hva har evalueringen ført til?

OPPLÆRING

1. Hvordan har opplæringen av VDC foregått?
 1. Hvem har fått opplæring i VDC?
 2. Hvem har holdt opplæringen?
 3. Hvilke VDC-verktøy har det blitt gjennomført opplæring i?
 1. Samprosjektering (ICE)?
 2. BIM?
 3. Prosess- og produksjonsledelse?
 4. Målstyring?
 5. Måloppnåelse?
2. Hvordan velges det ut prosjekter som skal benytte VDC?
3. Hvordan er VDC beskrevet for de som gjennomfører opplæringen?
4. Hvordan har opplæringen blitt evaluert?
 1. Hva har evalueringene ført til?

SUPERBRUKERE

1. Hva er en superbruker?
2. Hvordan har superbrukerne blitt valgt ut?
 1. Hvor mange superbrukere ble valgt ut i startfasen?
 2. Hvor mange superbrukere er med i VDC-implementeringen nå?
3. Hvor mye innflytelse har superbrukerne på de enkelte prosjektene?
4. Hvor mye innflytelse har superbrukerne i Betonmast AS?
 1. I hvor stor grad kan de påvirke større beslutninger?
5. Hvordan blir superbrukerne fulgt opp?
6. Hvordan blir superbrukerne evaluert?
 1. Hva har evalueringene ført til?

KOMMUNIKASJON

1. Hvordan har visjonen for VDC-implementeringen blitt kommunisert?
 1. Når ble visjonen for VDC-implementeringen kommunisert?
 2. Hvem kommuniserte visjonen for VDC-implementeringen?
 3. Hvilke kanaler har blitt brukt til kommunikasjonen av visjonen?
2. Hvordan har planene for VDC-implementeringen blitt kommunisert?
 1. Når ble planene for VDC-implementeringen kommunisert?
 2. Hvem kommuniserte planene for VDC-implementeringen?
 3. Hvilke kanaler har blitt brukt til kommunikasjonen av planene?
3. Hvordan har de løpende resultatene fra VDC-implementeringen blitt kommunisert?
 1. Hvem har kommunisert de løpende resultatene fra VDC-implementeringen?
 2. Hvilke kanaler har blitt brukt til kommunisering av de løpende resultatene?
4. Hvordan har kommunikasjonen blitt evaluert?
 1. Hva har evalueringen ført til?

ENGASJERE TIL HANDLING

1. Hvilke hindringer har blitt møtt underveis i VDC-implementeringen?
 1. Intern motstand fra de ansatte?
 2. Manglende ressurser?
 1. Hvor stort budsjett er satt av til VDC-implementeringen?

2. Hvilke teknologiske hjelpemidler er anskaffet?
3. Hvilke programvarer er anskaffet?
4. Hva slags støtte får de enkelte VDC-prosjektene?
2. Hvilke hindringer har blitt fjernet?
3. Hvilke insentiver er etablert for superbrukerne?
4. Hvilke insentiver er etablert for prosjektene som benytter VDC?
5. Hvilke insentiver er etablert for VDC-gruppen?
6. Hvilke insentiver er etablert for toppledelsen?
7. Hvordan blir superbrukerne fulgt opp?
8. Hvordan blir prosjektene fulgt opp?
9. Hvordan har tiltak som engasjerer til handling blitt evaluert?
 1. Hva har evalueringen ført til?

FORANKRING I ORGANISASJONEN

1. Hvordan har Betonmast AS tilpasset seg for å oppnå visjonen?
 1. Samhandler interne systemer med visjonen?
2. Hvordan er VDC er en del av den daglige driften i Betonmast AS?
3. Hvordan har forankringen i organisasjonen blitt evaluert?
 1. Hva har evalueringen ført til?

AVSLUTNING

1. Har Betonmast AS gjennomført andre nøkkelementer enn de som er nevnt her?
2. Hva er Betonmast AS sitt neste steg i VDC-implementeringsprosessen?
3. Hvilke deler av implementeringsprosessen har gitt positive effekter?
4. Hvilke deler av implementeringsprosessen har gitt negative effekter?
5. Har du forslag til konkrete forbedringer av VDC-implementeringsprosessen?
6. Er det noe mer du vil legge til?

Vedlegg B – Intervjuguide masteroppgave

Intervjuguide

Implementering av VDC i Betonmast

Intervjuguiden presenterer spørsmål som stilles i intervjuet. Relevant informasjon til intervjuobjektene blir også belyst. Ved spørsmål i forkant av intervjuet, kontakt helene.t.w.b@gmail.com.

Bakgrunn for intervju

Mitt navn er Helene Breistein og jeg er masterstudent på Bygg- og miljøteknikk ved NTNU i Trondheim. Sammen med Betonmast AS skriver jeg masteroppgave om implementering av Virtual Design and Construction (VDC). Masteroppgaven er utarbeidet med Jon Harald Kristiansen og Magnus Jacobsen, og tilsvarer 30 studiepoeng.

Det finnes lite dokumentert forskning om hvordan VDC kan implementeres suksessfullt i byggeprosjekter. Det er derfor ønskelig å undersøke hvordan Betonmast AS har implementert VDC på prosjektnivå, og hvilke positive og negative effekter implementeringen har resultert i. Formålet med intervjuet vil dermed være å få svar på følgende forskningsspørsmål:

1. Hvordan har Betonmast AS implementert VDC i sine prosjekter?
2. Hvilke deler av implementeringsprosessen har gitt positive effekter?
3. Hvilke deler av implementeringsprosessen har gitt negative effekter?

Praktisk informasjon

Alle intervjuobjekter holdes anonyme. Det kan derimot være aktuelt å benytte direkte sitat sammen med intervjuobjektets stillingstittel. Det gjennomføres video- eller lyd-opptak av intervjuet. Opptaket legger grunnlag for et referat av intervjuet som sendes til intervjuobjektet for godkjenning før det benyttes i oppgaven. Opptaket blir deretter slettet.

Intervjuspørsmål

Intervjuspørsmålene tar utgangspunkt i nøkkelelementer som er avgjørende for en suksessfull implementering. Effekten og mulige forbedringer av hvert nøkkelelement vil bli et gjentakende spørsmål gjennom hele intervjuet, og er derfor ikke skrevet i intervjuguiden. Det vil være naturlig å stille oppfølgingsspørsmål underveis i intervjuet og intervjuobjektet kan komme med tilleggsinformasjon det ikke er spurt om, hvis ønskelig.

INFORMASJON OM INTERVJUOBJEKTET

1. Hva er din bakgrunn i byggebransjen?
 - 1.1. Hva er din nåværende stillingstittel?
 - 1.2. Hvilket prosjekt arbeider du på?
 - 1.3. Hvilken fase befinner prosjektet seg i?
2. Hva har vært din rolle under implementering av VDC i dette prosjektet?
 - 2.1. Hvilken erfaring har du med VDC?
 - 2.2. Hvilken erfaring har du med implementeringsprosesser?

FORANKRING

1. Når ble de ulike verktøyene implementert i prosjektet?
2. Hvilke verktøy skal implementeres videre i prosjektet?
3. Er det noen verktøy som skal fases ut?
4. Er det benyttet konsulenter under VDC-implementeringen?

5. I hvor stor grad er VDC-verktøyene integrert med hverandre?
6. Hvor involvert har kunden vært i VDC-implementeringen?
7. Hvor involvert har ledelsen i Betonmast vært i VDC-implementeringen?
8. Finnes det måter for prosjektgruppen å benytte «de tradisjonelle metodene» i istedenfor VDC-metodene i prosjektet?
9. Hvordan blir underentreprenørene fulgt opp mtp. VDC?
10. Skal prosjektet evalueres etter overlevering?

KOMMUNIKASJON

1. Finnes det manualer for utveksling av informasjon mellom aktørene i prosjektet?
2. Når ble andre aktører fortalt at VDC skulle benyttes i prosjektet?
 - 2.1. Hva ble kommunisert til dem?
 - 2.2. Hvordan ble det kommunisert?
 - 2.3. Hvor mange VDC-verktøy var det forventet at underentreprenørene skulle bruke?
3. Hvordan har krav til bruk av VDC-verktøy blitt kommunisert til andre aktører?
4. Kommuniserer aktørene i prosjektet gjennom 3D-modellene?
 - 4.1. Hvordan?
5. Har aktørene i prosjektet utvekslet VDC-standarder/VDC-manualer?
6. Har kommunikasjonsutvekslingen i prosjektet blitt evaluert?

VISJON

1. Hva har vært visjonen for implementeringen av VDC i prosjektet?
 - 1.1. Hvem har utarbeidet visjonen?
 - 1.2. Er visjonen tilgjengelig for alle aktørene i prosjektet?
 - 1.3. Hvilke metrics er etablert for å oppnå visjonen?
2. Er det satt noen andre VDC-mål for prosjektet?
 - 2.1. Hvem har utarbeidet VDC-målene?
 - 2.2. Er VDC-målene tilgjengelig for alle aktørene i prosjektet?
 - 2.3. Er det etablert metrics for å oppnå VDC-målene?
 - 2.4. Ferier prosjektet når målene blir oppnådd?
3. Hvilke fordeler får prosjektet fra VDC-implementeringen?

PLANER

1. Hvilke strategiske planer er utarbeidet for å nå visjonen til prosjektet?
 - 1.1. Fordeler planene ansvarsområder for implementeringsprosessen?
2. Er 3D-modeller benyttet som hjelpemiddel til å utarbeide planer for prosjektet?
 - 2.1. Når fikk kunden tilgang til 3D-modellen? Hva har vært effekten av dette?
 - 2.2. Når fikk underentreprenører tilgang til 3D-modellene?
 - 2.3. Hvem kan revidere 3D-modellene?
 - 2.4. Hva inneholder 3D-modellene?
3. Hvilke metrics er etablert for at planene skal følges?
 - 3.1. Er planene dynamiske?
 - 3.2. Har planene blitt evaluert?
4. Vil du si at prosjektet har en stram tidsplan?
5. Vil du si at prosjektet har et stramt budsjett?
6. Hvilken entrepris er prosjektet?
 - 6.1. Hvilken kontraktstype er valgt?
 - 6.2. Hvordan er anskaffelsesprosessen med underentreprenører?
 - 6.2.1. Hvor stor grad spiller underentreprenørens VDC-kunnskap?
7. Har nasjonale lover og regler vært en brems for implementeringen av VDC?

PROSJEKTGRUPPEN

1. Er det avholdt kick-off-møte (oppstartsmøte) ved prosjektstart?
 - 1.1. Hva ble bestemt på møtet?

- 1.2. Hvilke aktører var med på møtet?
2. Hvordan har prosjektgruppen blitt satt sammen?
 - 2.1. Hva slags kunnskap hadde prosjektgruppen om VDC før oppstart?
 - 2.2. Hvordan har interessen for VDC-implementeringen vært hos prosjektgruppen?
 - 2.3. Hvordan er samarbeidet i gruppen?
3. Hvordan er samarbeidet mellom prosjektgruppen og kunden?
4. Hvilke fordeler får prosjektgruppen fra VDC-implementeringen?
5. Hvordan blir prosjektgruppen fulgt opp underveis i VDC-implementeringen?
 - 5.1. Av hvem?

OPPLÆRING

1. Hvilken opplæring har du fått om VDC?
 - 1.1. Hvilke VDC-verktøy har du blitt opplært i?
2. Synes du det er utfordrende å bruke VDC-verktøyene i prosjektet?
3. Hvilken kunnskap har underentreprenørene om VDC?
 - 3.1. Hvilke verktøy har underentreprenørene tilgang til?
4. Er det benyttet BigRoom i prosjekteringsfasen av prosjektet?
5. Finnes det veiledere for VDC-verktøyene?
 - 5.1. Er det benyttet nasjonale standarder for BIM?
 - 5.2. Er det benyttet andre BIM-manualer?
6. Er bruken av VDC-verktøy blitt evaluert?

ENGASJERE TIL HANDLING

1. Hvilke hindringer har blitt møtt underveis i VDC-implementeringen?
 - 1.1. Manglende ressurser?
 - 1.1.1. Hvilke teknologiske hjelpemidler er anskaffet?
 - 1.1.2. Hvilke programvarer er anskaffet?
 - 1.2. Manglende insentiver?
2. Hvilke hindringer har blitt fjernet?
3. Blir metrics rapportert løpende?
4. Hva slags støtte har prosjektet fått fra ledelsen i Betonmast?

AVSLUTNING

1. Har dere gjennomført andre nøkkelementer enn de som er nevnt her?
2. Er det noe mer du vil legge til?
3. Er det mulig å ta kontakt med deg dersom det oppstår usikkerhet rundt svarene eller dukker opp nye spørsmål?

