

Tobias Moussaoui Anseth

Optimalisering av Virtual Design and Construction (VDC) i prosjektering

Juni 2019





Kunnskap for en bedre verden

Optimalisering av Virtual Design and Construction (VDC) i prosjektering

Tobias Moussaoui Anseth

Bygg- og miljøteknikk - Masterprogram/Sivilingeniør

Innlevert: Juni 2019

Hovedveileder: Olav Torp

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

Institutt for bygg - og miljøteknikk

SAMMENDRAG

Det hevdes i litteraturen at det kan knyttes en rekke utfordringer til hvordan prosjektering praktiseres i dag. Typiske utfordringer bransjen står overfor er dårlig kommunikasjonsflyt, for sen eller ingen involvering av sentrale aktører i forbindelse med prosjektering, og hvordan prosjekteringsprosessen og organisering av prosjekteringsgruppene preges av tradisjonelle metoder som er lite tilpasset det gjeldende prosjekt. Da byggeprosjekter med tiden har blitt mer komplekse med strengere krav til både produkt og prosess, hviler i større grad suksessen på prosjekteringsprosessen. Nye, innovative metodikker og verktøy som *Virtual Design and Construction* (VDC) er i fremmarsj for fagfeltet, og tar sikte på å løse noen av de identifiserte utfordringene bransjen møter. VDC er et rammeverk for gjennomføring av byggeprosjekter utviklet av Center for Integrated Facilities Engineering (CIFE) ved Stanford. Det består av innovative teknikker og verktøy for planlegging, ledelse og organisering av byggeprosjekter, derunder prosjekteringsarbeider.

Masteroppgaven har tatt mål av seg å undersøke hvordan bruken av VDC i prosjektering kan optimaliseres. I forbindelse med forskningsarbeidet ble AF Gruppen sitt pågående prosjekt Boligutvikling i Bjørvika studert som caseprosjekt, der deltakerne i prosjektet kaller seg for Team Bispevika. De formulerte forskningsspørsmålene for arbeidet tar sikte på å besvare oppgavens problemstilling ved å fokusere på i hvilken grad Team Bispevika anvender VDC i prosjektering, hvordan VDC i prosjektering bør implementeres på bakgrunn av Team Bispevika sine erfaringer og erfaringene Team Bispevika har gjort seg ved bruk av VDC i prosjektering. På bakgrunn av de innsamlede erfaringene, fremmes forslag til tiltak for optimalisering av VDC i prosjektering i oppgaven.

Problemstillingen og tilhørende forskningsspørsmål har langt på veg lagt føringer for valg av metode, derunder undersøkelsesopplegg, tilnærming, innsamlingsmetode og analyse av resultater. Det har blitt gjennomført litteraturstudier for å finne frem til relevant og kvalifisert litteratur innen fagfeltet, og som grunnlag for å diskutere funn fra den kvalitative datainnsamlingen. Det ble også gjennomført et case-studie av prosjektet Boligutvikling i Bjørvika. I forbindelse med case-studiet ble det gjennomført intervjuer for å samle erfaringer og meninger om VDC i prosjektering i Team Bispevika. Observasjonsstudier av ICE-møter ble gjennomført for å gi undertegnede et økt innblikk i praksisen på prosjektet og for å supplere funn fra intervjuer. Dokumentstudier ble utført for å gi tilgang på informasjon som best formidles skriftlig og for å redusere belastningen på deltakere i forskningen fra Team Bispevika.

Caseprosjektet er et samspillsprosjekt mellom AF Gruppen og Oslo S Utvikling, der innovasjon står sentralt i prosjektering, innkjøp, utførelse og salg. Reduksjon av prosjektkostnader og risiko for byggherre og entreprenør, utvikling av smarte og optimale tekniske løsninger, sikring av forutsigbar og rasjonell produksjon og et engasjement som skal motivere alle parter i prosjektet til å tenke nytt, er hovedmålene i AF Gruppens innovasjonssamarbeid i Bispevika. VDC tas i bruk i utstrakt grad på Bispevika-prosjektet, både av AF Gruppen og av samarbeidspartner Norconsult. At Team Bispevika tar i bruk alle de fire hovedverktøyene tilknyttet VDC angir at videre funn og erfaringer fra forskningen egner seg for å danne grunnlaget for videre anbefalinger til tiltak for optimalisering av VDC i prosjektering.

Det eksisterer begrenset med litteratur som presenterer teori og anbefalinger for hvordan VDC bør implementeres i et prosjekt, og i prosjektering spesielt. Forskningen resulterte i følgende fire elementer som er viktige for god implementering av VDC i prosjektering: (1) et formelt *kick-off* for at prosjekteringsgruppa tidlig skal få eierskap til systemet, verktøyene og planleggingsmetoden, (2) en tydelig *manual* som rammeverk for bruken av VDC, (3) *kontinuitet* ved de valgte metodene for å få satt rutiner og arbeidsformer med frekvens og forutsigbarhet, og (4) *kontinuerlig forbedring* underveis i prosessen for å tilpasse metodikken gjennom hele prosjekteringsprosessen og dermed ta med seg læring og forbedre prosesser deretter.

Det ble delt en rekke erfaringer som dreide seg rundt alle de fire hovedverktøyene tilknyttet VDC. Erfaringene har blitt satt i et teoretisk rammeverk for å gi undertegnede bedre grunnlag for videre forslag til optimalisering. Da flere av tiltakene for optimalisering fordrer at MMI (Modell Modenhets Indeks) implementeres i utstrakt grad, anbefales prosjekter som tar i bruk VDC å implementere MMI for å bedre utnytte hovedverktøyene tilknyttet VDC. Det er også verdt å merke seg at flere av tiltakene for optimalisering er avhengige av hverandre og at, som litteraturen understreker, verktøyene og tiltakene for optimalisering av VDC best fungerer etter sin hensikt om de blir brukt i en kombinasjon av hverandre.

SUMMARY

According to the literature within the discipline, many of the challenges that the construction industry faces today can be related to how designing is practiced. Poor communication flow, late or no involvement of central actors in conjunction with designing, and how the design process and its organization are affected by traditional methods which are not customized for the current project, are typical challenges that the industry faces. Lately, construction projects have turned more complex with strict requirements for both the product and the process. Therefore, the success of the project increasingly relies on the design process. New and innovative methodologies and tools such as *Virtual Design and Construction* (VDC) are advancing in the industry, and aims at solving some of the identified challenges the industry faces. VDC is a framework for implementation of construction projects developed by Center for Integrated Facilities Engineering (CIFE) at Stanford, and consists of innovative techniques and tools for planning, leading and organizing construction projects, thereunder design tasks.

The Master's Thesis has set as a target to examine how the use of VDC in design can be optimized. In conjunction with the research, the ongoing project Boligutvikling i Bjørvika by the construction company AF Gruppen was studied as a case project, where the participants of the project are called Team Bispevika. The formulated research questions for the research has set as a goal to answer the thesis' problem by focusing on in which degree Team Bispevika applies VDC in the design process, how VDC the best way should be implemented on the basis of Team Bispevika's experiences, and the experiences Team Bispevika has collected by using VDC in design tasks. On the basis of the collected experiences, suggestions for optimization of VDC in the design process are presented in this thesis.

The problem of the thesis, and its related research questions, has laid down guidelines for choice of methods, thereunder study design, approach, collection method, and how to analyze the results of the research. Literature studies has been carried out to find relevant and qualified literature within the discipline, and as a foundation for further discussing findings from the qualitative data collection. A case-study of the project Boligutvikling i Bjørvika was also accomplished. Through the case-study, interviews were carried out to gather experiences and meanings related to VDC in design at Team Bispevika. Observational studies of ICE-sessions were completed to give the researcher an increased understanding of the practice on the project, and to supplement findings from interviews. Document studies were completed to gain types of information that best are communicated by documents, and to reduce the load on participants in the research at Team Bispevika.

The case-project is a partnering project between AF Gruppen and Oslo S Utvikling where innovation is central in both design, procurement, execution and sale. Reduction of project costs and risk for both the owner and the contractor, development of smart and optimal technical solutions, securing predictable and rational production, and an engagement that shall motivate all actors in the project for rethinking, are the main targets in AF Gruppen's partnering project in Bispevika. VDC is put into use in a broad degree in the case-project, both by AF Gruppen and the design collaborator Norconsult. Team Bispevika are using all of the four main tools connected to VDC, which indicates that further findings and experiences from the research are suitable and reliable to create the foundation for the presented recommendations for optimization of VDC in design.

There are limited amounts of literature that describes theory and recommendations for how to implement VDC in a construction project, and in design especially. This research resulted in four elements that are important for good implementation of VDC in design: (1) a formal *kick-off* to make sure that the design team gets the necessary ownership of the system, the tools, and the planning method, (2) a distinct *manual* as a framework for how to use VDC in the project, (3) *continuity* by the chosen methods to make sure that routines and ways of working are set by frequency and predictability, and (4) *continuous improvement* throughout the process to adjust the methodology through the entire design process and thus gather experiences to improve the process continuously.

Many experiences were shared considering all of the four main tools related to VDC. The experiences were set in a theoretical framework to give the researcher a better foundation for further suggestions for optimizing. Since several of the suggestions for optimizing includes that MMI (Model Maturity Index) are implemented to a certain extent, the thesis suggests that projects that applies VDC should implement MMI to better utilize VDC's main tools. It is also worth noting that several of the recommendations for optimizing are interdependent and that, as the literature emphasizes, the tools and the recommendations for optimizing the use of VDC works best for its purpose if used in a combination of each other.

FORORD

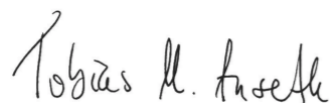
Masteroppgaven har blitt gjennomført som det avsluttende arbeidet av sivilingeniørutdanningen ved Institutt for bygg- og miljøteknikk, Fakultet for ingeniørvitenskap ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. Oppgaven er utført i faget TBA4910 Prosjektledelse, masteroppgave (30 stp.) som inngår i hovedprofil Prosjektledelse ved utdanningsprogrammet Bygg- og miljøteknikk.

Valget av tema for oppgaven har bakgrunn i egne erfaringer fra sommerjobber, samt interesse og engasjement for tiltak som kan bidra til å øke effektiviteten i bygge- og anleggsprosjekter. Bruk av Virtual Design and Construction og tilhørende verktøy vil påvirke byggebransjen og egen yrkeskarriere i årene som kommer. Litteraturen er i det hele tatt samstemt om at det er en rekke utfordringer som kan knyttes til det valgte temaet, at det dermed er dagsaktuelt og et fagområde med behov for videre forskning. Gjennom utdanningen ved NTNU og utvekslingsår ved San Diego State University har jeg fått innsikt i utfordringer bransjen opplever, og innovative verktøy for å løse dem. Oppgaven har bidratt til økt kunnskap om faktorer som påvirker effektiviteten i byggeprosjekter, og prosjektering spesielt. Arbeidet med oppgaven har dermed vært svært lærerikt og gitt verdifulle erfaringer som jeg tar med meg inn i arbeidslivet.

Arbeidet med oppgaven har vært utfordrende, interessant og givende, og jeg ønsker å rette en takk til Olav Torp og Atle Engebø ved Institutt for bygg- og miljøteknikk for gode faglige råd og konstruktive diskusjoner underveis. Jeg vil også takke deltakere fra AF Gruppen og Norconsult i Team Bispevika for deltakelse i forskningsarbeidet. Spesielt rettes en takk til kontaktpersoner i Team Bispevika, Lars Kristian Hunn og Kristin Fjellvang, som har engasjert seg i arbeidet mitt, satt meg i kontakt med dyktige intervjuobjekter og samtaler for øvrig. Jeg har opplevd stort engasjement fra samtlige som ble kontaktet, noe som bidro til å gjøre arbeidet spennende og lærerikt.

Til slutt ønsker jeg å takke familie, venner og klassekamerater for støtte og motivasjon underveis i arbeidet med masteroppgaven og utdanningsløpet for øvrig.

Trondheim, 11. juni 2019



Tobias Moussaoui Anseth

INNHOLDSFORTEGNELSE

SAMMENDRAG.....	I
SUMMARY	III
FORORD	V
1 INTRODUKSJON.....	1
1.1 BAKGRUNN FOR VALG AV OPPGAVE.....	1
1.1.1 Teoretisk bakgrunn.....	1
1.1.2 Forfatters motivasjon	2
1.2 PROBLEMSTILLING OG FORSKNINGSSPØRSMÅL.....	3
1.3 OMFANG OG AVGRENSNINGER	4
1.4 RAPPORTSTRUKTUR.....	5
1.5 BOLIGUTVIKLING I BJØRVIKA – TEAM BISPEVIKA.....	5
2 METODE	7
2.1 GENERELT	7
2.1.1 Induktiv og deduktiv datainnsamling	8
2.1.2 Kvantitative og kvalitative metoder.....	8
2.1.3 Reliabilitet og validitet	10
2.1.4 Triangulering.....	10
2.1.5 Analyse av kvalitative data.....	10
2.2 VALG AV METODE OG FORSKNINGSDSIGN	11
2.3 LITTERATURSTUDIE	12
2.3.1 Generelt.....	12
2.3.2 Søkemotorer.....	12
2.3.3 Søkefunksjoner.....	13
2.3.4 Vurderingsmetode	13
2.3.5 Kildekritikk	14
2.4 CASE-STUDIE.....	15
2.4.1 Generelt.....	15
2.4.2 Intervjuer.....	15
2.4.3 Observasjonsstudier	20
2.4.4 Dokumentstudier	22
2.4.5 Uformelle samtaler.....	23
2.5 EVALUERING AV METODEN	24
2.5.1 Litteraturstudier	24
2.5.2 Case-studie	25
2.5.3 Analyse av kvalitative data.....	26
3 TEORI.....	27
3.1 BYGGEPROSJEKTETS FASER OG PROSESSER.....	27
3.2 FASENORMEN ”NESTE STEG”	28
3.2.1 Generelt.....	28
3.2.2 Perspektiver.....	29
3.2.3 Prosesser	30
3.2.4 Steg 4 - Detaljprosjektering	31
3.3 PROSJEKTERINGSLEDELSE FUNKSJONEN	33
3.4 KOMMUNIKASJON.....	35
3.4.1 Kommunikasjonskanalers egenskaper	35
3.4.2 Kommunikasjonskanalers godhet.....	37
3.5 VIRTUAL DESIGN AND CONSTRUCTION.....	39
3.5.1 Generelt.....	39

3.5.2	<i>BIM</i>	40
3.5.3	<i>Integrated Concurrent Engineering (ICE)</i>	41
3.5.4	<i>Målinger</i>	43
3.5.5	<i>Produksjonsstyring</i>	44
3.6	MMI - MODELL MODENHETS INDEKS	45
3.6.1	<i>Generelt</i>	45
3.6.2	<i>Praktisk bruk av MMI</i>	46
4	RESULTATER	47
4.1	GENERELT OM AF GRUPPEN.....	47
4.2	BOLIGUTVIKLING I BJØRVIKA - TEAM BISPEVIKA	48
4.2.1	<i>Bispevika Nord</i>	49
4.2.2	<i>Bispevika Syd</i>	50
4.3	PROSJEKTERINGSGRUPPA I TEAM BISPEVIKA.....	51
4.4	VIRTUAL DESIGN AND CONSTRUCTION I TEAM BISPEVIKA	52
4.4.1	<i>Generelt</i>	52
4.4.2	<i>Implementering</i>	52
4.4.3	<i>Organisering</i>	55
4.5	BIM I TEAM BISPEVIKA	56
4.5.1	<i>Generelt</i>	56
4.5.2	<i>Erfaringer</i>	57
4.5.3	<i>MMI - Modell Modenhets Indeks</i>	58
4.6	INTEGRATED CONCURRENT ENGINEERING (ICE) I TEAM BISPEVIKA.....	60
4.6.1	<i>Generelt</i>	60
4.6.2	<i>Gjennomføring</i>	61
4.6.3	<i>Erfaringer</i>	62
4.6.4	<i>Dokumentasjon av beslutninger</i>	64
4.7	MÅLINGER I TEAM BISPEVIKA.....	69
4.7.1	<i>Generelt</i>	69
4.7.2	<i>Anvendte målinger</i>	69
4.7.3	<i>Erfaringer</i>	71
4.8	PRODUKSJONSSTYRING I TEAM BISPEVIKA.....	73
4.8.1	<i>Generelt</i>	73
4.8.2	<i>Erfaringer</i>	74
4.9	BOLIGUTVIKLING I BJØRVIKA SOM CASEPROSJEKT.....	76
5	DISKUSJON	77
5.1	GENERELT.....	77
5.2	VIRTUAL DESIGN AND CONSTRUCTION I TEAM BISPEVIKA	77
5.2.1	<i>Organisering av prosjekteringsgruppa</i>	77
5.2.2	<i>BIM i Team Bispevika</i>	78
5.2.3	<i>Integrated Concurrent Engineering (ICE) i Team Bispevika</i>	79
5.2.4	<i>Målinger i Team Bispevika</i>	79
5.2.5	<i>Produksjonsstyring i Team Bispevika</i>	80
5.3	IMPLEMENTERING AV VIRTUAL DESIGN AND CONSTRUCTION I PROSJEKTERING	80
5.3.1	<i>Generelt</i>	80
5.3.2	<i>Kick-off</i>	81
5.3.3	<i>Manual</i>	81
5.3.4	<i>Kontinuitet</i>	82
5.3.5	<i>Kontinuerlig forbedring</i>	82
5.4	ERFARINGER I TEAM BISPEVIKA.....	83
5.4.1	<i>BIM i Team Bispevika</i>	83
5.4.2	<i>MMI - Modell Modenhets Indeks</i>	84
5.4.3	<i>Integrated Concurrent Engineering (ICE) i Team Bispevika</i>	85
5.4.4	<i>Dokumentasjon av beslutninger</i>	87
5.4.5	<i>Målinger i Team Bispevika</i>	92

5.4.6	<i>Produksjonsstyring i Team Bispevika</i>	93
5.5	OPTIMALISERING AV VIRTUAL DESIGN AND CONSTRUCTION I PROSJEKTERING.....	94
5.5.1	<i>Optimalisering av BIM</i>	94
5.5.2	<i>Optimalisering av Integrated Concurrent Engineering (ICE)</i>	95
5.5.3	<i>Optimalisering av målinger</i>	97
5.5.4	<i>Optimalisering av produksjonsstyring</i>	98
6	KONKLUSJON	99
7	VIDERE ARBEID	103
	REFERANSELISTE	105
	VEDLEGG 1 – INTERVJUGUIDE	111

FIGURLISTE

Figur 1 - Rapportstruktur.....	5
Figur 2 - Byggeprosessens generiske faser og prosesser (Eikeland, 1998).....	27
Figur 3 - Eksempel på faseinndeling (Westgaard et al., 2010)	28
Figur 4 - Hovedtrekk i "Neste Steg" (Tiltnes, 2016, s. 4)	29
Figur 5 - Ulike typer kommunikasjonskanalers rikhet og effektivitet (Svalestuen et al., 2017)	37
Figur 6 - Tradisjonell informasjonsutveksling, kontra informasjonsutveksling ved bruken av en delt IFC-modell (Chen et al., 2004, s. 116).....	41
Figur 7 - Tradisjonelle prosesser i serie, kontra ICE-basert prosjektering (Chachere et al., 2009)	42
Figur 8 - MMI-nivåer og deres prosjekteringsaktiviteter (Fløisbonn et al., 2018)	45
Figur 9 - AF Gruppens operasjonelle struktur (AF Gruppen, 2018).....	47
Figur 10 - Illustrasjonsbilde av Dronninglunden (B2) og Vannkunsten (B6a).....	49
Figur 11 - Illustrasjonsbilde av Bispevika Syd og felt B8a.....	50
Figur 12 - Big Room i Bispevika med interaktiv skjerm	61
Figur 13- Utklipp fra SMART Board-referat vises til venstre. Symbolene til høyre angir aksjoner/aktiviteter og beslutninger	62
Figur 14 - De vurderte kommunikasjonskanalenes rikhet og effektivitet i henhold til Svalestuen et al. (2017).....	90

TABELLISTE

Tabell 1 - Forskjeller mellom kvantitative og kvalitative metoder (Samset, 2014).....	8
Tabell 2 - Subjektivitet og objektivitet (Tjora, 2010, s. 22).....	9
Tabell 3 - Oversikt over intervjuobjekter	17
Tabell 4 - Steg 4 - Detaljprosjektering (Tiltnes, 2016, s. 19).....	32
Tabell 5 - Kommunikasjonskanaler og deres egenskaper (Reinertsen, 1997)	36
Tabell 6 - Synkron og asynkron kommunikasjon (Emmitt, 2007; Gresseth, 2016).....	36
Tabell 7 - Utkvikksplanmøter.....	73
Tabell 8 - Fordeler og ulemper ved verktøy for dokumentasjon av beslutninger	88
Tabell 9 - Egenskapene til SMART Board-referater, Excel-dokumenter og BIMSync i henhold til Reinertsens (1997) rammeverk	89
Tabell 10 - Oppsummering av erfaringer og tiltak for optimalisering av VDC i prosjektering	102

1 INTRODUKSJON

Introduksjonskapittelet beskriver bakgrunn for valg av tema, problemstilling og forskningsspørsmål i forbindelse med arbeidet. Først presenteres den teoretiske bakgrunnen for valg av problemstilling, deretter undertegnedes motivasjon for valg av problemstilling. Med dette som bakgrunn, presenteres problemstillingen med tilhørende forskningsspørsmål, og omfang og avgrensninger for arbeidet. Videre er caseprosjektet i forbindelse med arbeidet kort beskrevet.

1.1 BAKGRUNN FOR VALG AV OPPGAVE

1.1.1 TEORETISK BAKGRUNN

Det hevdes i litteraturen at det kan knyttes en rekke utfordringer til hvordan prosjektering praktiseres i byggebransjen i dag. Olsen et al. (2013) peker i PROBY-rapporten på en rekke problemer knyttet til planlegging og ledelse av prosjektering: dårlig kommunikasjonsflyt, for sen eller ingen involvering av sentrale aktører i forbindelse med prosjektering og hvordan prosjekteringsprosessen og organiseringen av prosjekteringsgruppene preges av tradisjonelle metoder som er lite tilpasset det gjeldende prosjekt. Phelps (2012) mener at da byggeprosjekter med tiden har blitt mer komplekse med strengere krav til både produkt og prosess, hviler i større grad suksessen på effektiv informasjonsflyt, integrering av aktører i planlegging, læring med mer på prosjekteringen. Ballard & Howell (2003) har sett en rask implementering av Lean-filosofien hos mange entreprenører. Likevel mener de at Lean i mindre grad påvirker tidligere faser av prosjektet, som tidlig prosjekteringsfase, der avgjørelser som blir tatt har stor innflytelse for byggbarheten, verdien av det ferdige produktet og overgangen fra prosjektering til produksjon.

Knotten & Svalestuen (2014) understreker det vesentlige fallet i produktiviteten i næringen for arkitekter, ingeniører og konsulenter fra 1980-tallet frem til nå. For å sammenligne, har produktiviteten falt med 20% siden 2000, mens andre, tilsvarende industrier har økt produktiviteten med 30%. Rapporten viser til undersøkelser som er gjort i Veidekke som avdekker at en sentral årsak er manglende eller feil prosjekteringsmateriale fra prosjekteringsgruppen til videre produksjon.

Meland (2000) konkluderer i sin doktorgradsavhandling med at mangelfull prosjekteringsledelse bidrar til økt sannsynlighet for at prosjektets rammer overskrides, at prosjektmål ikke nås og at gjennomføringsprosessen er lite effektiv og produktiv.

Litteraturen presenterer mange ulike tilnærminger til planlegging og ledelse av et byggeprosjekt, og prosjektering spesielt. Blant andre Meland (2000), Eikeland (1998) og

Kristensen (2013) presenterer teori og anbefalinger knyttet til planlegging og ledelse av prosjektering i sine doktorgradsavhandlinger. *Virtual Design and Construction* (VDC) er et rammeverk for gjennomføring av byggeprosjekter utviklet av Center for Integrated Facilities Engineering (CIFE) ved Stanford, og består av innovative teknikker og verktøy for planlegging og ledelse av byggeprosjekter, derunder prosjekteringsarbeider. VDC kan defineres som bruken av tverrfaglige ytelsesmodeller av byggeprosjekter, inkludert selve bygget, arbeidsprosesser og organiseringen av prosjekterings-, bygge- og driftsteamet for å kunne støtte forretningsmålene (Knotten & Svalestuen, 2014). Med andre ord er VDC en arbeidsmetodikk for bruk og håndtering av tverrfaglige modeller for å fremme og støtte prosjektets formål, verdi og suksesskriterier. Metodologien har blant annet som hensikt å optimalisere bygningsinformasjonsmodellering ut i fra formål og bruksområder, og veileder prosjektene i bedre tverrfaglig samhandling i prosjekteringen (Haaland, 2012). Dermed tar VDC-metodologien sikte på å bidra til å løse noen av de kjente utfordringene i byggebransjen og prosjekteringsprosessen spesielt, som beskrevet over.

Litteraturen er i det hele tatt samstemt om at det er en rekke utfordringer som kan knyttes til prosjekteringsprosessen i byggeprosjekter, og at VDC som rammeverk kan bidra til å forbedre prosjekteringsprosessen. Det viser seg dermed at temaet er dagsaktuelt, og at der et fagområde med behov for videre forskning. Rapporten vil ta for seg caseprosjektet Boligutvikling i Bjørvika sin tilnærming til VDC, deres erfaringer, og på bakgrunn av dette presentere tiltak for optimalisering av VDC i prosjektering.

1.1.2 FORFATTERS MOTIVASJON

Bakgrunnen for valget av oppgave er dels grunnet undertegnedes tidligere erfaring som sommervikar hos en entreprenørbedrift. Stillingen som prosjektingeniør innebar blant annet å følge opp underentreprenører og produksjon på byggeplassen. Da underentreprenører og fagarbeidere ofte tok kontakt for mangel på tegningsunderlag, måtte det i blant etterspørres fra de prosjekterende ingeniørene. Det viste seg at tegningene til tider ikke var tilstrekkelig utviklet i forhold til fremdriften på byggeplassen, som kunne forsinke produksjonen der. Ofte var tilfellet at tegningsunderlaget og bygningsinformasjonsmodellen var godt modne og velutviklet for noen rådgivende fag, og mindre for andre. Utfordringer grunnet manglende prosjekteringsunderlag var gjengående i prosjektet, og det var tydelig at de prosjekterende ikke bestandig holdt tritt med hverandres arbeider eller fremdriften for produksjon på byggeplassen. Dette, samt fag som omhandler prosjekteringsledelse og Virtual Design and Construction på NTNU og på utvekslingsopphold ved San Diego State University, har fått undertegnedes interesse for temaet og gitt et innblikk i utfordringene bransjen opplever.

1.2 PROBLEMSTILLING OG FORSKNINGSSPØRSMÅL

Arbeidet med prosjektoppgave (Anseth, 2018) har bidratt til å øke forståelsen for det studerte caseprosjektet, utfordringene bransjen opplever i prosjekteringsprosessen og hvordan Virtual Design and Construction anvendes i praksis. Det var etter arbeidet med prosjektoppgaven tydelig at Team Bispevika og bransjen for øvrig har et potensiale for å optimalisere bruken av Virtual Design and Construction i prosjektering. Med dette som er bakgrunn, er problemstillingen for masteroppgaven formulert slik:

”Hvordan kan Virtual Design and Construction i prosjektering optimaliseres?”

Problemstillingen for oppgaven spenner relativt bredt. For å angi retning i arbeidet med oppgaven, er følgende forskningsspørsmål utarbeidet:

- 1. I hvilken grad anvender Team Bispevika Virtual Design and Construction i prosjektering?*
- 2. Hvordan bør Virtual Design and Construction implementeres på best mulig måte i prosjektering?*
- 3. Hvilke erfaringer har Team Bispevika gjort seg ved bruk av Virtual Design and Construction i prosjektering?*
- 4. Hvordan kan Virtual Design and Construction i prosjektering optimaliseres basert på erfaringene Team Bispevika har gjort seg?*

For å gi leseren og undertegnede et innblikk i hvilken grad Team Bispevika anvender VDC, ble det første forskningsspørsmålet inkludert. Grad av anvendelse angir hvorvidt funn og erfaringer fra forskningen egner seg for å danne grunnlaget for videre anbefalinger til tiltak for optimalisering av VDC i prosjektering. Det andre forskningsspørsmålet tar for seg implementering av VDC i prosjektering, som det finnes lite teori og anbefalinger om i litteraturen. Det tredje forskningsspørsmålet retter fokus mot erfaringene Team Bispevika har gjort seg ved bruk av VDC i prosjektering, som legger grunnlaget for å besvare det siste forskningsspørsmålet som tar for seg tiltak for optimalisering basert på erfaringene. Det siste forskningsspørsmålet er ment for å besvare oppgavens problemstilling. Konklusjonen besvarer forskningsspørsmålene kortfattet, og dermed problemstillingen for arbeidet.

1.3 OMFANG OG AVGRENSNINGER

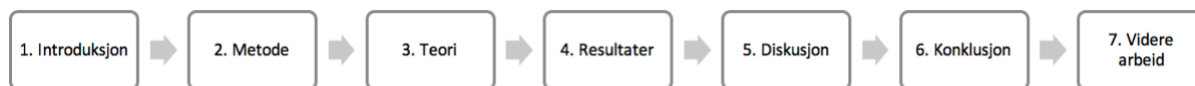
Nye, innovative metodikker og tankemønstre som VDC er i fremmarsj for fagfeltet, noe som resulterer i at temaet er hyppig omtalt, har stort nedslagsfelt og påvirker mange forskjellige aktører. I lys av oppgavens omfang vil det derfor være flere interessante aspekter som utelates for å gi tilstrekkelig dybde til temaer som i større grad fokuserer på å besvare forskningsspørsmålene. Da VDC omfavner bruken av tverrfaglige ytelsesmodeller av byggeprosjekter, inkludert selve bygget, arbeidsprosesser og hele prosjektorganisasjonen, er det et tema som favner bredt, og mange aspekter kunne dermed blitt belyst. Visse avgrensninger fremgår av oppgavens problemstilling i seg selv, og videre ved de formulerte forskningsspørsmålene. For det første, fokuserer oppgaven kun på bruk av VDC i prosjekteringsfasen, og retter ikke fokus mot VDC i produksjonsfasen. Det innebærer at blant andre produksjon, drift og vedlikehold ikke blir diskutert i oppgaven. Innen VDC, legges det vekt på implementering, organisering av prosjekteringsgruppa og de fire hovedverktøyene. Av erfaringene fra arbeidet med prosjektoppgave (Anseth, 2018), litteratur og uttalelser fra prosjekteringspersonale i Team Bispevika, er fokuset mot prosjekteringsfasen et passende omfang for en masteroppgave, i tillegg til at det er et fagområde med behov for videre forskning. For at oppgaven skal gi tilstrekkelig bredde og bakgrunn for å besvare de oppgitte forskningsspørsmålene, er følgende temaer for teori inkludert:

- Byggeprosjektets faser og prosesser
- Prosjekteringsledelse funksjonen
- Kommunikasjonsteori
- Virtual Design and Construction
- MMI - Modell Modenhets Indeks

Oppgaven ser blant annet bort ifra kontrakts- og entrepriseformer, byggherres, leverandørers og underentreprenørers rolle i forbindelse med oppgavens problemstilling og andre omstendigheter i forbindelse med caseprosjektet. Caseprosjekter avgrenser forskningen ved at det er et samspillsprosjekt der AF Gruppen har totalentreprise for utførelse, og at fasen/steget som blir forsket på er detaljprosjektering. VDC benyttes i mange prosjekter, i større eller mindre grad. For oppgaven er det tatt utgangspunkt i bruk av VDC i prosjektering i caseprosjektet, som innebærer at det er erfaringene og meningene til Team Bispevika som danner grunnlaget for resultater og diskusjon. Årsaken til at det er valgt å fokusere på kun ett prosjekt er at det bedre legger til rette for å gå i dybden og skape forståelse for de resultatene som fremskaffes. Da innsamlet data kommer fra ett og samme prosjekt, er det mulig å beskrive de samme fenomenene fra ulike perspektiver.

1.4 RAPPORTSTRUKTUR

Masteroppgaven er strukturert slik Institutt for bygg- og miljøteknikk anbefaler å strukturere prosjekt- og masteroppgaver (NTNU, 2013). Strukturen finnes illustrert i Figur 1.



Figur 1 - Rapportstruktur

Kapittel 1 tar for seg bakgrunnen for rapportens tema, forskningsspørsmål, omfang og begrensninger i arbeidet samt informasjon om caseprosjektet. Kapittel 2 beskriver teori og fremgangsmåte for metodene som er tatt i bruk i forbindelse med innhenting av data. Det 3. kapittelet presenterer relevant, innhentet teori fra litteraturen for å gi tilstrekkelig forståelse for videre presentert data, og som rammeverk for diskusjon av resultatene fra datainnsamlingen. Kapittel 4 presenterer resultater fra caseprosjektet i forbindelse med den kvalitative datainnsamlingen. Det 5. kapittelet diskuterer resultatene knyttet opp mot den etablerte teorien fra teorikapittelet, og i seg selv. Der, samt i kapittel 6, vil forskningsspørsmålene bli besvart, og en konklusjon for arbeidet vil gis. Oppgaven avsluttes med å foreslå anbefalinger for videre arbeid i kapittel 7.

1.5 BOLIGUTVIKLING I BJØRVIKA – TEAM BISPEVIKA

Det ble inngått et samarbeid om prosjekt- og masteroppgave med AF Gruppen i september 2018, etter innledende samtaler sommeren 2018 i forbindelser med sommerjobb. AF Gruppen er et ledende entreprenør- og industrikonsern som driver sin virksomhet innen forretningsområdene bygg, anlegg, eiendom, energi, miljø og offshore. Med over 25 år i bransjen, og en omsetning på 18 767 milliarder kroner i 2018 er AF Gruppen en betydelig aktør i byggenæringen (AF Gruppen, 2019a).

Data som presenteres i denne rapporten er hentet fra AF Gruppen sitt prosjekt i Bispevika – Boligutvikling i Bjørvika, der deltakerne i prosjektet kaller seg Team Bispevika. AF Gruppen er totalentreprenør for de to igangsatte prosjektene Dronninglunden (felt B2) der 140 leiligheter skal bygges, samt prosjektet Vannkunsten (felt B6a) med 240 leiligheter fordelt på ni bygg. Kontraktssummen for de to prosjektene er satt til 1109 MNOK, fordelt på AF Gruppens entreprenører AF Byggefornyelse, AF Energi & Miljøteknikk og AF Anlegg. Det totale bygningsarealet, fordelt på 355 leiligheter og næringsareal på 8 000 kvadratmeter, er 48 000 kvadratmeter (AF Gruppen, 2019b). Innsamlet data har i tillegg blitt hentet fra prosjekteringsprosessen for byggetrinn B8a som er i en utviklingsfase.

Prosjektet er et samspillprosjekt mellom AF Gruppen og Oslo S Utvikling, der innovasjon står sentralt i projektering, innkjøp, utførelse og salg. Reduksjon av prosjektkostnader og risiko for byggherre og entreprenør, utvikling av smarte og optimale tekniske løsninger, sikring av forutsigbar og rasjonell produksjon og et engasjement som skal motivere alle parter i prosjektet til å tenke nytt, er hovedmålene i AF Gruppens innovasjonssamarbeid i Bispevika. *Virtual Design and Construction* tas i bruk i utstrakt grad på Bispevika-prosjektet, både av AF Gruppen og av samarbeidspartner Norconsult (AF Gruppen, 2019b). Caseprosjektet er beskrevet i mer detaljert grad i metode- og resultatdelen.

2 METODE

Metodekapittelet har som hensikt å dokumentere hvordan arbeidet med rapporten er gjennomført, og er nødvendig for å vurdere resultatenes troverdighet og nøyaktighet. Først presenteres generell teori om forskningsmetoder- og strategier. Deretter presenteres den anvendte metoden for arbeidet med oppgaven, behandling av innsamlede data og svakheter ved forskningsarbeidet.

2.1 GENERELT

Det finnes mange etablerte metoder for å samle inn data om virkeligheten, og mange hensyn må tas. Hvilket fenomen en ønsker å studere legger i stor grad føringer for valget av metode og hvordan data man ønsker å samle inn. Det er en rekke faktorer som kan legge føringer og begrensninger for valg av metode, eksempelvis grad av kompetanse og ressurser. Begrensninger i forbindelse med arbeidet med masteroppgaven er oppgavens omfang, tidsperiode, samt tilgjengelige økonomiske ressurser. Valget av metode innebærer overveielser mellom det en anser som den ideelle fremgangsmåten, og det som er praktisk gjennomførbart. Både etiske vurderinger og spørsmål om hvilke metoder forskeren behersker kommer inn her (Dalland, 2012).

På generell basis, har det blitt stilt en rekke krav til empirisk innhentet data. Med utgangspunkt i Dalland (2012) ble seks av de mest sentrale normene tatt for seg. Normene springer i første rekke ut fra erfaringer knyttet til bruk av kvantitative metoder, men idealene har også overføringsverdi til kvalitative metoder:

1. Resultatene skal være i overensstemmelse med virkeligheten.
2. Data skal være systematisk utvalgt.
3. Data skal brukes nøyaktig.
4. Forskerens førforståelse skal klargjøres.
5. Resultatene skal være kontrollerbare.
6. Forskningsvirksomheten bør være kumulativ.

Metodekapittelet vil videre ta for seg aspekter ved ulike tilnærminger og strategier som må vurderes ved valg av metode. Teorien som presenteres legger grunnlaget for den valgte metoden som deretter gjøres rede for. Fremgangsmåten og ulike vurderinger som er gjort beskrives grundig. Hvordan den innsamlede dataen er vurdert og analysert blir også presentert.

2.1.1 INDUKTIV OG DEDUKTIV DATAINNSAMLING

Det finnes i følge Sander (2017a) to måter å tenke logisk på: *induksjon* og *deduksjon*. Metodene omhandler relasjonen mellom teori og empiri. Ved deduktiv metode har man en teori om et fenomen som man tester med empiri for å bekrefte eller avkrefte teorien. Jacobsen (2005) påpeker at en slik tilnærming har svakheter fordi forskere mener det fører til at forventninger kan bidra til at noe informasjon fremheves, mens annen blir utelatt. Utgangspunktet for induktiv fremgangsmåte er det motsatte. Det vil si at man gjør utforskende undersøkelser, og lager teori basert på empirien. Ingen av metodene kan velges bort til fordel for den andre, da begge er nødvendige for å komme frem til de korrekte konklusjonene om virkeligheten (Sander, 2017a). Forkunnskaper og hypoteser vil kunne skape enkelte forventninger som støtter opp under den deduktive tilnærmingen. Jacobsen (2005) understreker derfor viktigheten av et åpent sinn slik at man begrenser sannsynligheten for at viktig og relevant informasjon blir utelatt.

2.1.2 KVANTITATIVE OG KVALITATIVE METODER

Ved innsamling av data kan tilnærmingen til innsamlingsprosessen være avgjørende for om man får tak i tilstrekkelig og riktig type data. Et valg man står ovenfor er om man er på jakt etter tall eller ord – henholdsvis en kvantitativ- eller kvalitativ tilnærming.

De *kvantitative metodene* har den fordelen at de gir data i form av målbare enheter. Tallene gir muligheten til å foreta regneoperasjoner, og er lettere å håndtere og modifisere uten å tilføre data og uten at informasjon går tapt. De *kvalitative metodene* tar sikte på å fange opp mening og opplevelse som ikke lar seg tallfeste eller måle (Dalland, 2012). Samset (2014) tydeliggjør forskjellene mellom kvantitative og kvalitative metoder i Tabell 1.

Tabell 1 - Forskjeller mellom kvantitative og kvalitative metoder (Samset, 2014)

Kvantitativ metode	Kvalitativ metode
Tallbasert informasjon	Tekstlig informasjon
Få opplysninger om mange undersøkelsesenheter	Mange opplysninger om få undersøkelsesenheter
Stor grad av etterprøvbarehet	Etterprøvbarehet ofte problematisk
Stor vekt på presisjon	Stor vekt på relevans
Generalisering og samsvar som mål	Helhetsforståelse som mål
Nødvendig for å dokumentere og skaffe bevis	Nødvendig for å tolke og drøfte resultater

Forholdene mellom kvalitative og kvantitative forskningsmetoder skiller seg i følge Tjora (2010) ved tre ulike temaer: subjektivitet og objektivitet, teoriens plass og pragmatiske hensyn. Hva gjelder subjektivitet og objektivitet, er Tabell 2 til stor hjelp for å forstå undertegnede og informantens rolle ved ulike metoder for datainnsamling.

Tabell 2 - Subjektivitet og objektivitet (Tjora, 2010, s. 22)

	Design	Datagenerering	Dataanalyse	Tolkning
Dybdeintervju (kvalitativt)	Forskersubjektiv og teoretisk	Intersubjektiv	Forskersubjektiv	Forskersubjektiv
Observasjon (kvalitativt)	Forskersubjektiv og teoretisk	Forskersubjektiv	Forskersubjektiv	Forskersubjektiv
Survey (kvantitativt)	Forskersubjektiv og teoretisk	Informant-subjektiv	Objektiv	Forskersubjektiv

De kvalitative metodene består av innsamling av data som vanskelig lar seg tallfeste og sammenligne direkte. Typiske kvalitative metoder kan være dybdeintervjuer, observasjoner og tolkning av data. Det blir påpekt at det er spesielt viktig å ivareta integriteten til respondentene ved kvalitative intervjuer, og at det generelt er utfordrende å ivareta anonymiteten fordi svarene gjerne baserer seg på personlige erfaringer (Fangen, 2015). Kvalitativ tilnærming er fordelaktig fordi det tydeliggjør nyanser og detaljer, at den er svært fleksibel og at det er relativt enkelt å gjøre justeringer underveis (Jacobsen, 2005). På den andre siden, er kvalitative metoder ofte svært ressurskrevende, og det er vanskelig å oppnå representative utvalg for store grupper. Resultatene kan inneholde variasjon i nyanser og detaljer som kan bidra til at de blir svært komplekse og blir vanskelig å sammenligne. Relasjonen mellom forsker og informant kan være avgjørende for formuleringen av spørsmålene, og hvilke svar respondenten avgir (Jacobsen, 2005).

Fangen (2015) oppsummerer forskjellen på kvantitative og kvalitative metoder som at man under kvantitative metoder fokuserer på bredde og omfang, mens man i kvalitative metoder fokuserer på mening og innhold. Dette fører til at kvalitative metoder ofte ansees som mer ressurskrevende da undersøkelsen må tilpasses de ulike respondentene. Ved kvantitativ tilnærming kategoriserer og strukturerer man informasjonen i forkant av datainnsamlingen, mens man ved kvalitativ tilnærming gjør dette i etterkant (Jacobsen, 2015). Kvalitative undersøkelser medfører dermed i større grad bearbeiding og etterarbeid for å kunne legge frem resultatene.

2.1.3 RELIABILITET OG VALIDITET

For at innsamlet data med sikkerhet skal kunne brukes til å trekke slutninger er det viktig at den har høy *reliabilitet* og *validitet*. Dette påvirker hvorvidt resultatene kan antas å være *pålitelige* og *relevante*.

Reliabilitet betyr pålitelighet, og er en angivelse av om forskningen viser den virkelige situasjonen og i hvilken grad resultatene kan etterprøves (Sander, 2017b). Validitet omhandler gyldigheten og relevansen til dataene man fremskaffer, altså om metodene faktisk måler det man har til hensikt å måle (Sander, 2017c). Derfor er det avgjørende med både høy reliabilitet og høy validitet for at man skal kunne stole på resultatene man analyserer og presenterer.

2.1.4 TRIANGULERING

En metode som kan tas i bruk for å sikre pålitelige resultater og konklusjoner er *triangulering*. Yin (2014) beskriver triangulering som at man benytter ulike informasjonskilder, undersøkelser, teorier eller metoder. Metoden baseres på at forskningens resultater består av flere kilder, og at troverdighet og gyldighet derfor blir styrket (Jacobsen, 2005). Det kan knyttes usikkerhet til resultater fra enkeltmetoder, men ved bruk av flere metoder som intervjuer, dokumentstudier, samtaler, litteraturstudier og lignende, kan troverdigheten og gyldigheten til resultatene fra enkeltmetodene styrkes gitt at resultatene samsvarer med hverandre. Derfor kan triangulering kompensere for enkeltmetoders svakheter i enkelte tilfeller (Yin, 2014).

2.1.5 ANALYSE AV KVALITATIVE DATA

Den kvalitative analysen av data har som mål å gjøre det mulig for en leser av forskningen å få økt kunnskap om saksområdet det forskes på, uten å selv måtte gå gjennom de data som er generert i løpet av prosjektet. Kvalitativ analyse krever intenst tankearbeid, sensitivitet for hva som finnes i empirien utover problemstillinger og forventninger, og en evne til å arbeide systematisk (Tjora, 2017).

Koding er første steg i analysen av kvalitative data, og holder fast ved ren induktiv strategi. Målet med koding er tredelt:

1. å ekstrahere essensen i det empiriske materialet,
2. å redusere materialets volum,
3. å legge til rette for idégenerering på basis av detaljer i empirien (Tjora, 2017).

Arbeidsmåten består av å starte med første *analysedatadokument*, det vil si intervjutranskripsjon, feltnotat, observasjonsnotat, eller lignende, og opprette *koder*. En kode i denne sammenhengen er et ord eller frase, en setning, et utsagn eller et avsnitt i dokumentet. Etter å ha kodet det første dokumentet, går man videre til neste dokument med de samme

opprettede kodene fra første dokument, og oppretter nye der det trengs. På denne måten jobber man seg gjennom alt generert materiale, som resulterer i en liste med koder som alle er generert induktivt med utgangspunkt i analysedata (Tjora, 2017).

Etter å ha fulgt prinsippene ovenfor, ender man opp med et betydelig antall koder. I neste trinn er det hensiktsmessig å gruppere disse kodene tematisk for å forme en struktur for analysen. Dette kalles kodegruppering, eller kategorisering, gjøres induktivt og består av å samle koder som har en innbyrdes tematisk sammenheng i grupper, samt å skille ut koder som anses som irrelevante (Tjora, 2010; Tjora, 2017). Som regel vil kodegruppene danne utgangspunkt for temaer i analysen. Dermed strukturerer dette arbeidet undersøkelsens resultatdel, som igjen kan ende opp som kapitler eller delkapitler i en rapport, oppgave eller avhandling (Tjora, 2017).

2.2 VALG AV METODE OG FORSKNINGSDESIGN

Jacobsen (2005) forklarer at man ved valg av metode bør velge det undersøkelsesopplegget som passer best til den spesielle problemstillingen for oppgaven. Dette innebærer at problemstillingen og tilhørende forskningsspørsmål langt på veg har lagt føringer for valg av undersøkelsesopplegg, tilnærming, innsamlingsmetode, valg av enheter, analyse og konklusjoner. Metodene som ble tatt i bruk i forsøket på å besvare forskningsspørsmålene er:

1. **Litteraturstudier** for å finne frem til relevant og kvalifisert litteratur innen fagfeltet, og som grunnlag for å diskutere funn fra den kvalitative datainnsamlingen.
2. **Case-studie** av prosjektet Boligutvikling i Bjørvika. I forbindelse med case-studiet gjennomføres:
 - I. **Intervjuer** for å samle erfaringer og meninger om VDC i prosjektering i Team Bispevika, som videre blir diskutert for å kunne legge frem forslag til optimalisering av VDC i prosjektering.
 - II. **Observasjonsstudier** av ICE-møter for å gi undertegnede et økt innblikk i praksisen på prosjektet og for å supplere funn fra intervjuer.
 - III. **Dokumentstudier** for å gi undertegnede tilgang på informasjon som best formidles skriftlig og å redusere belastningen på deltakere i forskningen fra Team Bispevika.

Busch (2013) skiller i hovedsak mellom et omfattende eller intensivt forskningsdesign. Ved et omfattende design vil ofte forskeren samle informasjon fra mange kilder, for eksempel gjennom en survey. Et intensivt design går mer i dybden og samler data fra et fåtall kilder, for eksempel gjennom intervjuer. Siden forskningsspørsmålene er relatert til ett prosjekt, reflekterer det valget av forskningsdesign – nemlig intensivt. Forskningsspørsmålene- og strategien reflekterer at forskeren har en induktiv tilnærming til forskningsarbeidet.

2.3 LITTERATURSTUDIE

2.3.1 GENERELT

En litteraturstudie er en kritisk analyse av et utvalg litteratur innen et gitt fagfelt. En slik studie kan typisk inneholde sammenfatning, klassifisering, evaluering og sammenligning av litteraturen som er undersøkt (Dalland, 2012). Det har blitt gjort litteraturstudier dreid rundt problemstilling og forskningsspørsmål presentert i introduksjonen. Formålet med litteraturstudier er å finne frem til relevant og kvalifisert litteratur innen fagfeltet. Litteraturstudiene legger et viktig grunnlag for innhenting av etablert teori innenfor det valgte fagområdet, og avdekker kunnskapshull og kjente problemer i dagens praksis (Dalland, 2012). Egnede litteratur har blitt brukt i arbeidet, og danner et grunnlag for undertegnede forståelse for temaet det forskes på, for innsamling av empiriske data og som sammenligningsgrunnlag for vurdering av resultater. En litteraturstudie er omfattende, og krever systematisk arbeid. Gjennomføring av studien er beskrevet i påfølgende delkapitler.

2.3.2 SØKEMOTORER

Google Scholar

Google Scholar er en gratis søkemotor som lar søkeren søke etter et stort utvalg litteratur, inklusiv avhandlinger, artikler, forskningsrapporter, med mer innen alle fagfelt. Søkemotoren er intuitiv og enkel i bruk. En kan sortere resultater etter relevans og dato, og søkeresultatene inkluderer et oppgitt antall siteringer tilknyttet hver publikasjon. Muligheten om å begrense søkeresultater basert på dato ble tatt i bruk. Det linkes til alle publikasjoner som oppgis, men det er i noen tilfeller krav for å få tilgang. I slike tilfeller ble publikasjonene forsøkt funnet i andre databaser, eksempelvis Oria. I tillegg til å tilby et stort antall publikasjoner, vil Google Scholar også vise til andre publikasjoner som kan relateres til søkeresultatene. Denne funksjonen ble stadig tatt i bruk, samt søkemotorens hjemmesider for ulike forfattere. Spesielt for anerkjente forfattere ble funksjonen brukt for å finne deres mest siterte og kjente publikasjoner. Google Scholar informerer også om publikasjonens kanal, til stor hjelp ved vurdering av kildens troverdighet.

En utfordring ved søkemotoren er at den samler et særdeles stort omfang av treff med varierende kvalitet. De mest anerkjente publikasjonene vises først, men det gjør de likevel ikke nødvendigvis best egnede for arbeidet. Mindre anerkjente publikasjoner, med potensielt mer relevans, var dermed vanskelige å finne frem til i Google Scholar.

Oria

Oria er en norsk database levert av BIBSYS etter oppdrag fra kunnskapsdepartementet. I tillegg til å ha tilgang på mye materiale publisert gjennom NTNU, så finnes publikasjoner fra andre opprinnelsessteder og tidsskrifter. Oria egner seg spesielt godt for det norske markedet, og er nyttig for å finne litteratur publisert av norske forfattere på norsk. Dette er gunstig da terminologien i fagområdet er forskjellig for ulike språk, og at man derfor kan dra spesielt godt nytte av norske publikasjoner. Oria gir tilgang til en rekke andre databaser så fremt man er logget inn som student ved NTNU. En kan sortere etter ulike typer materiale, hvorvidt publikasjoner er fagfellevurdert, nettbaserte eller fysiske dokumenter, ulike forfattere, utgivelsesår, språk, institusjoner, emner og en rekke andre kriterier. Oria er dermed oversiktlig og intuitivt i bruk. Oria kan forventes å gi betydelig færre søkeresultater, men kvaliteten vil trolig være desto høyere.

2.3.3 SØKEFUNKSJONER

Annet enn å bruke sorteringsfunksjonene til de ulike søkemotorene, er en nyttig søkefunksjon boolsk søketeknikk. Boolsk søketeknikk er kombinasjonssøking hvor man benytter seg av boolske operatører mellom søkeordene. Eksempler på disse er: AND, OR, NOT, ?, !, og *. Et par av disse har blitt tatt i bruk i tilfeller der det var hensiktsmessig.

2.3.4 VURDERINGSMETODE

Ved søk etter litteratur, har det blitt brukt ulike søkemotorer og søketeknikker for å kartlegge litteratur innen fagfeltet og for å finne frem til troverdige, nøyaktige og egnede kilder. Alle publikasjoner har blitt vurdert etter like kriterier. Vurderingen er todelt, der informasjon om publikasjonen og innholdet først blir vurdert, deretter troverdigheten, objektiviteten, nøyaktigheten og egnetheten. Det ble, etter å ha gjort forsøk med ulike søkeord i ulike søkemotorer, utarbeidet en metode for prekvalifisering av litteratur:

1. Vurdering av tittel
2. Vurdering av publiseringsdato
3. Vurdering av antall siteringer
4. Hvorvidt publikasjonen er fagfellevurdert
5. Vurdering av nøkkelord
6. Lesing av abstrakt
7. Lesing av konklusjon
8. Vurdering av publikasjonens forskningsmetode

Selv om det medfører et potensielt stort tap av egnede publikasjoner, ble for enkelthets skyld publikasjoner forkastet dersom én eller flere av disse punktene ble vurdert som ikke tilstrekkelige. Det førte på den andre siden til at vurderte publikasjoner med stor sannsynlighet kunne bli brukt i arbeidet.

2.3.5 KILDEKRITIKK

Selve kvalitetsvurderingen og vurderingen av relevans ble gjort i henhold til TONE-prinsippet (VIKO, 2018). Prinsippet går ut på å gjøre en vurdering av kildens troverdighet, objektivitet, nøyaktighet og egnethet.

Troverdigheten vurderes på bakgrunn av hvem som har forfattet publikasjonen, hvor den er publisert og hvorvidt den er vurdert av eksterne før publisering. Det ble undersøkt om publikasjonene var fagfellevurdert ved Norsk senter for forskningsdata. Som nevnt var dette et prekvalifikasjonskriterium, og ble ansett som en indikasjon på stor troverdighet. Alle publikasjoner ble også søkt opp i Scimago Journal and Country Rank (SCImago, u.å.).

Objektiviteten omhandler hvordan dataene i publikasjonen presenteres, hvor informativt det legges frem, hvor balansert det er og om forfatter har egne interesser annet enn å informere. Her ble som regel forfatters bakgrunn gransket, og om det var private aktører som bidro finansielt i arbeidet med publikasjonen. Publikasjoner med forfattere ansatte ved offentlige institusjoner og universiteter ble foretrukket og vurdert som objektivt fremstilt.

Graden av **nøyaktighet** handler om hvor godt metoder og resultater er presentert, hvor nye dataene er, samt hvorvidt funn og resultater er diskutert kritisk av forfatter selv. Iterative og anerkjente forskningsmetoder som ligger til grunn for de presenterte data og resultater ble foretrukket her.

Til slutt ble publikasjonens **egnethet** vurdert. Her gjøres en enkel vurdering av hvorvidt kilden kan og bør brukes i videre arbeid, og i hvilken grad. Det ble satt fokus på relevante temaer og funn gjort i de ulike publikasjonene som er godt egnet i videre arbeider.

2.4 CASE-STUDIE

2.4.1 GENERELT

En case-studie kan defineres som en empirisk undersøkelse av et moderne fenomen, eller case, i sanntid. Som metode kan case-studie benyttes i mange sammenhenger, eksempelvis gjennom undersøkelser av mennesker, organisasjoner, og sosiale- eller politiske hendelser. En case-studie begrenser seg ofte til en eller flere avgrensede geografiske områder, prosesser, sosiale kretser, eller enkelthendelser (Yin, 2014). For å få bedre innsikt i den valgte problemstillingen i praksis, samt for å kunne gjøre egne observasjoner og innsamling av data for besvarelse av oppgaven, ble det opprettet kontakt med AF Gruppen gjennom sommerjobb i 2018. AF Gruppen sa seg villige til et samarbeid, der de skulle stille til intervjuer både for prosjekt- og masteroppgaven i forbindelse med prosjektet i Bispevika. De tilbød også undertegnede en rekke besøk på caseprosjektet, som ga god innsikt i prosjektets virksomhet og kjennskap til deltakerne. Det ble underskrevet en standardavtale om utføring av masteroppgave i samarbeid med bedrift i januar 2019. Videre vil metoder tatt i bruk for innsamling av data fra caseprosjekt bli presentert.

2.4.2 INTERVJUER

Generelt

Intervjuer er underlagt kvalitative metoder, og utføres ved at en eller flere *intervjuere* stiller en eller flere *intervjuobjekter* spørsmål for å samle inn data i forbindelse med forskning. Intervjuer kan utføres på ulike måter etter behov, og vil være situasjonsbestemte. Intervjuer kan deles inn i tre grupper basert på struktur (Tjora, 2010): Strukturerte intervjuer, semi-strukturerte intervjuer og ustrukturerte intervjuer.

Strukturerte intervjuer baserer seg på en fastsatt struktur der den som intervjuer har en forberedt liste med spørsmål. Alle intervjuobjekter vil bli stilt de samme spørsmålene, og det vil være liten grad av frihet til å bevege seg utover de konkrete stilte spørsmålene. Ved en slik form skal det være lettere å sammenligne innhentede data fra ulike intervjuobjekter. *Semi-strukturerte intervjuer* vil i større grad gi intervjuobjektet muligheten til å avgi svar utenom det spørsmålet som blir stilt. Her er ofte formen på spørsmålene lagt opp på en slik måte at intervjuobjektene utgreier mer rundt spørsmålet. Dette lar intervjuobjektet komme med egne erfaringer og tanker, og gir mulighet til å tilpasse intervjuet til den enkeltes utgangspunkt. *Ustrukturerte intervjuer* forløper seg i større grad som en samtale. Intervjuformen er svært fleksibel, noe som gir intervjuobjektene mulighet til å drøfte egne tanker og tolkninger i stor grad. Denne formen kan medføre utfordringer ved sammenligning av ulike intervjuer (Tjora, 2010).

Valg av intervjuobjekter

Alle intervjuobjekter som ble intervjuet i forbindelse med oppgaven har direkte tilknytning til caseprosjektet, og er underlagt Team Bispevika. Intervjuobjektene er ansatt i AF Gruppen og Norconsult. I den tidlige fasen av forskningsarbeidet ble det valgt å intervju aktører med ulik tilknytning til prosjekteringsprosessen i caseprosjektet. Dette for å gi et helhetlig bilde av erfaringer deltakende i prosjektet har gjort seg, for å bli kjent med ulike aktørers rolle i tilknytning til prosjekteringen og for å få et bedre innblikk i prosjektets virksomhet generelt. Intervjuobjektene hadde forskjellige roller, erfaringer, utdanning og innflytelse på prosjektet, og ga samlet sett et godt bilde av de faktiske forholdene. Effekter av prosjekteringsarbeider oppstår på flere nivåer i et prosjekt, og det ble dermed tatt et bevisst valg med hensyn til vertikal variasjon i organisasjonshierarkiet. Intensjonen var å dekke perspektiver fra direkte involverte i prosjekteringsarbeider, samt toppledelse og andre aktører med indirekte tilknytning til prosjekteringsarbeider. Slik variasjon medfører at de direkte involverte bidrar med egne erfaringer direkte tilknyttet prosessen, mens de utenforstående, indirekte involverte i større grad omtaler erfaringene andre har, og hvilke effekter de opplever av prosjektering. Dermed er intervjuobjektene å regne som både *respondenter* og *informanter*, i henhold til Jacobsen (2005).

I de senere faser av forskningsarbeidet ble det utelukkende valgt intervjuobjekter i direkte tilknytning til prosjekteringen. Dette for å gi mer utdypende svar og deling av erfaringer som var nyttige for å besvare detaljene ved forskningsspørsmålene, og for å gi et enda bedre grunnlag for analysen av resultatene.

Valg av intervjuobjekter har i tillegg avhengt av tilgjengelighet blant deltakende i caseprosjektet, og råd fra kontaktpersoner i AF Gruppen. Det har tidvis vært tett kommunikasjon med flere involverte i prosjektet som har tipset om intervjuobjekter relevante for oppgaven. Dette viste seg å være til stor hjelp, da undertegnede ble satt i kontakt med aktører det tidligere ikke var kjennskap til. Tabell 3 viser en oversikt over intervjuobjektene som ble intervjuet i forbindelse med forskningsarbeidet i samme rekkefølge som intervjuene ble gjennomført. Intervjuobjekter som viste seg å være særdeles interessante for oppgaven ble intervjuet flere ganger. Intervjuobjektene er ikke navngitt av hensyn til anonymitet.

Tabell 3 - Oversikt over intervjuobjekter

Intervjuobjekt nr.	Stilling	Bedrift
1	Prosjektleder	AF Gruppen
2	Prosjektleder tekniske fag	AF Gruppen
3	Anleggsleder	AF Gruppen
4	Prosjekteringsleder/Prosjekteringsgruppeleder	AF Gruppen
5	Prosjekteringsgruppeleder	Norconsult
6	Prosjekteringsleder/Prosjekteringsgruppeleder	Norconsult
7	Utviklingsleder	AF Gruppen
8	Utviklingsleder/Prosjekteringsleder	AF Gruppen

Struktur

Det ble ansett som hensiktsmessig å gjennomføre semi-strukturerte intervjuer. Likevel, skulle det vise seg at formen tidvis grenset til ustrukturerte, åpne samtaler. Jacobsen (2005) understreker at åpne, individuelle intervjuer passer godt når relativt få enheter undersøkes, og når man er interessert i hva det enkelte individ sier. Denne tilnærmingen stemmer godt overens med utgangspunktet undertegnede hadde for oppgaven. Det har vært begrensede ressurser tilgjengelig for å undersøke et stort antall enheter, og det antas å være noe variasjon blant enhetene. Det ble derfor satt fokus på å få de ulike intervjuobjektene til å dele mest mulig av sine erfaringer rundt problemstillingen, og det oppstod tidvis digresjoner. Digresjonene bidro til å kaste lys over problemstillingen på forskjellige måter, og intervjuene kan samlet sies å være representative for prosjektet som helhet. Spørsmålene ble forsøkt formulert åpne da det var hensiktsmessig. Strukturen intervjuene ble gjennomført med er altså i tråd med hensikten og mulighetene semi-strukturerte intervjuer gir.

Forberedelser

Det ble utarbeidet en intervjuguide, vedlagt i VEDLEGG 1 - INTERVJUGUIDE, i samråd med veileder ved instituttet og kontaktperson i AF Gruppen, som ble revidert etter innspill og råd. Da intervjuguiden tilfredsstilte de krav som ble stilt, og var utformet slik at den skulle kunne besvare relaterte forskningsspørsmål, ble det sendt ut en forespørsel om intervju til intervjuobjektene via mail. Intervjuguiden ble tilpasset de ulike respondentene, basert på erfaringene som ble gjort i de tidlige fasene av forskningsarbeidet. Forespørselen inneholdt informasjon om undertegnede, arbeidet, forskningsspørsmål og rammene for intervjuet. Respondentene ble tilbudt å få oversendt intervjuguiden på forhånd. Samtlige som ble forespurt lot seg intervjuer. Utstyr til å dokumentere intervjuene ble også testet og kontrollert i forkant for å forsikre at det skulle fungere som normalt.

Forventninger

Intervjuene ble gjennomført i den forventning at respondenter ga reelle svar etter beste evne, basert på deres oppriktige oppfatning av spørsmålene og det aktuelle temaet. Det ble også forutsatt at svarene som ble gitt kunne være påvirket av respondentens posisjon, erfaring og interesse for temaet. Personer i stillinger sterkt tilknyttet prosjekteringen var antatt å ha særlig gode forutsetninger for å kunne gi presise svar, men potensielt mindre objektive på den andre siden.

Da innovative metodikker for effektivisering og økt samhandling i prosjektering står høyt på dagsorden hos de fleste aktører i byggebransjen, kan det tenkes at holdningene til eksempelvis VDC ville variere avhengig stilling i organisasjonshierarkiet. Det kan være grunnet kjennskapet til metodikkene og tilhørende verktøy, og respondentens personlige erfaringer og bakgrunn.

Gjennomføring

Samtlige intervjuer ble gjennomført ved fremmøte. Det ble tilstrebet å arrangere intervjuene på steder som var naturlige for intervjuobjektene, da stedet intervjuet arrangeres på kan ha en effekt på svarene som blir avgitt (Jacobsen, 2005). Dette, samt av praktiske årsaker, resulterte i at alle intervjuene ble gjennomført på brakkeriggen i Bispevika. At alle intervjuer ble gjennomført i likt format ble ansett som fordelaktig for undertegnede erfaring, og for bedre sammenlignbarhet i etterarbeidet. Alle intervjuer ble tatt opp med lydopptak etter samtykke.

Intervjuene forløp seg slik at undertegnede først ga en kort introduksjon om arbeidet og målet med intervjuet. Dette for å sette intervjuet i kontekst med forskningen som helhet. I det første intervjuet, ble det gjort et forsøk på å gå gjennom intervjuguiden kronologisk. Intervjuguiden viste seg å inneholde for mange spørsmål, og flere spørsmål som resulterte i gjentakende svar, eller som intervjuobjektet allerede hadde svart på. Det resulterte i at intervjuguiden ble revidert deretter. Det viste seg at intervjuguiden i størst grad var tilpasset aktører direkte tilknyttet prosjekteringen, eksempelvis prosjekteringsgrupeledere. Da spørsmål om prosessene som foregikk innad i prosjekteringsgruppa ble stilt til utenforstående, kunne det oppstå misforståelser og heller uklare svar. Dette ble det tatt høyde for i de neste intervjuene. Intervjuene ble tatt opp digitalt ved hjelp av smarttelefon, og PC ble benyttet for å notere stikkord, samt for å ha intervjuguiden tilgjengelig. Intervjuguiden ble brukt som en sjekklister heller enn en mal for intervjuenes forløp under intervjuer der informanten selv styrte samtalen mot interessante temaer. Det ble på denne måten avdekket en rekke funn som sannsynligvis ikke ville kommet frem ved å følge den planlagte agendaen. På den andre siden, kunne det føre til at intervjuobjektene styrte samtalen i stor grad og la føringene for hva de selv var interessert i å snakke om. Intervjuene ble gjennomført på mellom 40-70 minutter.

Etterarbeid

Etter endt intervju, ble det umiddelbart gjort kontroll av lydfil. Denne ble lagret både lokalt og eksternt i skytjeneste. Dataene ble deretter behandlet etter kort tid. De digitale opptakene ble *transkribert*, altså overført fra tale til lydskrift, som anbefales ved slike typer intervjuer (Tjora, 2017). Det bidro til å gjøre det lettere å finne tilbake til viktig informasjon når analysen skulle gjennomføres. Transkribering er på den andre siden svært tidkrevende, og tok til vanlig mange ganger lenger tid enn selve intervjuenes varighet. Det ble gjort vurderinger kontinuerlig i arbeidet med transkribering for å optimalisere måten intervjuene ble gjennomført på. Lydfiler og transkripsjoner ble slettet 6. juni 2019.

Dataanalyse

Etter at intervjuene ble transkribert, ble de kodet i kronologisk rekkefølge i henhold til Tjora (2017), som beskrevet i kapittel 2.1.5. Det ble gjort som en innledende systematisering og beskrivelse av innsamlede data. Kodingen bidro til å ekstrahere essensen i det empiriske materialet, reduserte materialets volum og la til rette for idégenerering på basis av detaljer i empirien. Det ble opprettet et dokument i Microsoft Excel som samlet kodene i kodegrupperinger/kategorier sortert etter de ulike intervjuobjektene. Det viste seg dog å være vanskeligere å kode og kategorisere de mer ustrukturerte intervjuene, da de oftere førte til nye kategorier som forskeren ikke hadde regnet med i utgangspunktet. Resultatet ble et sett kategorier som alle ble generert induktivt med utgangspunkt i analysedata. Det ble forsøkt å se sammenhenger mellom ulike kategorier for å begrense mengden informasjon å forholde seg til da data skulle analyseres. Datamaterialet ble tolket både som enkelterfaringer og satt i en større sammenheng. Kodegrupperingene/kategoriene la i stor grad føringer for resultatdelens struktur.

Det innsamlede materialet ble analysert ved hermeneutisk metode, i henhold til Jacobsen (2005). Det vil si at den kvalitative analysen vekslet mellom å trekke frem detaljer fra enkeltintervjuer og å se dette i lys av helheten for å kunne oppdage eventuelle mønstre eller avvik. Enkeltindividers oppfatninger og erfaringer har bidratt til å øke helhetsforståelsen, som igjen har påvirket hvordan man forstår enkelthendelser og detaljer.

2.4.3 OBSERVASJONSSTUDIER

Generelt

Enkelt fortalt, vil studier ved hjelp av observasjon fokusere på hva folk, organisasjoner eller grupper gjør, mens man i intervjuer studerer det folk sier. Slike studier er et eksempel på å generere kvalitative data. I prosess- og organisasjonsstudier er det ofte like relevant å studere selve arbeidspraksisen som hvordan de ansatte vil fortelle om den. Nettopp fordi arbeidet er *situert* har observasjoner stort potensial i slike studier, hvor det er selve arbeidet som utføres som er av interesse (Tjora, 2010). Prosjekteringsarbeider og ICE-sesjoner egner seg derfor godt for observasjonsstudier. I forbindelse med observasjonsstudiene har forskeren vært en *deltakende observatør*, som vil si at de som blir observert vet at forskeren er tilstede, men deltar ikke selv under sesjonene (Tjora, 2010). Sesjonene som ble observert skulle derfor gå sin naturlige gang uten påvirkning av forskeren.

Som en del av den kvalitative tilnærmingen ble det gjort observasjonsstudier av to ICE-sesjoner i caseprosjektet, i tillegg til at undertegnede observert et møte for erfaringsoverføring mellom byggetrinnene *Bispevika Nord* og *Bispevika Syd* kalt ”VDC i prosjektering – Kick-off Bispevika Syd”. Grunnet at antallet observasjoner er få, og at de derfor i seg selv ikke er representative for praksisen som helhet, er triangulering som metode tatt i bruk i henhold til Yin (2014). Det vil si at resultater fra observasjoner i forbindelse med forskningsarbeidet har blitt understøttet av resultater fra intervjuer og samtaler i for- og etterkant av observasjonene. Prosjekteringsgruppelederen som fungerte som møteleder ble intervjuet i etterkant av ICE-sesjonene. Møteleder for møtet i forbindelse med erfaringsoverføringen ble intervjuet flere ganger. Ingen funn som kun baserer seg på observasjoner har blitt ansett som troverdige og gyldige i seg selv, og er derfor ikke presentert i oppgaven. På denne måten, har triangulering kompensert for observasjonsstudienes svakheter.

ICE-sesjoner

ICE-sesjoner ble observert for å gi forskeren økt forståelse for møteformen og situasjonen deltakerne var i. Det ble rettet fokus mot gjennomføringen av sesjonene, beslutningsprosessene og dokumentasjonen av beslutningene som ble tatt. Observasjonene lot forskeren se deltakere som ble intervjuet i situasjoner de selv hadde snakket om. Det gjorde forskeren oppmerksom på detaljer og handlinger som deltakerne selv ikke hadde tolket eller vært oppmerksomme på. En annen fordel ved observasjon av ICE-sesjoner var å se hvordan beslutnings- og dokumentasjonsprosesser, omtalt i forbindelse med intervjuer, fungerer i praksis. Forskeren kunne benytte pausene i sesjonene på å stille oppklarende spørsmål for en bedre forståelse av det som foregikk.

ICE-sesjonene som ble observert ble avtalt med ansvarlig prosjekteringsgruppeleder i forkant av sesjonene. De ble avholdt i *Big Room* (samhandlingsrom) på brakkeriggen i Bispevika begge gangene. At sesjonene ble avholdt på samme sted, ga god avgrensning for observasjonsstudiene. Forskeren ble tilsendt agenda for sesjonene i forkant, som gjorde det mulig å forberede analysedokument tilpasset de ulike sesjonene. Analysedokumentet ble opprettet i Microsoft Excel, og hadde følgende kolonner:

1. Planlagt starttid
2. Faktisk starttid
3. Varighet
4. Agendapunkt
5. Deltakere
6. Målsetning
7. Forberedelser
8. Hva skjer?
9. Kommentar (hvem snakker, hvem er aktive/passive)
10. Hva ble besluttet, og av hvem?
11. Hvordan ble beslutningen dokumentert?

Kolonnenummer 1, 4, 5, 6 og 7 inngikk i den tilsendte agendaen, og ble utfylt i forkant av ICE-sesjonene. Resten av kolonnene ble tilført informasjon underveis i ICE-sesjonene, og ble renskrevet rett i etterkant. Det var spesielt nyttig å få innblikk i konteksten til hendelsene som skjedde, som analysedokumentet fanget opp. Det ble ikke benyttet lyd- eller videoopptak i observasjonene, da det ville medført mye etterarbeid ettersom sesjonene varte i om lag tre timer, og at analysedokument ble ansett som mer hensiktsmessig.

Sesjonene ble referatført på *SMART Board* av prosjekteringsgruppeleder, og oversendt til forskeren i pdf-format i etterkant av sesjonene. Det ble utarbeidet refleksjonsskriv basert på de tilsendte referatene og analysedokumentene i forbindelse med ICE-sesjonene. Analysedokumentene og refleksjonsskrivet ble oppdelt i kategorier med en teknikk lignende koding, og ble samlet i kategorier i det samme dokumentet som resultatene fra de andre forskningsmetodene. Dette bidro til bedre sammenlignbarhet og triangulering av resultater fra ulike forskningsmetoder.

VDC i prosjektering - Kick-off Bispevika Syd

Møtet ble holdt for å overføre erfaringer fra prosjekteringsprosessen fra det Team Bispevika omtaler som *Bispevika Nord* til *Bispevika Syd*, vist og forklart i kapittel 4.2.1 og 4.2.2. Formålet for møtet var erfaringsoverføring, definering av VDC i prosjektering av Bispevika Syd og gjennomgang av metoder. Møtet tok for seg planstruktur, ICE-sesjoner, BIM, optimalisering, målinger og vegen videre. Prosjekteringsgruppa bestod av ulike deltakere på Nord og Syd, og en slik gjennomgang ble ansett som hensiktsmessig.

Møtet omhandlet altså en rekke temaer relatert til problemstilling og forskningsspørsmål for denne oppgaven. Det ble derfor ført referat av undertegnede, og utsagn ble kodet og kategorisert på lik måte som intervjuene. Det kan forsvares ved at møtedeltakerne hadde konstruktive diskusjoner som var direkte tilknyttet oppgavens forskningsspørsmål, og belyste temaer som tidligere ikke var tatt for seg i forskningsarbeidet. På denne måten, kastet møtet lys over aspekter forskeren tidligere ikke hadde vurdert, og bekreftet funn fra tidligere intervjuer og observasjoner. Det ble utarbeidet et refleksjonsskriv i etterkant av møtet, til hjelp for tolkning av møtoreferatet. Utsagn og funn fra møtet ble ikke ansett som troverdige og gyldige i seg selv, men ble forsterket ved observasjoner og intervjuer i for- og etterkant, altså ved triangulering.

2.4.4 DOKUMENTSTUDIER

Dokumentstudier er en metode for generering av kvalitative data hvor det i hovedsak blir brukt dokumenter som er produsert for andre formål enn forskning. I all forskning har forskeren et ansvar for å redusere belastningen på deltakerne. Dokumentstudier kan bidra til dette. Ved å analysere ulike allerede eksisterende dokumenter kan en skaffe seg informasjon om saksforhold som er nedtegnet på bestemte tider og steder, med ulike formål (Tjora, 2010). Ofte er dokumenter benyttet som bakgrunnsdata, som har som hensikt å supplere til data fra for eksempel intervjuer og observasjoner. Dokumentene kan være case-spesifikke, generelle, fra medier eller de kan være forskningsdokumenter. Når dokumenter blir brukt som kilde, er det nødvendig at de settes i en kontekst for å opprettholde reliabiliteten og validiteten (Tjora, 2010). Forskeren ble oversendt en månedlig rapport utarbeidet av en prosjekteringsgruppeleder i Team Bispevika. Rapporten ble utarbeidet i forbindelse med vedkommendes Virtual Design and Construction-sertifisering ved Stanford, Center for Integrated Facility Engineering (CIFE), Project Production Institute (PPI). Sertifiseringen har blitt mer og mer anerkjent i norsk byggebransje for å gi innføring og kursing i VDC. Fem av intervjuobjektene i Team Bispevika hadde en slik sertifisering.

Den oversendte rapporten ble innsendt til CIFE i mai 2018, og inneholder blant annet kvantifiserte kontrollerbare målefaktorer, prosessmålinger- og målsetninger, nøkkelmålinger, oversikt over kostnadsbesparelser, diagrammer og grafer av målinger, møteplaner og mer for

caseprosjektet. Rapporten fungerte som et supplement til eksisterende kunnskap hos forskeren, la grunnlag for spørsmål som ble stilt under intervjuer og underbygget funnene gjort i forbindelse med de andre forskningsmetodene. Dokumentet har høy validitet, da det er direkte tilknyttet caseprosjektet og relatert til problemstillingen i forbindelse med forskningen. Relabiliteten er også god, men det må tas forbehold om at viktig informasjon kan ha blitt oversett og at dokumentet kan ha blitt tolket feil. Som for observasjonsstudiene, ble derfor ikke funn fra rapporten alene regnet som tilstrekkelige for å presenteres i resultatdelen i denne oppgaven. For å forsikre forskeren om at informasjon fra rapporten var gyldig, ble triangulering tatt i bruk. Rapporten er ikke lagt ved i denne oppgaven, og finnes ikke tilgjengelig på internett. Dette kan forsvares ved at rapporten kun fungerte som et supplement til allerede innhentede data eller at data fra rapporten ble understøttet og innhentet ved andre forskningsmetoder.

2.4.5 UFORMELLE SAMTALER

I tillegg til de beskrevne forskningsmetodene over, har det blitt gjennomført en rekke uformelle samtaler med ulike aktører under arbeidet med oppgaven. Innledningsvis var undertegnede mye i kontakt med veileder og andre professorer ved instituttet, samt kontaktperson i AF Gruppen. Dette var nødvendig for å forme problemstillingen mot et tema som er dagsaktuelt, og som AF Gruppen hadde interesse for. Videre har ansatte i AF Gruppen bidratt med tanker og erfaringer gjennom samtaler i person og mail for å forme oppgaven ytterligere. Samtalene er udokumenterte, og hadde varierende grad av relevans. De har bidratt til en økt forståelse og innsikt for hvordan AF Gruppen, og bransjen for øvrig, forholder seg til oppgavens tema, men vil ikke bli redegjort for videre i oppgaven. Undertegnede var også ved flere anledninger ute på byggeplassen i Bispevika, som ga utvidet forståelse for prosjektets omfang og var inspirerende for arbeidet med masteroppgaven.

2.5 EVALUERING AV METODEN

2.5.1 LITTERATURSTUDIER

Litteraturstudiene som ble gjennomført har lagt grunnlaget for teoridelen i masteroppgaven, og videre hvordan funn fra empirien har blitt tolket i teoretiske rammeverk. Litteraturstudiene bidro til å gi forskeren bakgrunnskunnskap, avdekke kunnskapshull for forskningsområdet og dermed forsikre forskeren om at den valgte problemstillingen er dagsaktuell. Det er benyttet litteratur fra bøker, rapporter, forskningsartikler og avhandlinger. VIKO (2018) og forelesninger ved NTNU la grunnlaget for valg av søkemotorer, søkefunksjoner, vurderingsmetode og kildekritikk, der det er spesielt lagt vekt på kildenes troverdighet, objektivitet, nøyaktighet og egnethet. Det er anvendt et stort kildegrunnlag i forbindelse med oppgaven. Følgelig øker oppgavens validitet (Yin, 2014). En betydelig andel av litteraturen som er benyttet er internasjonal, og derfor ikke nødvendigvis i samsvar med norsk bygge- og anleggsbransje. For å forsikre god validitet er internasjonal litteratur forsøkt knyttet opp mot norsk litteratur. Referanselisten sørger for at all litteratur er etterprøvbart, som gjør at litteraturens reliabilitet regnes som god. De mest troverdige og nøyaktige kildene ble brukt i størst mulig grad, mens svakere kilder ble brukt i mindre grad og ble sjekket opp mot antatt sterkere kilder. Litteraturen som er brukt samsvarer i det hele tatt med hverandre, og støtter oppom vurderingen om at teoridelen har god troverdighet. Publikasjonskanalene litteraturen ble hentet fra er for det meste anerkjente, og publikasjonene er alle utarbeidet med etablerte forskningsmetoder. De aller fleste er publisert på 2000-tallet. Publikasjoner tatt i bruk fra 1990-tallet er av spesielt anerkjent natur, forfattet av kjente forskere innen sitt fagfelt, og publisert gjennom troverdige kanaler.

Det innebærer likevel alltid en risiko å hente litteratur fra internett. Søkemotorene som ble tatt i bruk legger føringer for hvilke kilder som i det hele tatt ble vurdert, da antallet treff og sortering av treffene til en viss grad styres av søkemotorene selv. Det ligger en svakhet i antall søkemotorer som ble tatt i bruk. Selv om Oria og Google Scholar gir treff fra de mest anerkjente og troverdige publikasjonskanalene, kunne forskeren i større grad anvendt databaser som Scopus. Det ble brukt kilder som er referert til i litteratur som ble ansett som særdeles troverdig. Det kan bidra til å gi en ensidig fremstilling. Det er typisk enkelte forfattere som preger litteraturen innen ulike hovedtemaer i oppgaven, som forsterker ensidigheten. Grunnet avgrensningen av oppgaven, har store mengder litteratur blitt utelatt. Det kan ha bidratt til et mindre helhetlig teoretisk fundament i oppgaven, samt satt begrensninger for forskerens forståelse av temaene.

2.5.2 CASE-STUDIE

For å samle inn empiriske data til oppgaven ble det gjennomført et case-studie. Data ble i hovedsak innsamlet gjennom intervjuer, men også observasjons- og dokumentstudier.

Caseprosjektet har totalentreprise som gjennomføringsmodell. Prosjektet har i tillegg en rekke kontraktsbestemmelser, og består av aktører som byggherre, kunder, rådgivende ingeniører, utførende underentreprenører, leverandører og mange flere. Siden forskningsspørsmålene er relatert til ett prosjekt, er som nevnt det valgte forskningsdesignet intensivt. Her ligger også den største potensielle svakheten ved forskningen - nemlig at den baserer seg på ett prosjekt med et sett aktører og et vidt persongalleri, og at resultater derfor i liten grad kan generaliseres. På den andre siden, gjøres det funn som ikke nødvendigvis er casespesifikke, og som kan generaliseres. Det er disse funnene som presenteres i forslagene til tiltak for optimalisering i oppgaven. Størrelsen og omfanget, både med tanke på kontraktssummer og bygningsmasse, gjør at byggeprosjektet er svært komplekst, og kan ha redusert case-studiets representativitet. Valget av caseprosjekt kan likevel sies å forsikre god validitet, da prosjektet anvender VDC i utstrakt grad, og består av særdeles dyktig personell. Prosjektdeltakerne som ble intervjuet er kompetente innen VDC-metodikk, og flere er VDC-sertifiserte. Forskningsarbeidet har blitt gjennomført i henhold til anerkjent praksis, og reliabiliteten til case-studiet kan dermed vurderes som god. Som nevnt, er rapporten brukt til dokumentstudier fra caseprosjektet unntatt offentligheten, og dermed ikke sporbar og etterprøvbar for leseren. Det forsvares ved at data fra dokumentet alene ikke er presentert i resultatdelen.

Intervjuene som danner grunnlaget for mesteparten av den innsamlede dataen er gjennomført med relevant nøkkelpersonell, og har derfor god validitet. For å sørge for allsidige svar og økt pålitelighet, ble medlemmer fra et rådgivende firma intervjuet, samt personell indirekte tilknyttet prosjekteringsarbeidene. Tross intervjuguidens relativt åpne struktur som la til rette for semi-strukturerte intervjuer, kunne innsamlet data settes i rammeverk til teori fra litteraturen. Dette styrker oppgavens validitet. For å få bedre utbytte av observasjonsstudiene, og for at forskeren skulle kunne slå fast resultater kun basert på observasjon, burde forskeren deltatt i betydelig flere ICE-sesjoner. Forskeren har lite erfaring med innsamling av kvalitative data og forskningsmetodene som ble tatt i bruk, som kan ha ført til svakheter ved forskningsarbeidet.

En potensiell svakhet ved den anvendte metoden er at det ikke er samlet inn kvantitative data. Spørreundersøkelser genererer kvantitative data og ble vurdert i forbindelse med arbeidet. Det ble konkludert med at en slik undersøkelse ikke var hensiktsmessig da forskningen i større grad la vekt på deltakernes erfaringer, meninger og kunnskap. Det ble vurdert slik at svar ble gitt mer utdypende i forbindelse med intervjuer enn ved innsamling av kvantitative data. Med tanke

på det få antallet respondenter spørreundersøkelsen eventuelt var tiltenkt, gikk forskeren bort fra en slik metode.

2.5.3 ANALYSE AV KVALITATIVE DATA

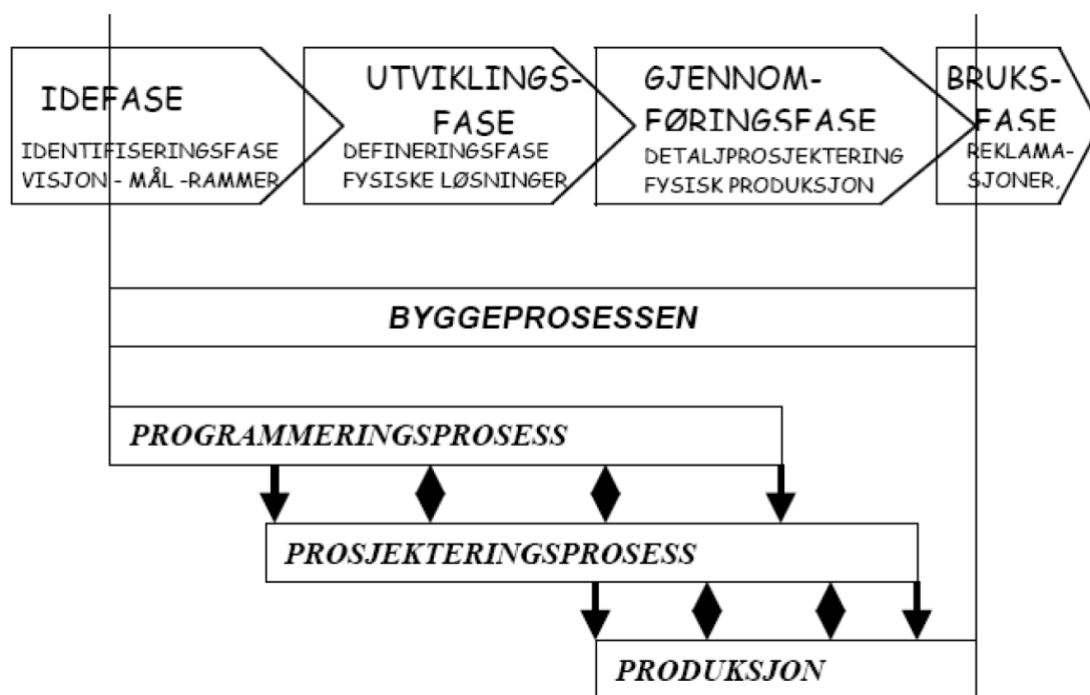
Ved analyse og tolkning av kvalitative data som intervjuer og observasjoner har forskeren en subjektiv rolle, som vist i Tabell 2. Det har likevel blitt forsøkt å verken fjerne eller legge til informasjon fra kvalitative data under analyse og tolkning, og å ta et så objektivt standpunkt som mulig. Da teoridelen vurderes som troverdig, og resultater stemmer overens med etablert teori, anses følgelig analysen som troverdig. Det er alltid rom for feiltolkninger av kvalitative data, selv om det er forsøkt unngått så langt det lot seg gjøre. Dette resulterer i at presenterte resultater, diskusjon, analyse og konklusjon ikke nødvendigvis reflekterer meningene til informanter og respondenter, og at undertegnede står til ansvar for det som presenteres i oppgaven.

3 TEORI

I dette kapitlet presenteres teori relevant for fagområdet det forskes på i forbindelse med oppgaven. Kapitlet presenterer relevant, innhentet teori fra litteraturen for å gi tilstrekkelig forståelse for videre presenterte resultater, og som rammeverk for diskusjon av resultatene fra den kvalitative datainnsamlingen. Teorien er strukturert etter det som er ansett som hensiktsmessig for teorikapitlenes innhold.

3.1 BYGGEPROSJEKTETS FASER OG PROSESSER

Et byggeprosjekt forløper seg i faser og prosesser. Byggeprosessen anses som den overordnede prosessen som utløper seg fra idéfase til bruksfase. En fase kan defineres som et utviklingstrinn, og beskriver hvor man befinner seg i byggeprosessen (Eikeland, 1998). Figur 2 viser tydelig fasenes sammenheng, og Eikelands (1998) definisjon av byggeprosessens overlappende kjerneprosesser: *programmering, prosjektering og produksjon*.



Figur 2 - Byggeprosessens generiske faser og prosesser (Eikeland, 1998)

Prosjekters livsløp kan deles opp i mange ulike faser, og faseinndelingen gjøres igjen på ulike måter. Det skyldes at norsk byggebransje ikke har en standardisert fasemodell og prosessmodell (Westgaard et al., 2010). Samset (2008) fordeler livsløpet til et byggeprosjekt i de tre hovedfasene *tidligfase*, *gjennomføringsfase* og *driftsfase* med underliggende faser. Figur 3 viser et eksempel på en slik faseinndeling. Grunnet mangfoldet av ulike definisjoner og overlapping av faser, er det ofte uklarheter knyttet til hvordan fasefordelingen skal forstås. Ulike varianter av faseinndelinger skyldes at inndelingen kan tilpasses hvert enkelt prosjekt, og dets tilhørende aktiviteter (Westgaard et al., 2010). Fasenormen ”Neste Steg” er beskrevet i neste kapittel. Den er ment for å være et felles rammeverk gjennomføring av norske byggeprosesser.



Figur 3 - Eksempel på faseinndeling (Westgaard et al., 2010)

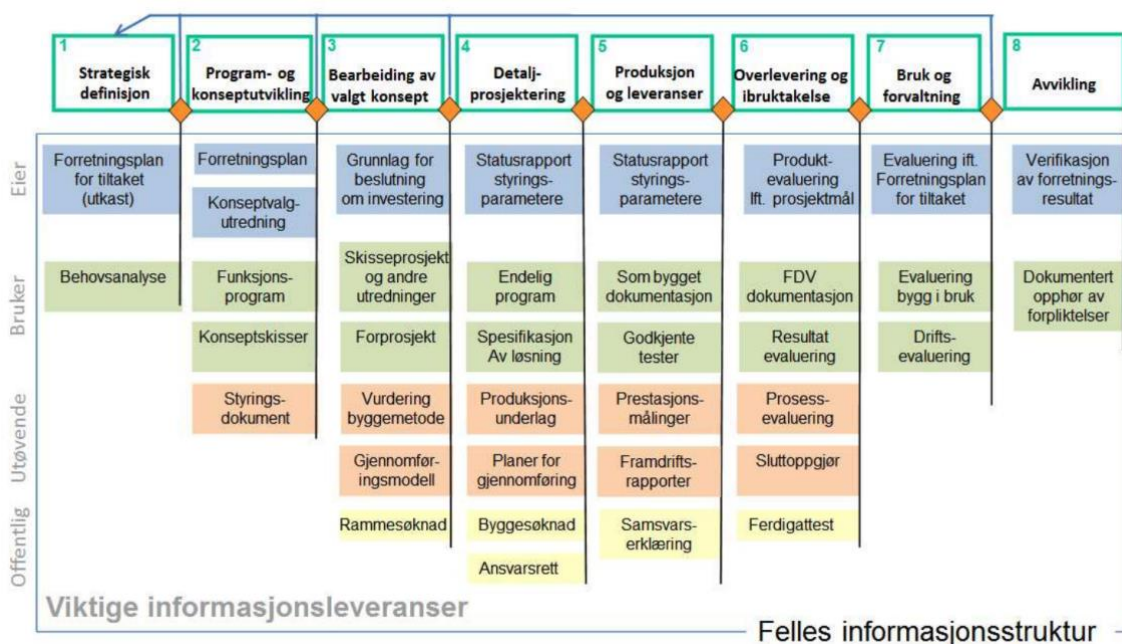
3.2 FASENORMEN ”NESTE STEG”

I dette kapittelet vil det bli presentert et rammeverk som beskriver byggeprosessen over tid, i åtte steg fra start til avvikling, i henhold til Bygg21 sin fasenorm (Tiltnes, 2016). Dette gjøres for å sette prosjekteringsprosessen og prosjekteringsledelsesfunksjonen i kontekst med byggeprosessen som helhet. Det vil bli lagt større vekt på steget som angår detaljprosjektering, som står sentralt i forbindelse med arbeidet forøvrig.

3.2.1 GENERELT

Fasenormen ”Neste Steg” er utviklet av Bygg21, og er ment for å være et felles rammeverk for gjennomføring av norske byggeprosesser. ”Neste Steg” skal belyse hvilken informasjon og beslutninger som er nødvendige i hvert steg. Den beskriver overganger og informasjonsleveranser mellom aktørene i verdikjeden i et byggeprosjekt (Tiltnes, 2016).

Rammeverket åpner for bruk av alle mulige gjennomføringsmodeller. Derfor benyttes ordet *steg* istedenfor *fase*. I følge veilederen for fasenormen, ligger faser låst etter hverandre. Stegene kan tas ett eller flere i slengen, og kan deles inn i større grad. De kan i prinsippet tas i den rekkefølge som er mest hensiktsmessig (Tiltnes, 2016). Figur 4 viser hovedtrekkene i ”Neste Steg”. Fire perspektiver er representert i ulike farger i figuren: eier-, bruker-, utøvende- og offentlig perspektiv.



Figur 4 - Hovedtrekk i "Neste Steg" (Tiltnes, 2016, s. 4)

Hensikten med "Neste Steg" er å øke forståelsen av byggeprosessen og effektivisere disse ved å klargjøre hvilke steg byggeprosessen må gjennom, og hvilken informasjon som må være tilgjengelig i overgangen mellom stegene. Rammeverket skal i følge veilederen lede til (Tiltnes, 2016):

- Bedre informasjonsflyt mellom aktørene.
- Øke produktivitet og verdiskapning.
- Øke forståelsen for ulike perspektiver og helheten.
- Felles begrepsbruk for bygg- og anleggsprosjekter.

3.2.2 PERSPEKTIVER

Som nevnt, er fire perspektiver bygget inn i fassenormen. Det første er **eierperspektivet**, som nødvendigjøres av at byggeprosessen er et investeringstiltak og skal tjene til sin hensikt. Med dette som fokus, står altså eierperspektivet til ansvar for å skaffe finansiering og de overordnede, forretningsmessige beslutningene. Eieren er ansvarlig for prosjektet, og representeres av en tiltakshaver i offentlige prosesser, byggherre i forhold til prosjektets aktører og oppdragsgiver til prosjektledelsen (Tiltnes, 2016).

Brukerperspektivet dekker mange ulike grupper – først og fremst *sluttbrukere*, men også de som drifter bygget eller eiendommen, utfører forvaltningsoppgaver og lignende. Brukerens kjernevirksomhet er å drive sunn forretning med sine ressurser. Funksjonaliteten og disponeringen av bygget eller eiendommen er blant de ressursene som avgjør hvor sunn

forretningsdriften blir. Brukeren er til vanlig i et formelt eller uformelt kundeforhold med eieren, som i utgangspunktet har bruksretten. Siden "Neste Steg" er generisk, gjør den ikke forskjell på om enkelte oppgaver i en leieavtale er ivaretatt av eieren ved forvaltningen av bygget (Tiltnes, 2016). Brukerne som aktører er tradisjonelt sett involvert i tidlig fase for å identifisere behovet og finne riktig løsning. "Neste Steg" åpner for brukermedvirkning i alle åtte steg, og påpeker at dette perspektivet står sentralt i alle steg uavhengig av organiseringen av prosjektet (Tiltnes, 2016).

Det utøvende perspektivet omfavner de som utfører produksjonsoppgavene i utredning, prosjektering eller bygging. I det utøvende perspektivet anses tiltaket som et produksjonsapparat – en organisasjon som skal gjøre ressursene om til et resultat på en effektiv måte. Dette perspektivet er spesielt avhengig av å lykkes med å skape god informasjonsflyt, og et godt samspill mellom partene. De utøvende hyres inn av eieren, og skal produsere et resultat som har rett funksjonalitet for brukerne (Tiltnes, 2016). "Neste Steg" har bevisst fremstilt dette punktet uten detaljer for hvem det består av, men påpeker at tradisjonelle aktører er prosjekterende, leverandører og ulike tjenesteleverandører. I tråd med den generiske modellen, er det åpnet for en hvilken som helst gjennomføringsform eller entreprisemodell for de utøvende (Tiltnes, 2016).

Det offentlige perspektivet representerer samfunnets behov for å ivareta fellesskapets interesser. Perspektivet kommer hovedsakelig til syne gjennom de offentlige planprosessene i henhold til Plan- og bygningsloven, godkjenningprosesser og tekniske regelverk og konsesjonsprosesser. Prosessene definerer derfor rammebetingelser for investeringstiltaket og prosjektgjennomføringen. Dette perspektivet favner altså om aktører som ikke er en del av prosjektet, men som likevel har avgjørende betydning for utfallet (Tiltnes, 2016).

3.2.3 PROSESSER

"Neste Steg" skiller på *kjerneprosesser* og *ledelsesprosesser*. Kjerneprosessene omhandler *utviklingen* av investeringstiltaket fra behov til effekt, mens ledelsesprosessene er nødvendige for å kunne *gjennomføre* tiltaket eller prosjektet (Tiltnes, 2016).

Kjerneprosesser er overordnede oppgaver som inngår i hvert steg. De beskriver ofte faglige bidrag innenfor hvert av de fire perspektivene, som forklart over. I tillegg beskriver de hvilke leveranser som er nødvendige for å starte hvert steg, og hvilke leveranser hvert steg resulterer i. Eksempler på kjerneprosesser er for:

- eierperspektivet: utvikling og videreformidling av forretningsplanen for tiltaket.
- brukerperspektivet: utvikling av behov og krav, samt omsetting av disse i en spesifisert og bygget løsning.
- utøvendeperspektivet: dannelsen, vedlikeholdet og oppløsningen av en velfungerende prosjektorganisasjon (Tiltnes, 2016).

Ledelsesprosesser er planleggings-, koordinerings- og styringsoppgaver som må ivaretas på en god måte for å løse kjerneprosessene etter hensikten. De knyttes ofte til utøvendeperspektivet, og benyttes i fasenormen til å sette fokus på noen helt avgjørende temaer for en vellykket byggeprosess. Blant de viktigste ledelsesprosessene i denne sammenhengen, som går på tvers av alle stegene, er planleggingsprosesser, anskaffelsesprosesser og kommunikasjons- og informasjonsprosesser (Tiltnes, 2016).

3.2.4 STEG 4 - DETALJPROSJEKTERING

Veilederen for ”Neste Steg” beskriver en praktisk anvendelse av alle de åtte stegene i fasenormen. Fremstillingen viser på hvilken måte de ulike perspektivene involveres i ulike steg, men ikke hvem som utfører ulike oppgaver. Tabell 4 viser blant annet formålet, kjerneprosesser og ledelsesprosesser for Steg 4 – Detaljprosjektering. Tabellen er inkludert for å gi innblikk i formålet, kjerneprosesser og ledelsesprosesser ved detaljprosjektering, som er steget som er studert i forbindelse med caseprosjektet.

Veilederen påpeker at ulike bedrifter og organisasjoner benytter standardiserte inndelinger av prosjektfaser, med beslutningsporter og inndeling av roller. I annen litteratur vil dermed eksempelvis Steg 4 – Detaljprosjektering gå under begreper som *prosjektering*, *prosjekteringsfase*, *design*, *detaljprosjektfasen* og lignende, og ofte inngå i disse som en kombinasjon med andre delprosesser-, oppgaver- eller faser. Intensjonen med ”Neste Steg” er blant annet å danne en felles referanseramme som er generisk og anvendbar på tvers av hele bransjen i bygge- og anleggsprosjekter (Tiltnes, 2016).

Tabell 4 - Steg 4 - Detaljprosjektering (Tiltmes, 2016, s. 19)

STEG 4 – DETALJPROSJEKTERING	
Formål: Utvikle tilstrekkelig detaljert og kvalitetssikret arbeidsunderlag slik at sikker og rett utførelse er mulig.	
Typisk input: Vedtatt løsning (omfang) og gjennomføringsstrategi med tilhørende kostnad, tidsplan, kvalitet og usikkerhet. Leverandørers detaljerte system- og produktinformasjon.	
Kjerneprosesser	
Eierperspektivet	Sørge for at nødvendige ressurser og kompetanse er på plass for å sikre at prosjektet kan utvikles i henhold til forretningsplan og sikre at gevinstene kan realiseres. Ta nødvendige beslutninger underveis.
Leveranser	Prosjektplan for produksjon, overlevering og ibruktakelse. Oppdatert forretningsplan.
Brukerperspektivet	Sikre at krav og behov er ivarettet i prosjekteringen. Forberede systematisk ferdigstillelse.
Leveranser	Spesifikasjon av løsning (arbeidsunderlag)
Utøvendeperspektivet	Klargjøre hva som skal utføres og hvordan (utførendes mobiliseringsfase). Sikre ressurstilgang.
Leveranser	Produksjonsunderlag, planer for kvalitet, tid og gjennomføring.
Offentlig perspektiv	Avklare ansvar og sikre samsvar mellom prosjektert løsning og premisser.
Leveranser	Ansvarsrett, byggesøknad, samsvarserklæring (Prosjektering)
Viktige hjelpeprosesser: Oppdatere gjennomførings-strategi inkludert strategi for overlevering og risikohåndtering. Oppdatere prosjektets gjennomføringsplan, byggestrategi inkludert rekkefølge og SHA-plan. Utarbeide byggesøknader og gjennomføre 3. parts kontroller.	
Ledelsesprosesser	
Planlegging	Oppdatere prosjektplanen. Følge opp prosjekteringsplanen. Etablere en produksjonsplan.
Anskaffelser	Oppdatere innkjøpsstrategien. Planlegge og etablere produksjons- og leveranseteamet. Kontraktsoppfølging.
Kommunikasjon	Bruke strategien for kommunikasjon og informasjonshåndtering, med revisjoner etter behov. Komplette BIM for koordinering, kollisjonskontroll, fremdriftssimulering (4D) og kostnadskontroll (5D).
Utsjekk for bærekraft - Økonomi	Detaljert kostnadsestimat investering og drift basert på konkrete avklaringer.
Utsjekk for bærekraft - Miljø	Lage avfallsplan for prosjektet. Sjekk at detaljer vedrørende bygningsfysikk er gjennomgått med hensyn til lufttetthet, kuldebroer og lignende.
Utsjekk for bærekraft - Sosialt	Prosjekttere inn sikkerhet for bygging og drift i løsningene. Sørge for universell utforming.
Typisk output: Riktig og omforent underlag for å produsere tiltaket til rett kvalitet og tid. Tilstrekkelig detaljert plan for gjennomføring.	
Kommentar/eksempler: I dette steget skal det produseres underlag for produksjon. Dette gjøres av rådgivere og/eller leverandører. I en utførelsesentreprise lages underlaget ferdig som BIM eller beskrivelse og tegninger som entreprenørene priser. Ideelt sett er disse tegningene så komplett at de kan bygges etter, men vanligvis må de justeres slik at de stemmer med entreprenørenes valg av utstyr og metode. I en totalentreprise eller en samspillsentreprise lages produksjonsunderlaget i tett samarbeid med underentreprenørene og leverandørene. I totalentrepriser overlates ansvaret for koordinering til totalentreprenøren.	

3.3 PROSJEKTERINGSLEDELSE FUNKSJONEN

I dette kapittelet vil det bli redegjort for prosjekteringsledelse generelt, hva prosjekteringsledelse funksjonen har som oppgave å utføre i et prosjekt og hvilke aktører den typisk består av. Det vil bli presentert ulike definisjoner og rammer for hva funksjonen innebærer.

Meland (2000) definerer prosjekteringsledelse som ledelse av den prosessen med å lansere konseptuelle ideer og bearbeide den valgte idé til et ferdig, immaterielt produkt i form av tegninger, modeller, beskrivelser og lignende. Han beskriver prosjekteringsledelse som en prosjektlederfunksjon med spesielt ansvar for delprosessen prosjektering, der teknologi-/designledelse er det sentrale funksjonsområdet. Nøkkelbegrepene i den prosessen som skal ledes er samordning og balansering med hensyn til:

- bygningens utforming
- planlegging for bruken
- produksjonsforberedelsen
- planlegging av bygningens videreutvikling.

Arbeidsoppgaven er i hovedsak knyttet til samordning av de ulike bidragsyterne i prosjekteringsprosessen: arkitekt, ulike tekniske rådgivere, bygningsmyndighetene, byggherre og leverandører og entreprenører avhengig av entreprisform.

Funksjonen prosjekteringsledelse omfatter i følge Meland (2000) både en byggherreintern funksjon som prosjekteringsleder (BH-PRL) og en prosjekteringsgruppetilknyttet funksjon som han kaller prosjekteringsgruppeleder (PGL). Prosjekteringsledelse beskrives som en prosjektlederfunksjon for delprosessen prosjektering. Derfor inngår i følge Westgaard et al. (2010) planlegging, organisering, styring mv, som er vanlige prosjektledelsesfunksjoner, som en del av prosjekteringsledelsesfunksjonen. Innholdet i ledelsesfunksjonen prosjekteringsledelse omfatter i følge Meland (2000) følgende:

- generell ledelse
- generell prosjektledelse
- generell teknologiledelse
- byggeprosessstilpasset ledelse.

Det legges til grunn at produktutvikling og design er overlappende begreper og at arkitektens designarbeid også inngår i teknologibegrepet. I følge Westgaard et al. (2010) skal prosjekteringsgruppelederen håndtere styringsområder som arbeidsomfang og endringer, økonomi, fremdrift, kvalitetssikring og prosjektintegrering.

Eikeland (1998) understreker at arkitektrollen tradisjonelt sett har skilt seg fra de øvrige prosjekterende ved at arkitekten har hatt en koordineringsfunksjon i forhold til de tekniske fagene, og et ansvar for helheten. Han forklarer at spesialiseringen innenfor de tekniske fagene har økt i de senere år, og at det derfor har blitt et økende behov for samordning av prosjekteringen. Ettersom grensesnittene mellom de ulike disiplinene har blitt mer omfattende og avhengig av hverandre, både rent fysisk og teknisk, men også når det gjelder bygningens egenskaper og kvaliteter i forhold til drift og bruk, har det dannet seg et større behov for koordinering og samhandling. Koordineringsbehovet gjelder også fremdriften av prosjekteringsarbeidene, som blir et økende problem med krav om stadig raskere gjennomføring av byggeprosessene (Eikeland, 1998). Videre definerer Eikeland rollen som prosjekteringsleder ved at den omfatter samordning av de ulike fagene som utfører prosjekteringsarbeidet både med hensyn til prosjekteringsløsninger og når det gjelder fremdriften av prosjekteringsprosessen.

Som nevnt har arkitekten per tradisjon ivaretatt rollen som prosjekteringsleder, med bakgrunn i den helhetsforståelse og kompetanse som arkitektutdanningen har skullet gi. I de senere år har heller aktører som bygningsingeniører blitt brukt til å ivareta prosjekteringsledelsen. Bygningsingeniørene har vært antatt å ha tilstrekkelig teknisk innsikt til å kunne ivareta koordineringen, samtidig som egne faglige interesser ikke er så tungtveiende som de interessene og verdiene arkitekter er opplært til å prioritere. På den andre siden, påpeker Eikeland at det er klart at helhetstenking er viktigere i arkitektutdannelsen enn i utdanningen for de mer spesialiserte ingeniørfagene (Eikeland, 1998).

3.4 KOMMUNIKASJON

Kommunikasjon er selve driveren i et byggeprosjekt. Det er viktig at informasjonen treffer den den er tiltenkt, og i et format som er best egnet den spesifikke informasjonen som kommuniseres (Dammerud, 2017). Dette kapitlet omhandler kommunikasjonskanalers egenskaper, synkron og asynkron kommunikasjon og kommunikasjonskanalers rikhet og effektivitet. Kapitlet er sentralt for å danne et rammeverk for vurdering av kommunikasjons- og dokumentasjonskanaler som tas i bruk i prosjektering i Bispevika.

3.4.1 KOMMUNIKASJONSKANALERS EGENSKAPER

En kommunikasjonskanal er den konkrete formidlingsvegen for budskapet, eksempelvis telefon, e-post og lignende (Østby-Deglum et al., 2013). Ulike kommunikasjonskanaler har forskjellige egenskaper. Reinertsen (1997) deler i hovedsak egenskapene i fire kategorier: *sanntid*, *automatisk sporbarhet*, *tidsfordeling* og *effektivitet* (eng: real time, self-documenting, leveraged og bandwidth).

Kommunikasjonskanaler med egenskapen **sanntid** kjennetegnes ved at mottaker mottar informasjonen umiddelbart, og opptrer for det meste i muntlige kanaler. **Automatisk sporbarhet** er en egenskap som gjør at informasjon som blir kommunisert lagres automatisk, typisk i et skriftlig dokument eller i en modell, og kjennetegnes av at informasjonen er sporbar. Kommunikasjonskanaler uten denne egenskapen, kan tilføres sporbarhet ved bruk av referater (Gresseth, 2016). Reinertsen (1997) forklarer videre **tidsfordeling** som forholdet mellom tiden som brukes av avsender og mottakere i informasjonsutveksling. Ved bruk av eksempelvis e-post, kan dette forholdet vise seg å være nokså ujevnt. Hvis avsender av en e-post med mye informasjon sender den til flere mottakere, vil det totalt sett ta mer tid for mottakerne å lese meldingen enn for avsender å sende den. Selv om det kan oppleves som fordelaktig for avsender, så fører det ofte til en overbelastning av informasjon til mottakerne, spesielt hvis mottakerne mottar mange slike e-poster på kort tid. Derfor oppfordres det til, ved bruk av kommunikasjonskanaler som tillater ujevn tidsfordeling, at avsender er oppmerksom på hvor mange mottakere som inkluderes i meldingen (Gresseth, 2016). **Effektivitet** i denne sammenhengen er i følge Reinertsen (1997) mengden informasjon som overføres per tid. Kommunikasjonskanaler med denne egenskapen krever ofte større tid til forberedelse av informasjonen som skal formidles i forkant, og noen kanaler viser seg å være mye mer effektive enn andre. Tabell 5 viser eksempler på kommunikasjonskanaler og deres egenskaper.

Tabell 5 - Kommunikasjonskanaler og deres egenskaper (Reinertsen, 1997)

Kanal	Sanntid	Automatisk sporbarhet	Ujevn tidsfordeling	Effektiv
Møter	•			•
Telefon	•			
E-post		•	•	
Skriftlige dokumenter		•	•	
Tilfeldige møter	•			•

Emmitt (2007) og Gresseth (2016) skiller mellom *synkron* og *asynkron* kommunikasjon som vist i Tabell 6.

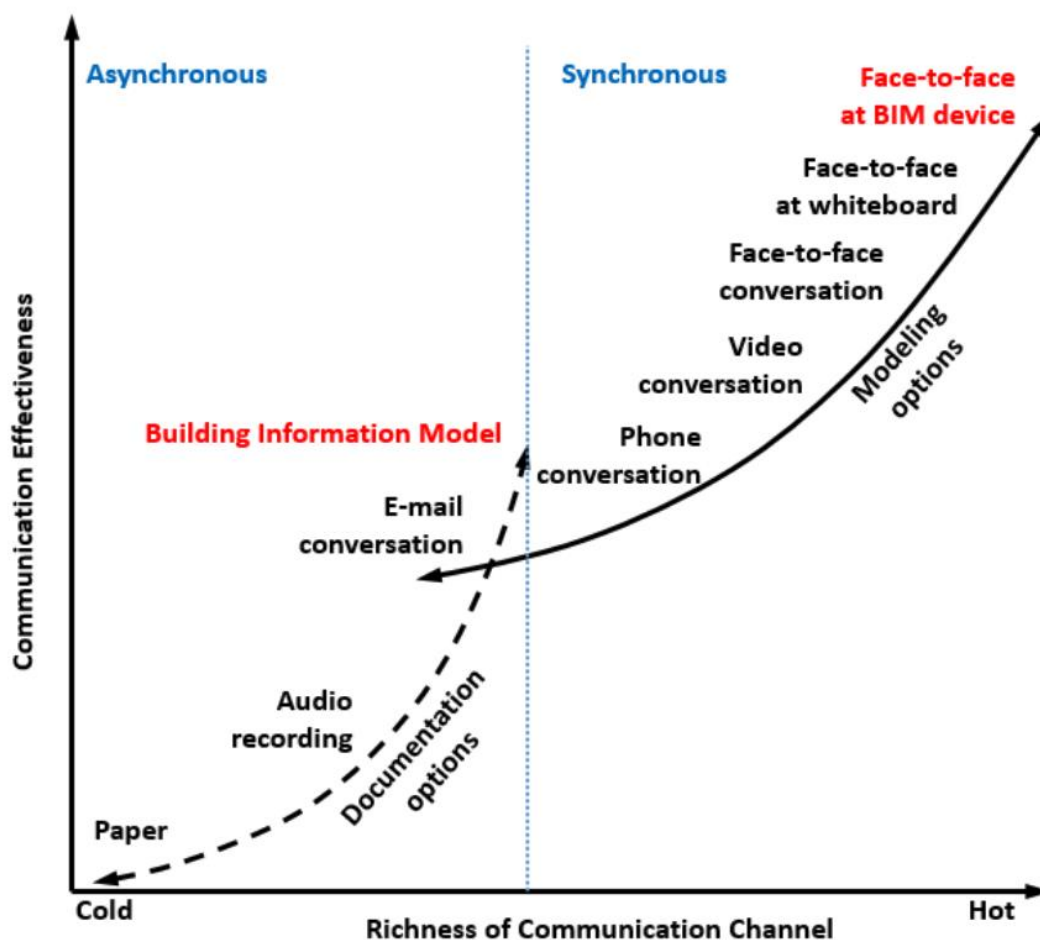
Tabell 6 - Synkron og asynkron kommunikasjon (Emmitt, 2007; Gresseth, 2016)

Begrep	Forklaring
Synkron kommunikasjon	<p>Sender og mottaker av informasjon kommuniserer med direkte kontakt i sanntid. Mottaker kan respondere avsender umiddelbart. Eksempelvis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dialog ansikt-til-ansikt • Møter • Telefon- eller videokonferanser
Asynkron kommunikasjon	<p>Kommunikasjonen foregår ikke samtidig. Informasjon som formidles kan besvares senere. Asynkron informasjon må ofte bearbeides av partene før den kan sendes. Eksempelvis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Brev • E-post • Prosjekthotell

Asynkron kommunikasjon opptrer mer i formelle sammenhenger enn synkron kommunikasjon, og egner seg best til formidling av detaljrik informasjon. På den andre siden er asynkron kommunikasjon mer tidkrevende enn synkron, og dermed ufordelaktig i hastesaker. Synkron kommunikasjon tilrettelegger for kontinuerlig dialog mellom avsender og mottaker, og egner seg godt til tvisthåndtering. Synkron kommunikasjon oppfattes som en lettere metode for å få frem budskapet riktig, særlig fordi mottaker kan stille spørsmål og kommentere underveis som informasjonen blir formidlet (Gresseth, 2016). Emmitt (2007) understreker at et godt fungerende kommunikasjonssystem kjennetegnes av et balansert forhold mellom synkrone og asynkrone kommunikasjonskanaler.

3.4.2 KOMMUNIKASJONSKANALERS GODHET

Effektivitet i kommunikasjon er som nevnt definert som mengden informasjon som overføres per tid. Cockburn (2003) definerer også *kanalrikhet* som hvor godt kommunikasjonskanalen overfører informasjonens mengde og kompleksitet. Figur 5 viser typiske kommunikasjonskanalers grad av rikhet og effektivitet, samt Emmitts (2007) definisjon av synkrone og asynkrone kommunikasjonskanaler. Kanaler som kun tillater enveis informasjonsoverføring er plassert langs den stiplede linjen, mens kanaler som tillater toveis kommunikasjon utveksling er representert langs den heltrukne linjen.



Figur 5 - Ulike typer kommunikasjonskanalers rikhet og effektivitet (Svalestuen et al., 2017)

Cockburn (2003) forklarer at de asynkrone kommunikasjonskanalene, der informasjon overføres i skriftlig format, er ansett som svakest da meldingen er skriftlig og mottakeren ikke har mulighet til å svare umiddelbart. Skriftlige meldinger er også blottet for kroppsspråk, tonefall og lignende, og kan forårsake misforståelser (Gresseth, 2016). De synkrone kommunikasjonskanalene består blant annet av e-post, telefonsamtaler og møter ansikt-til-ansikt. Disse kanalene er ansett som gode, og er vanlige i moderne byggeprosjekter (Gresseth, 2016). Cockburn (2003) understreker at disse kjennetegnes av høy kanalrikhet og effektivitet

siden mottaker kan kommentere og svare underveis. Slike kanaler tilrettelegger også for god bruk av figurer og tegninger, kroppsspråk og tonefall. De asynkrone kanalene utgjør kanalene som blir brukt til dokumentasjon. De synkrone kanalene utgjør kanalene som blir brukt til å generere ideer og løsninger. Svalestuen et al. (2017) påpeker at asynkrone kommunikasjonskanaler er hensiktsmessige ved rutinemessige beskjeder og kommunikasjon som ikke krever resonnering og samarbeid. Synkron kommunikasjon bør brukes ved temaer som ikke er rutinebaserte, der utfallet av kommunikasjonen er uvisst i forkant og det er behov for samarbeid. Svalestuen et al. (2017) forklarer at man kan berike alternativet ansikt-til-ansikt ved SMART Board (whiteboard) med BIM for å øke rikheten og effektiviteten, og at det beste alternativet for asynkron informasjonsutveksling også er BIM. Det påpekes likevel vel at BIM som verktøy i denne sammenheng kan legge til rette for misforståelser og feil i kommunikasjonen, da modellen har mange funksjoner og applikasjoner. Derfor bør IDM (eng: Information Delivery Manual) introduseres, som spesifiserer hvilken type informasjon som bør inngå i modellen på ulike stadier av prosjektet. Selv om BIM som et dokumentasjonsverktøy kan medføre noen utfordringer, anser Svalestuen et al. (2017) verktøyet som mer hensiktsmessig enn de andre verktøyene i Figur 5, så sant det blir brukt på riktig måte.

Dainty et al. (2006) forklarer at kommunikasjonssystemer i byggebransjen hovedsakelig har bestått av kanalene tegninger, møter og telefonsamtaler. I de senere år har såkalte ICT-verktøy (Information and communication technologies) blitt mer vanlige, med BIM (Building information modeling) i spissen (Murray, 2001). Møter blir fortsatt brukt i utstrakt grad, og legges vekt på i innovative metoder for god samhandling i prosjekteringsprosessen (Knotten & Svalestuen, 2014). Martin & Poulsson (1996) skiller på møter som brukes til å formidle informasjon og møter som brukes til å kommunisere. Enten har møtet som hensikt at én part skal kommunisere et budskap, eller at flere parter skal kommunisere og opprette informasjon av ulike typer sammen. Martin & Poulsson (1996) påstår at sistnevnte tilrettelegger for størst kommunikasjonsverdi. Det påpekes at mengden informasjonsoverføring og skapelse av ny informasjon varierer mellom forskjellige møtetyper og byggeprosjekter. Det følgende kapittelet omhandler *Virtual Design and Construction*, og tar blant annet for seg innovative kommunikasjonskanaler, møtестruktur og format for utveksling av informasjon.

3.5 VIRTUAL DESIGN AND CONSTRUCTION

Litteraturen presenterer mange ulike tilnærminger til planlegging og ledelse av et byggeprosjekt, og prosjektering spesielt. Blant andre Meland (2000), Eikeland (1998) og Kristensen (2013) presenterer teori og anbefalinger knyttet til planlegging og ledelse av prosjektering. *Virtual Design and Construction* (VDC) er et rammeverk for gjennomføring av byggeprosjekter, og består av innovative teknikker og verktøy for planlegging og ledelse av byggeprosjekter og prosjekteringsprosessen. Metodikken er også brukt i caseprosjektet i forbindelse med denne oppgaven. Derfor vil det i dette kapittelet bli redegjort for hva VDC er, og hvilke hovedverktøy som blir tatt i bruk i forbindelse med VDC. Hovedverktøyene er beskrevet etter funksjon og formål. Det er lagt større vekt på temaer som er relevante for funn som er gjort i forbindelse med arbeidet.

3.5.1 GENERELT

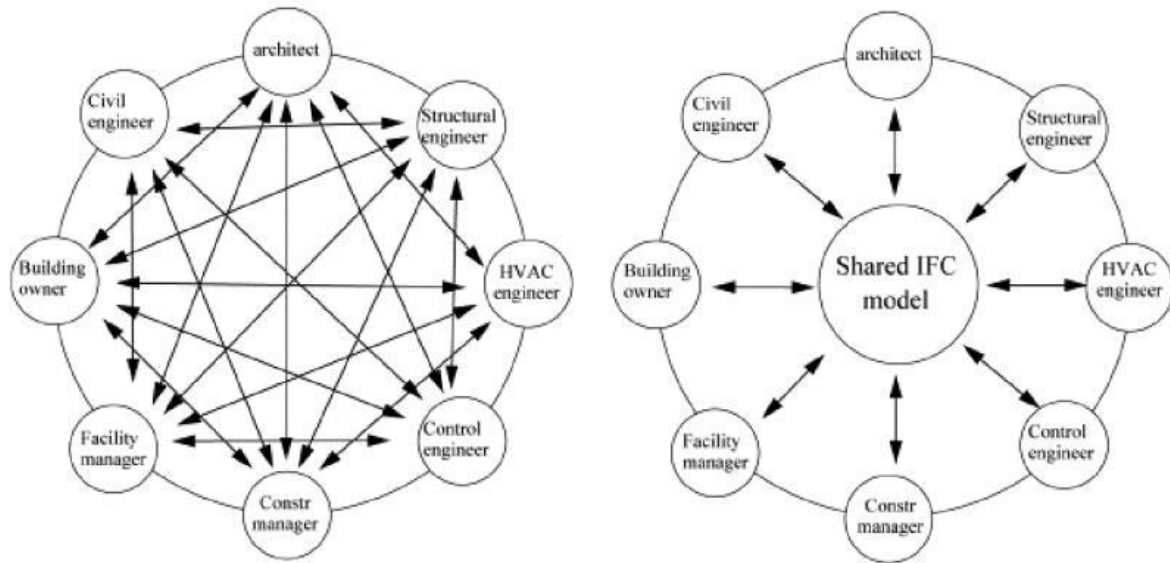
Virtual Design and Construction (VDC) er et rammeverk for gjennomføring av byggeprosjekter utviklet av Center for Integrated Facilities Engineering (CIFE) ved Stanford (Østby-Deglum et al., 2013). VDC kan defineres som bruken av tverrfaglige ytelsesmodeller av byggeprosjekter, inkludert selve bygget, arbeidsprosesser og organiseringen av prosjekterings-, bygge- og driftsteamet for å kunne støtte forretningsmålene (Knotten & Svalestuen, 2014). Med andre ord er VDC en arbeidsmetodikk for bruk og håndtering av tverrfaglige modeller for å fremme og støtte prosjektets formål, verdi og suksesskriterier (Haaland, 2012). VDC støtter oppom og bygger på Lean-tankegangen ved å rette fokus mot hva som tilfører et prosjekt verdi, og minimerer aktiviteter som ikke tilfører prosjektet verdi (Koskela et al., 2002). VDC har blant annet som hensikt å optimalisere bygningsinformasjonsmodellering ut i fra formål og bruksområder, og veileder prosjektene i bedre tverrfaglig samhandling i prosjekteringen (Haaland, 2012).

Det har blitt satt opp overordnede mål om å lage eksplisitte modeller av hvilke aspekter av et prosjekt en prosjektleder kan styre. I hovedsak kan disse deles i tre: designet av *produktet* som skal lages, oppbygningen av *prosjektorganisasjonen* som inkluderer prosjekterings- og produksjonsledelsen, og prosjekterings- og produksjonsprosessen (Kunz & Fischer, 2012). Kunz & Fischer (2012) omtaler denne prosjektmodellen som Produkt-Organisasjon-Prosess modellen, eller POP-modellen. Alle prosjekter er avhengig av at disse tre modellene utvikles. Da disse modellene er betydelig avhengige av hverandre, vil en lineær utvikling av disse, uten tett koordinasjon, kunne føre til store mengder omarbeid. Tross viktigheten av dette, er det svært vanlig i byggenæringen i dag at disse modellene utvikles lineært, uten tett samarbeid (Haaland, 2012).

VDC-metodologien ønsker å forbedre kvaliteten og redusere mengden omarbeid gjennom en samlet utvikling av disse tre modellene (Kunz & Fischer 2012). Hensikten er at utviklingen av produktmodellen vil tilpasses slik at den tilrettelegger for prosessmodellen og organisasjonsmodellen. I tillegg understreker VDC-metodologien viktigheten av å modellere tidlig og ofte (Haaland, 2012). Eksempelvis, definerer produktmodellen de fysiske elementene som skal prosjekteres og produseres til en valgt nøyaktighetsgrad (eng: Level Of Detail). Organisasjonsmodellen definerer og tildeler fysiske elementer som skal prosjekteres og produseres til ulike medlemmer i organisasjonen. Prosessmodellen definerer videre aktiviteter og milepeler som involverte aktører skal forholde seg til for å oppnå sine gjøremål (Kunz & Fischer, 2012).

3.5.2 BIM

VDC-metodologien tar utgangspunkt i fire hovedverktøy: Bygningsinformasjonsmodellering (BIM), Integrated Concurrent Engineering (ICE), Prosessmålinger (eng: Metrics) og Produksjonsstyring (eng: Production management) (Knotten & Svalestuen, 2014). Siden VDC i hovedsak er orientert rundt å bruke modeller, står bruken av BIM sentralt. Her brukes ikke bare BIM som et visuelt verktøy for 3D-modeller, men også som et virkemiddel for mengdeberegninger (eng: Quantity Takeoff), 4D-simuleringer og kollisjonskontroll (Knotten & Svalestuen, 2014). En nøkkelfaktor for god bruk av BIM er ryddig filstruktur, både når det gjelder deling av filtyper, men også navngiving. Selv om det kan virke banalt, har det vist seg å være en utfordring ved omfattende bruk av BIM (Haaland, 2012). Industry Foundation Classes (IFC) er et format for utveksling av filer, og benyttes av de fleste typer moderne programvarer i byggebransjen i dag. Det kan i sambruk med BIM-servere, som er interne datalagringsstasjoner som all modellinformasjon lagres på, tilrettelegge for presis og effektiv kommunikasjonsflyt mellom tverrfaglige aktører i prosjekteringsfasen (Haaland, 2012). En foreslått prosess for IFC-basert datautveksling består av prosesskartlegging, utvekslingskrav og en guide for format, innhold, prosess og verktøy. Etter at dette er definert, går prosessen over i programimplementering og sertifisering, før det avsluttes med en BIM-valideringsprosess (See et al., 2011). Figur 6 skisserer tradisjonell informasjonsutveksling, kontra informasjonsutveksling ved bruken av en delt IFC-modell.

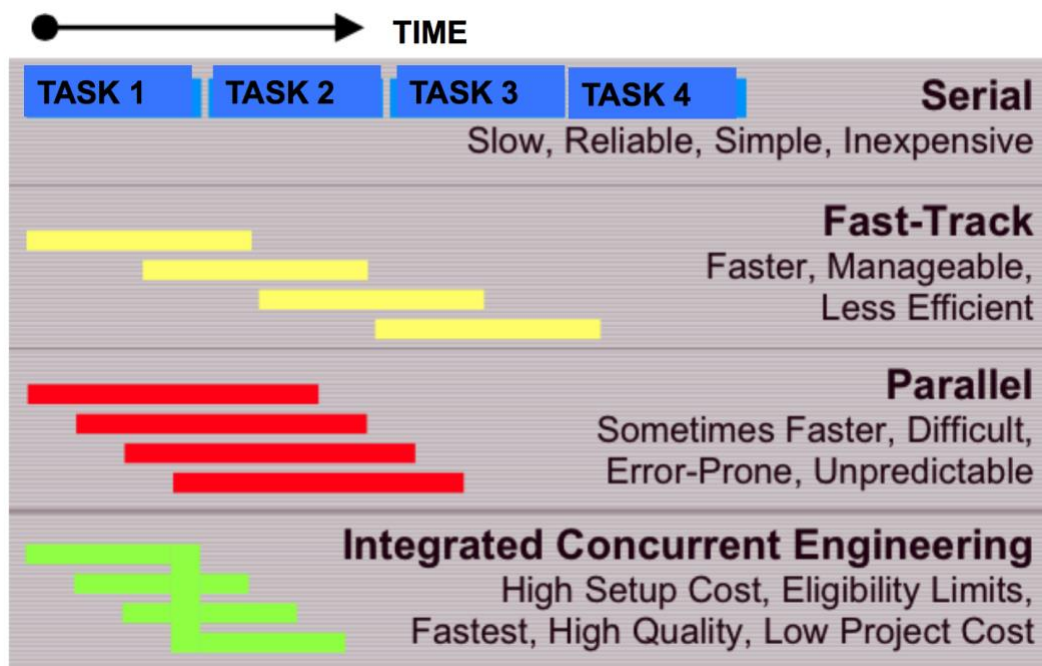


Figur 6 - Tradisjonell informasjonsutveksling, kontra informasjonsutveksling ved bruken av en delt IFC-modell (Chen et al., 2004, s. 116)

Et annet viktig moment for god bruk av BIM er hensiktsmessig prosjektnebdrytningsstruktur som er tilrettelagt den fysiske monteringen i produksjonsfasen (Knotten & Svalestuen, 2014).

3.5.3 INTEGRATED CONCURRENT ENGINEERING (ICE)

Det andre hovedverktøyet som blir tatt i bruk i VDC-metodologien er Integrated Concurrent Engineering (ICE) (Knotten & Svalestuen, 2014). ICE er samlokalisert, samtidig prosjektering i team med tverrfaglige eksperter tilrettelagt for metode og teknologi (Østby-Deglum et al., 2013). Denne metodikken for tverrfaglig samhandling er basert på Lean Construction-filosofien ved å maksimere verdiskapning for kunden og minimere sløsing (Knotten & Svalestuen, 2014). Ved å samle alt prosjekteringspersonale i en prosjekteringsgruppe er det mulig å forandre prosjekteringsprosessen fra en lineær prosess til en parallell prosess med godt samarbeid som tilrettelegger for blant annet lave kostnader og arbeid mot felles målsetninger, som vist i Figur 7 (Chachere et al., 2009). Figuren illustrerer forskjellene mellom en tradisjonell prosjekteringsprosess og en prosjekteringsprosess ved bruk av ICE.



Figur 7 - Tradisjonelle prosesser i serie, kontra ICE-basert prosjektering (Chachere et al., 2009)

ICE gjennomføres i sesjoner og er til vanlig heldags affærer. I utgangspunktet skal alle prosjekterende delta. Et viktig moment for gjennomføring av ICE er at sesjonene skal gjennomføres i et såkalt *Big Room* (Østby-Deglum et al., 2013). Riktig utforming av et Big Room krever at det er innredet med interaktivt presentasjonsverktøy, og PCer som har nødvendige programvarer og er linket til et internt IT-system med en felles database. På denne måten kan alle prosjekteringsdeltakere skape sine egne modeller og lagre disse på databasen, i henhold til IFC-basert datautveksling (Haaland, 2012). Det er verdt å påpeke at deltakelse i ICE-sesjoner kan oppleves som svært intenst og kan være psykologisk krevende. Det har vist seg å være en utfordring for enkelte å sitte og jobbe i et slikt åpent landskap mens det foregår samtaler rundt en (Østby-Deglum et al., 2013).

For å sikre kvaliteten på ICE-sesjoner, kreves god planlegging i forkant. Ved å definere overordnet hensikt og mål med sesjoner, sikres oppmerksomheten på fremdrift i prosjekteringen (Baglo, 2017). ICE-sesjoner kjennetegnes av en flat struktur uten en direkte leder, men heller med en *fasilitator* som fungerer som en ordstyrer. Fasilitatoren skal sørge for at sesjonen flyter godt ved at alle bidrar og følger avsatt tidsskjema. Fasilitatoren skal ha en upartisk rolle, og kan derfor løse opp i eventuelle konflikter. En *møteleder* bør også være tilstede med ansvar for det faglige målet for møtet. I tillegg, bør en part fungere som *referent* med ansvar for å dokumentere beslutninger (Baglo, 2017). Digitale tavler med navn SMART Board er et viktig hjelpemiddel som benyttes til å visualisere problemstillinger og løsninger før de prosjekteres. Det er vanlig å arrangere såkalte *Breakout-sessions* der grupper som jobber med en spesiell problemstilling forflytter seg til et annet rom i nærheten (Østby-Deglum et al., 2013).

3.5.4 MÅLINGER

Metrics, eller målinger er et sentralt virkemiddel ved bruk av VDC for å øke effektiviteten under prosjekteringsfasen og for å få bedre kontroll over de ulike prosessene i fasen, for så å gjøre endringer underveis på ineffektive prosesser (Knotten & Svalestuen, 2014). Visualisering og god tilgjengelighet er kritisk for virkningen av målingene. Knotten & Svalestuen (2014) argumenterer for at et viktig aspekt ved VDC er å ha kontroll ved å samle informasjon og målinger for å evaluere status for de avtalte og planlagte prosessene i prosjekter. Kontroll i denne sammenhengen innebærer med andre ord innhenting av målinger og informasjon. Knotten & Svalestuen (2014) forklarer at kontroll baserer seg på fakta om hendelser som har vært, og som videre påvirker forventningene våre om fremtiden. For å kontrollere resultatene av en prosess gjør man derfor målinger underveis i prosessen for kontinuerlig forbedring. Koskela et al. (2002) beskriver også målinger som et viktig virkemiddel for å oppnå kontinuerlig forbedring, som er et sentralt konsept i Lean-filosofien.

Kunz & Fischer (2012) skiller mellom tre typer målbare prestasjonsfaktorer. Den første er *kontrollerbare prosjektfaktorer* (eng: Project Controllable Factors). Dette er faktorer som prosjektledelsen kan styre på en daglig basis og som kan bli målt og rapportert tilbake på en ukentlig basis og bli brukt til videre avgjørelser. Teorien bak VDC er at oppmerksomhet rundt de kontrollerbare faktorene fører til forbedret prosessprestasjon, som er målbart, og til gjengjeld kan rapporteres til byggherre underveis i prosjektet. For å sammenligne, er kontrollerbare prosjektfaktorer påvirket av handlinger som kan sammenlignes med hvor hardt en trækker på gasspedalen når man kjører bil. Eksempler på slike faktorer er strategi og planlegging av bruken av VDC i et prosjekt, som hvordan en skal oppnå god visualisering, integrasjon og automasjon.

Den andre prestasjonsfaktoren er i henhold til Kunz & Fischer (2012) *prosjekt prosessmålsetninger* (eng: Project Process Objectives). Disse målingene er kvantitative og blir rapportert til prosjektledelsen på en ukentlig basis for videre ledelse og beslutninger. Oppnåelse av disse prosessmålsetningene øker sjansen for at prosjektet øker den indre effektiviteten og har dermed en indirekte virkning for det endelige resultatet. De målte indikatorene er påvirket av kontrollerbare prosjektfaktorer, individuelt og sett i ett, og kan sammenlignes med turtallet motoren oppnår ved å trække på gasspedalen med en viss kraft. Eksempler på prestasjonsfaktorer er møteeffektivitet, responstid, grad av byggherreinvolvering, kostnadsprestasjoner, prestasjoner knyttet til fremdrift og lignende.

Kunz & Fischer (2012) beskriver den tredje prestasjonsfaktoren som prosjektets *resultatmålsetninger* (eng: Project Outcome Objectives). Disse faktorene er målbare mot slutten av prosjektet, og kan eksempelvis være total kostnad, bruk av tid, kvalitet og sikkerhet

målt opp mot anslåtte verdier og målsetninger i forkant og underveis i prosjektet. Disse prestasjonsfaktorene er også kvantitative og lar seg godt visualisere.

3.5.5 PRODUKSJONSSTYRING

Det fjerde hovedverktøyet ved bruk av VDC er *Produksjonsstyring* (eng: Production management). Her blir en evaluering og planlegging av prosjektprosessen gjort for å tilrettelegge for best mulig produksjon og eliminering av sløsing, eller *waste*. *Waste* er i følge Koskela et al. (2002) i denne sammenhengen alle aktiviteter og prosesser som ikke gir verdi til produktet, altså forbruk av ressurser uten tilstrekkelig utbytte.

Et virkemiddel tatt i bruk i forbindelse med produksjonsstyring er *Last Planner System* (LPS). Som nevnt, er prosjekteringsprosessen iterativ, og den vil ikke være verdiskapende om ikke LPS legger til rette for en iterativ prosess. Prosjekteringsprosessen har også i stor grad behov for en beslutningsplan, da organiseringen av prosjekteringsgruppene ofte har en flat struktur (Østby-Deglum et al., 2013).

Last Planner System er et engasjement-basert planleggingssystem som kan deles inn i plannivåene Faseplan, Beslutningsplan, Utkikksplan, 2 ukers arbeidsplan og Ukentlig arbeidsplan (Bølviken et al., 2010). De første plannivåene er på et høyt nivå, ser lengre frem i tid og er lite detaljert (strategiske planer). En plan på et lavere plannivå vil ha en kortere tidshorisont og være mer detaljert (operative planer) (Østby-Deglum et al., 2013). Faseplanen strekker seg tidsmessig over en forhåndsbestemt periode og har som hensikt å sette aktiviteter i en rekkefølge slik de *bør* gjøres for å nå en milepel. Detaljeringnivået til planen er noe mer detaljert enn hovedfremdriftsplanen, men allikevel ganske overordnet. Planen blir ofte brutt ned til overleveringer mellom spesialistene som er involvert. Planen utføres med en metode som kalles "lappeteknikk" og "bakoverplanlegging" (eng: Backward Planning) (Bølviken et al., 2010). Her blir *Pull*-teknikker anvendt, som baserer seg på å arbeide seg bakover fra planlagt milepel (Ballard & Howell, 2003). På denne måten kan arbeid som ikke tilfører noen verdi fjernes. Faseplanen gjennomføres i fellesskap med alle involverte aktører, der aktørene henger opp Post-It lapper med aktiviteter fra den siste aktiviteten i fasen og bakover mot starten av fasen (Østby-Deglum et al. 2013).

3.6 MMI - MODELL MODENHETS INDEKS

I dette kapittelet presenteres teori om MMI - Modell Modenhets Indeks for å gi grunnleggende forståelse for hensiktene og mulighetene MMI gir. MMI blir i noen grad tatt i bruk i caseprosjektet, og står sentralt i de videre anbefalingene for optimalisering av VDC i prosjektering.

3.6.1 GENERELT

BIM setter krav til prosjektering og samhandling i byggeprosjekter, og forutsetter god samhandling, at partene forstår hverandres bidrag og leveranser, samt at man jobber mot et felles mål. Entreprenørforeningen - Bygg og Anlegg (EBA) så behovet for et felles standardisert språk, en benevnelse, som kommuniserer ferdiggraden av objekter i BIM på en entydig måte (Fløisbonn et al., 2018).

MMI - Modell Modenhets Indeks (eng: Model Maturity Index) beskriver modenhetsgraden av objekter og elementer i BIM ved bruk av omforente tallkoder, både med hensyn til geometri og informasjonsinnhold. MMI har i tillegg som hensikt å demme opp mot den rådende usikkerheten omkring andre forkortelser som LOD (Level Of Development) og S-nivåer. MMI er først og fremst en metodikk for kommunikasjon i gjennomføring av prosjekteringen. Ved å planlegge når ulike elementer i hele eller deler av bygninger skal ha en gitt verdi av MMI, vil man kunne styre prosjekteringsforløpet på en måte som er mer i tråd med de verktøy vi har tilgjengelig gjennom bruk av BIM (Fløisbonn et al., 2018).

MMI baserer seg på en prosess for modenhetsnivåer som vist i Figur 8. Figuren viser prosjekteringsaktivitetene som leder frem til de ulike MMI-nivåene.



Figur 8 - MMI-nivåer og deres prosjekteringsaktiviteter (Fløisbonn et al., 2018)

3.6.2 PRAKTISK BRUK AV MMI

MMI kan brukes til å planlegge utviklingen av BIM-modellen i et prosjekt. Det er hensiktsmessig å planlegge modenheten i form av definerte områder/soner i modellen. Sonene kan defineres geometrisk i verktøy som benytter kollisjonskontroll, for dermed å systematisk kontrollere soner av bygget i henhold til modenheten på modellene (Fløisbonn et al., 2018).

MMI er dermed et godt egnet system for planlegging av prosjekteringsleveranser. De ulike nivåene i systemet kan benyttes av fagdisipliner til å planlegge sine egne leveranser i soner av prosjektet og signalisere behov for BIM-leveranser fra andre fagdisipliner. På denne måten er det mulig å planlegge BIM-leveranser med samme modenhet i samme områder til samme tid. Dette vil heve kvaliteten på tverrfaglige kontroller, og kan potensielt spare prosjektet for tid og omprosjektering (Fløisbonn et al., 2018).

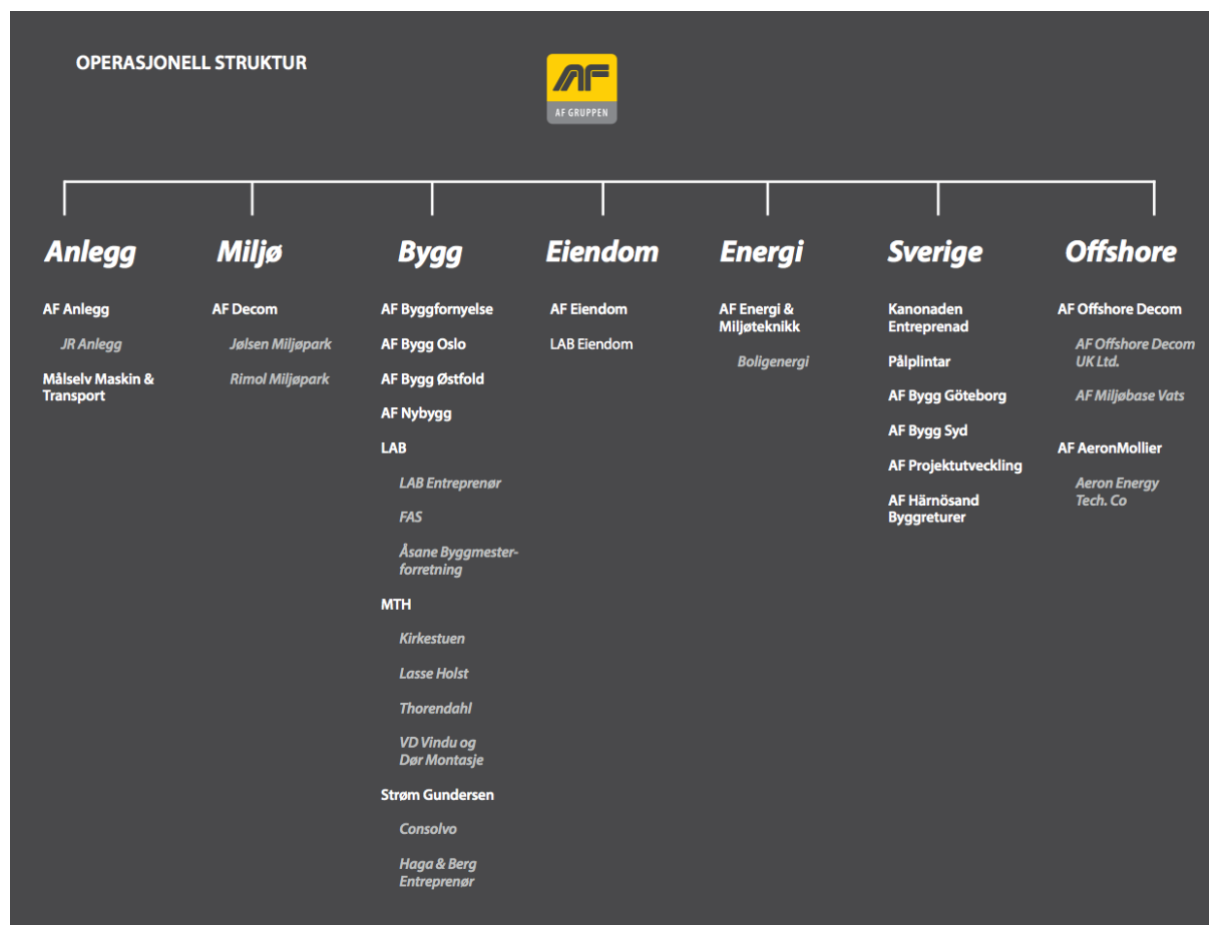
MMI kan i tillegg brukes til å planlegge og strukturere kollisjonskontroller i prosjekteringen. Siden prosjektering ikke nødvendigvis ferdigstilles samtidig for ulike fagdisipliner, må en planlegge kontroller i henhold til soner og modenhet (Fløisbonn et al., 2018).

4 RESULTATER

I dette kapittelet presenteres empiriske resultater fra den kvalitative datainnsamlingen i forbindelse med forskningsarbeidet. Resultatene presenteres i den rekkefølgen som er hensiktsmessig i forhold til resultatenes tema og innhold. Først presenteres generell informasjon om AF Gruppen og Team Bispevika. Deretter presenteres ulike funn fra forskningen, relatert til problemstillingen.

4.1 GENERELT OM AF GRUPPEN

AF Gruppen er et ledende entreprenør- og industrikonsern som driver sin virksomhet innen forretningsområdene bygg, anlegg, eiendom, energi, miljø og offshore. Med over 25 år i bransjen og en omsetning på 18 767 milliarder kroner i 2018 er AF Gruppen en betydelig aktør i byggenæringen. AF Gruppen har blant annet som mål å realisere produktivitetsforbedringer i sin eksisterende virksomhet, se etter nye og innovative løsninger og øke utnyttelsen av digitale verktøy (AF Gruppen, 2019a). Figur 9 viser AF Gruppens operasjonelle struktur per 2018.



Figur 9 - AF Gruppens operasjonelle struktur (AF Gruppen, 2018)

4.2 BOLIGUTVIKLING I BJØRVIKA - TEAM BISPEVIKA

Det ble som beskrevet inngått et samarbeid om prosjekt- og masteroppgave med AF Gruppen i september 2018, og en samarbeidskontrakt ble underskrevet i januar 2019. Data som presenteres videre i resultatdelen er hentet fra AF Gruppen sitt prosjekt i Bispevika - Boligutvikling i Bjørvika, der AF Gruppen er totalentreprenør og deltakerne i prosjektet kaller seg for Team Bispevika. Prosjektet er et samspillsprosjekt mellom AF Gruppen og Oslo S Utvikling (OSU), der innovasjon står sentralt i prosjektering, innkjøp, utførelse og salg. Reduksjon av prosjektkostnader og risiko for byggherre og entreprenør, utvikling av smarte og optimale tekniske løsninger, sikring av forutsigbar og rasjonell produksjon og et engasjement som skal motivere alle parter i prosjektet til å tenke nytt, er hovedmålene i AF Gruppens innovasjonssamarbeid i Bispevika. *Virtual Design and Construction* (VDC) tas i bruk i utstrakt grad på Bispevika-prosjektet, både av AF Gruppen og av samarbeidspartner Norconsult (AF Gruppen, 2019b). Et utsagn som ble sagt i forbindelse med intervjuene understreker prosjektets fokus på innovasjon og nytenkning:

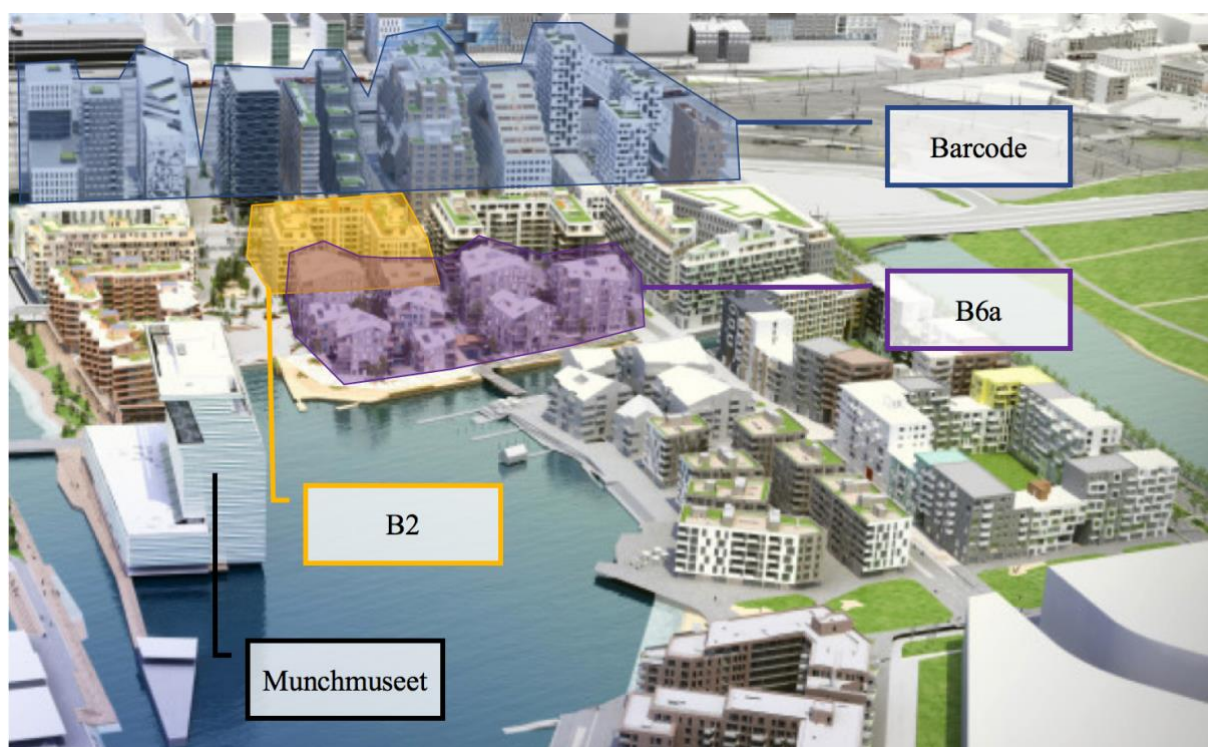
”Jeg har vært med på flere andre store prosjekter. I Bispevika er det tydelig at innovasjon står sentralt. Her legges det vekt på optimalisering i alle faser, og prosjekteringsgruppa og samarbeidspartnere består av personell med mye god erfaring. Organiseringen av prosjektet legger til rette for gode, konstruktive diskusjoner på tvers av fagdisipliner”
(Prosjektleder tekniske fag)

Videre vil det bli gitt en kort beskrivelse av byggetrinnene som ble studert i forbindelse med forskningsarbeidet.

4.2.1 BISPEVIKA NORD

Det som av Team Bispevika ble omtalt som *Bispevika Nord* våren 2019 er de to igangsatte prosjektene Dronninglunden (felt B2) der 140 leiligheter bygges, samt prosjektet Vannkunsten (felt B6a) med 240 leiligheter fordelt på ni bygg. Kontraktssummen for de to igangsatte prosjektene er satt til 1109 MNOK, fordelt på AF Gruppens entreprenører AF Byggfornyelse, AF Energi & Miljøteknikk og AF Anlegg. Det totale bygningsarealet, fordelt på 355 leiligheter og næringsareal på 8 000 kvadratmeter, er 48 000 kvadratmeter. Dronninglunden har planlagt ferdigstilling i august 2019 og Vannkunsten i juli 2020 (AF Gruppen, 2019b). Prosjekteringen av Bispevika Nord er derfor i en avsluttende fase. Data innsamlet fra deltakere tilknyttet Bispevika Nord baserer seg dermed i størst grad på erfaringer de har fra tidligere i prosjektet, og ikke fra det som foregikk for øyeblikket da intervjuene ble gjennomført.

Figur 10 er et illustrasjonsbilde som viser plasseringen av Dronninglunden (B2) og Vannkunsten (B6a). Bildet er hentet fra OSU (2019) sine hjemmesider, og områder og navn er tegnet inn selv i samråd med en deltaker i Team Bispevika.

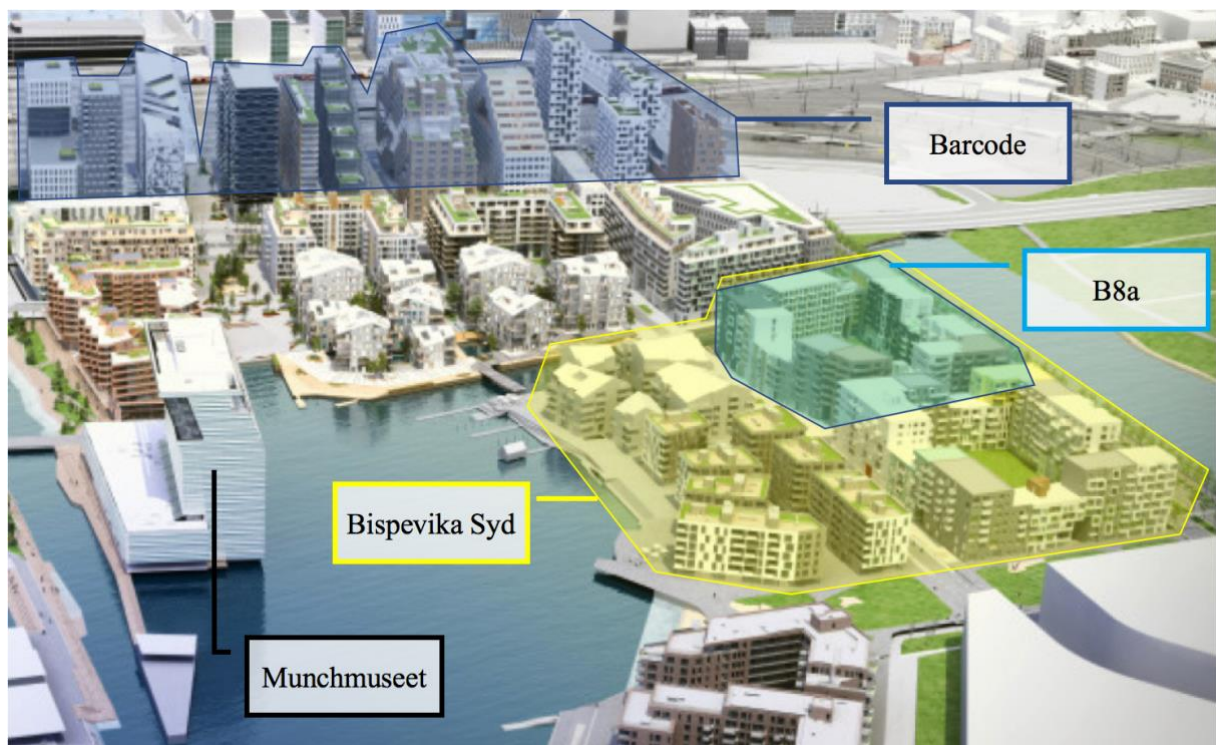


Figur 10 - Illustrasjonsbilde av Dronninglunden (B2) og Vannkunsten (B6a)

4.2.2 BISPEVIKA SYD

Området som våren 2019 ble omtalt som *Bispevika Syd*, samt felt B8a vises i Figur 11. Kvartalsbygget B8a skal etter planen bestå av om lag 265 leiligheter med en stor innvendig park. Prosjekteringen var våren 2019 i en utviklingsfase, med planlagt formell overgang til detaljprosjektering i mai 2019. Det ble likevel påpekt at detaljprosjektering foregikk i noen grad allerede før det. Det var i forbindelse med B8a at det ble gjennomført observasjonsstudier av ICE-sesjoner. Prosjekteringspersonell tilknyttet prosjekteringen av B8a beskrev under intervjuene erfaringer som de både hadde fra tidligere på prosjektet, men også for øyeblikket da intervjuene ble avholdt.

Figur 11 er et illustrasjonsbilde som viser byggene som Team Bispevika omtaler som Bispevika Syd, samt felt B8a. Bildet er hentet fra OSU (2019) sine hjemmesider, og områder og navn er tegnet inn selv i samråd med en deltaker i Team Bispevika.



Figur 11 - Illustrasjonsbilde av Bispevika Syd og felt B8a

4.3 PROSJEKTERINGSGRUPPA I TEAM BISPEVIKA

Det som videre omtales som prosjekteringsgruppa i Team Bispevika omfavner både deltakere fra Bispevika Nord og Bispevika Syd. Prosjekteringsgruppa består i hovedsak av rollene:

- Prosjekteringsgruppeledere/VDC-ansvarlige
- BIM-ansvarlige
- BIM-koordinator
- BIM-tekniker
- RIV: Prosjekteringsleder og prosjekterende
- RIB: Prosjekteringsleder og prosjekterende
- RIE: Prosjekterende
- BREEAM-ansvarlig
- Arkitekt

De opplistede aktørene er direkte tilknyttet prosjekteringsgruppa. I tillegg, var andre rådgivende som LARK, RIBr, RIBFY og RIAKU involvert i mindre grad underveis i forskningsperioden. Byggherrerepresentanter, leverandører, underentreprenører og personell fra drift er indirekte tilknyttet prosjekteringsgruppa ved at de kommuniserer tett i perioder.

Prosjekteringsgruppa hadde i følge en av prosjekteringsgruppelederne en relativt flat struktur på Bispevika Nord. I organisasjonskartet for organiseringen av prosjekteringsgruppa ligger de involverte på linje. Prosjekteringslederne så etter hvert behovet for en eller flere prosjekteringsgruppeledere for å delegerer ansvar prosjekterende og prosjekteringsledere i mellom, og å ta hånd om grensesnitt som faller mellom de ulike fagene. Prosjekteringsgruppelederne skulle dermed sørge for bedre samhandling mellom ulike fagdisipliner. Det var i tillegg allokert personell til Design og utvikling for organisering og implementering av ulike systemer. Relevant for denne oppgaven, var det en gruppe med spesielt fokus på VDC bestående av:

- Prosjekteringsgruppeleder/VDC-ansvarlig
- Prosjekteringsledere
- BIM-ansvarlig
- BIM-koordinator
- BREEAM-ansvarlig
- ITB-ansvarlig
- Utviklingsleder for industrialisering
- Utviklingsleder for grunn og fundamentering

Flere av representantene fra denne gruppa ble intervjuet i forbindelse med forskningsarbeidet.

4.4 VIRTUAL DESIGN AND CONSTRUCTION I TEAM BISPEVIKA

4.4.1 GENERELT

AF Gruppen har som mål å bruke VDC for å effektivisere byggeprosessen ved hjelp av teknisk og styringsmessig innovasjon i Bispevika. Intensjonen er at VDC skal bidra til å strukturere og fremme samhandlingen mellom ulike aktører i prosjektet. En del av AF Gruppens strategi for å bli en preferert partner for både kunder og leverandører er å bedre utnytte kompetansen til deres samarbeidspartnere ved bruk av metodologier som VDC.

I Team Bispevika består VDC i hovedsak av følgende grunnsteiner (AF Gruppen, 2019b):

- Definere mål: VDC baseres på både sluttbrukerens og prosjektets mål.
- BIM: Ved tett samspill mellom rådgivere og entreprenører rundt bruk av BIM kan man sikre at det prosjekteres for bygging, og at man bygger det som er prosjektert.
- ICE (Integrated Concurrent Engineering): En målbasert møtemetodikk som bidrar til å bære fremdriften av prosjektet.
- Produksjonsstyring: Det tas i bruk en samling teknikker for å planlegge og styre prosessene i prosjektet, basert på Lean-prinsipper.
- Målinger: Målinger av prosesser gjøres underveis i prosjektet for å sikre kontinuerlig forbedring.

4.4.2 IMPLEMENTERING

Det ble under intervjuene stilt spørsmål og diskutert rundt aspekter som er viktige for god implementering av VDC i prosjektering. Intervjuobjektene kunne informere om at implementeringen av verktøy tilhørende VDC for fullt ble satt i gang ved detaljprosjekteringen av Dronninglunden (B2). Leder for Design og utvikling - Utviklingsleder satte opp hele rammeverket og besvarelsen til OSU, som beskrev hvordan Team Bispevika skulle bedrive prosjekteringen ved bruk av VDC-metodologien. Vedkommende var likevel klar på at de skulle bruke VDC som en verktøykasse, heller enn en filosofi. Tanken var å tilpasse VDC til noe som passet og var gjennomførbart for det gjeldende prosjekt, og dermed fokusere på færre elementer enn å prøve og implementere hele metodologien på en gang. Prosjekteringsgruppeledere som ble intervjuet understrekte at de verken hadde kapasitet, erfaring eller kunnskap til å ta i bruk alle elementer ved hovedverktøyene til VDC med det første. Alle de fire hovedverktøyene, BIM, ICE, prosessmålinger og produksjonsstyring ble altså implementert i større eller mindre grad i henhold til det teoretiske rammeverket. Videre følger aspekter som intervjuobjektene mener er spesielt viktig for god implementering av VDC, basert på deres erfaringer fra tidligere i prosjektet.

Kick-off

En av prosjekteringsgruppelederne og utviklingslederen nevnte et formelt kick-off som vesentlig for vellykket implementering av VDC i prosjektering.

”For at de prosjekterende skal få eierskap til verktøyene og planleggingsmetoden, må man komme ut av startblokka på riktig måte og til rett tid. Man bør ha en formell kick-off over to-tre dager der man sår de nødvendige frøene.”

(Prosjekteringsleder/Prosjekteringsgruppeleder)

Vedkommende fortalte at man har betrodd seg til at metodikken utvikler seg underveis i for stor grad, og at det er viktig å legge frem forventninger til de involverte i prosjekteringsgruppa på et tidlig stadium. Det er også vanskeligere for de prosjekterende å ta eierskap til systemet hvis ikke de VDC-ansvarlige internt ikke er tydelige nok og enige om hvordan prosjekteringen skal drives. Derfor er det viktig å ha et tydelig budskap fra første dag. På den andre siden, erkjente flere av intervjuobjektene at en god start på langt nær er alt som skal til for vellykket implementering av VDC.

Manual

Det ble under intervjuene spurt hvorvidt Team Bispevika dokumenterte metodikken som ble tatt i bruk i prosjekteringsarbeidene. En av intervjuobjektene uttalte følgende:

”Det foreligger lite dokumentasjon av metodikken, arbeidsformen og samarbeidsformen i prosjekteringsprosessen.”

(Prosjekteringsleder/Prosjekteringsgruppeleder)

Uttalelsen ble diskutert videre med et intervjuobjekt på et senere tidspunkt, som utgreide med:

”Det er viktig å se disse tingene i perspektiv. Det er vanskelig å få til en tydelig beskrivelse av metodikken fordi det ikke finnes en innarbeidet metodikk for VDC i AF Gruppen. Vi har en slags manual, men den er ikke fullstendig og vi kan ikke stå ved den. Vi har ikke artikulert metodikken ned i noe annet enn besvarelsen vår (til OSU), der vi sa noe om hovedprinsipper for gjennomføring”

(Utviklingsleder)

Det ble fra andre intervjuobjekter uttalt at rammeverket som forelå for bruk av VDC i prosjektering ikke til enhver tid har vært tydelig. Det ble påpekt at en tydelig, konsis og oversiktlig manual som fungerende rammeverk er nødvendig for å sørge for at AF Gruppen internt skal være tydelige utad til deltakere om hvordan de ulike verktøyene skal tas i bruk, og hva som forventes av de ulike aktørene. En tydelig manual og rammeverk ble også etterspurt i

forbindelse med VDC i prosjektering - Kick-off Bispevika Syd, som er beskrevet i metodekapittelet (2.4.3). Det er i denne sammenheng også viktig å nevne at flere deltakere understrekte at de er på god veg til å skaffe seg et grunnlag og erfaring for å danne et tydelig rammeverk for gjennomføring av prosjektering ved bruk av VDC på bakgrunn av erfaringene de tar med seg fra prosjektet i Bispevika.

Kontinuitet

Det ble av flere intervjuobjekter uttalt at oppfølging av de valgte metodene for eksempelvis planlegging og møteform var ressurskrevende og til tider slitsomt. Likevel, var mange av disse metodene bestemt at skulle brukes i forkant av prosjekteringen, og prosjekteringsgruppelederne og prosjekteringslederne måtte derfor stå ved metoden. Utviklingslederen understrekte viktigheten av kontinuitet ved de valgte metodene for å være tydelige utad til resten av prosjekteringsgruppa, og for å få satt rutiner og arbeidsformer skikkelig:

”For god implementering av VDC må man fokusere på den ukentlige oppfølgingen, trimmingen av bruken fra dag til dag og uke til uke, og få satt rutiner og frekvens slik at det blir en innarbeidet arbeidsform.”

...

”Hvis vi bestemmer oss for å drive med Last Planner, så må vi gjøre det fra ende til annen.”
(Utviklingsleder)

Utviklingslederen greide i tillegg ut om at ved å følge metodikken kontinuerlig, vil kunnskapen og kompetansen til de øvrige involverte øke med tiden, noe som gagnar alle. Vedkommende tilføyde med at det å se utfordringer i et større perspektiv, og å huske på at metodikken har en hensikt selv om det kan oppleves som ressurskrevende, er vesentlig.

Kontinuerlig forbedring

Flere av intervjuobjektene påpekte at det var viktig for undertegnede oppgave å ha med perspektivet om at Team Bispevika har vært igjennom en utviklingsfase. De har selv skapt innholdet i hva VDC innebærer for dem, og må ta med seg læring. Det ble under intervjuer spurt om det ble ansett som uheldig å endre metodikken og rammeverket underveis. Til det, svarte utviklingslederen:

”Tvert i mot. Det er ingen problem å tilpasse seg underveis. Man må hele tiden se seg selv i speilet og spørre hvorfor man gjør det man gjør, og hvordan man kan gjøre det bedre.”
(Utviklingsleder)

Det har underveis i prosjekteringen av Bispevika Nord blitt gjort kontinuerlige vurderinger for hvordan man kan forbedre systemene som er i bruk. Team Bispevika var åpne om at VDC i starten var et slags prøveprosjekt der vegen ble til mens man gikk den. Det har blitt arrangert samlinger for eksempelvis å designe det som ble kalt en VDC-plattform, eller planstruktur. De forskjellige planene og plannivåene, samt hvordan de skulle etablere og drifte disse, ga et tydeligere rammeverk å forholde seg til. Planstrukturen er et eksempel på en kontinuerlig forbedringsprosess gjennom hele prosjekteringen av Bispevika Nord. Disse erfaringene forbedret ikke bare prosessen underveis i Bispevika Nord, men vil også bli tatt med seg over til Bispevika Syd. Det ble under møtet *VDC i prosjektering - Kick-off Bispevika Syd* lagt frem en rekke forslag til hvordan å bruke ulike verktøy tilhørende VDC-metodikken basert på de erfaringene prosjekteringsgruppa hadde gjort seg på Bispevika Nord.

Da det ble spurt om hvorvidt de prosjekterende og rådgivende også burde ha et større ansvar for systemene og metodikken slik at den fikk større gjennomslagskraft, understrekte svaret viktigheten av gode tiltak og prosesser for implementering:

”Det handler heller om implementering og evnen til å implementere. Det er AF Gruppen og prosjekteringsledelsen som må ta hele det ansvaret.”

(Utviklingsleder)

4.4.3 ORGANISERING

Som forklart, startet ikke implementeringen av VDC i prosjektet for fullt før detaljprosjekteringen av Dronninglunden (B2). På det tidspunktet hadde allerede et organisasjonskart over prosjektets deltakere blitt utviklet. I henhold til VDC-teori bør Produkt-Organisasjon-Prosess-modellen (POP-modellen) utvikles parallelt, da disse modellene er betydelig avhengig av hverandre. Oppbyggingen av *prosjektorganisasjonen* inkluderer prosjekterings- og produksjonsledelsen. Da det ble spurt om organiseringen av prosjektet var utviklet i henhold til VDC-teori om POP-modellen, ble det sagt at:

”Jeg tror ikke prosjektorganisasjonen ble utviklet i henhold til VDC fordi den ble utviklet på et såpass tidlig tidspunkt.”

(Utviklingsleder/Prosjekteringsleder)

”Jeg har selv bidratt til å partere prosjektet, men har liten kjennskap til POP-modellen.”

(Prosjekteringsleder/Prosjekteringsgruppeleder)

”Det er undervurdert å allokere personell bevisst til ulike prosjekter eller problemer. Det virker ikke som at prosjektet er utviklet i henhold til POP-modellen ideelt”.

(Prosjekteringsgruppeleder)

Hvorvidt organiseringen av prosjektet ble utviklet på en måte som har de samme hensikter som VDC-teoriens POP-modell ble ikke spurt om eller diskutert i intervjuer, og kan dermed ikke sies å være sikkert. Det ble også påpekt at prosjektet ble organisert etter det som ble ansett som hensiktsmessig på daværende tidspunkt, og med klare intensjoner om at organiseringen skulle fremme prinsipper innen VDC.

Videre vil det presenteres resultater som dreier seg om hvordan Team Bispevika i prosjekteringsarbeider anvender de fire hovedverktøyene som VDC-metodologien tar utgangspunkt i: Bygningsinformasjonsmodellering (BIM), Integrated Concurrent Engineering (ICE), Prosessmålinger og Produksjonsstyring.

4.5 BIM I TEAM BISPEVIKA

4.5.1 GENERELT

Bruken av BIM står sentralt i prosjekteringsgruppa i Team Bispevika. Ikke bare brukes BIM som et visuelt verktøy for 3D-modeller, men også som et verktøy for mengdeberegninger, 4D-simuleringer, kollisjonskontroller og visuelle kontroller. Team Bispevika har et prosjekthotell, ofte kalt BIM-server, der filer lastes opp sortert etter ulike kategorier. Filstrukturen er ryddig, både med tanke på navngivning og filtyper. Selv om det i prosjekteringsgruppa brukes ulike programvarer for implementering i modell, eksempelvis ArchiCAD og Revit, er all programvare kompatibel med Industry Foundation Classes (IFC). Deltakerne bruker altså IFC som format for utveksling av filer. IFC-filene lastes opp i Solibri for kollisjons- og visuelle kontroller. Team Bispevika har én felles modell på prosjektet som en robot fusjonerer flere ganger i uka i løpet av natta. De prosjekterende henter på denne måten oppdatert modell hver gang de skal bruke den. Dette, samt BIM-serveren, bidrar til å tilrettelegge for effektiv kommunikasjonsflyt mellom tverrfaglige aktører i prosjekteringsgruppa. BIM som verktøy for kommunikasjon og dokumentasjon er beskrevet senere i resultatdelen.

4.5.2 ERFARINGER

Tverrfaglige kontroller

Prosjekteringsgruppa gjennomfører tverrfaglige kontroller av modellen både i BIMSync og Solibri. Kollisjonskontroller kjøres av Solibri selv, som en innebygd funksjon i programvaren. Selv om den registrerer alle elementer som kolliderer, gir den ikke beskjed om elementer svever, om det er hull i vegger, sprekker i fasaden og lignende. Modellen registrerer altså kun objekter som kolliderer, men ikke om objekter henger i løse luften. For å forsikre at modellen inneholder færre av disse feilene, gjorde prosjekteringsgruppa tiltak:

”Det er mye kollisjonskontrollen i Solibri ikke registrerer. Vi har nå større fokus på tverrfaglige kontroller der visuelle kontroller inngår. Det krever at en eller flere personer går systematisk gjennom modellen og leter etter typiske feil som modellen ikke fanger opp, samtidig som det kjøres kollisjonskontroller.”
(Prosjekteringsleder/Prosjekteringsgruppeleder)

Det ble påpekt at informasjon har gått tapt ved konvertering mellom ulike filtyper og programvare. Team Bispevika har jobbet med å optimalisere bruken av programvare slik at informasjonen som blir puttet inn i modellen egner seg for andre filtyper og programvare.

DAK-manual

Intervjuobjektene kunne enes om at det er viktig å bestemme seg for hva BIM skal brukes til og ambisjonene tilknyttet den tidlig. Det må eksempelvis besluttes om modellen skal være utviklet nok til at man skal kunne hente ut mengder og verdier. Det har vært utfordringer ved at modellen har hatt ulik modenhet for ulike fag. DAK-manualen (Dataassistert konstruksjon) er i Team Bispevika til for å beskrive hvordan utforming og utveksling av DAK-tekninger og modeller skal foregå i prosjektet. I Bispevika Nord brukte de en DAK-manual, men hadde i perioder utfordringer med å ivareta kravene til manualen. Det ble påpekt at de ikke var tydelige nok på hvordan manualen skulle brukes fra starten av, og at de på Bispevika Syd må introdusere de prosjekterende for det tydelig, være klare på hva det innebærer og følge det opp. En av prosjekteringsgruppelederne som ble intervjuet, understreket også at manualen har rigide krav som de ikke bestandig kan forvente at blir fulgt. Derfor mente vedkommende at man ved rammesøknad bør innføre rimelige krav, og systematisk følge det opp for å skape kontinuitet. Det krever at manualen presenteres tidlig, og at viktigheten av den understrekes.

Flere av intervjuobjektene mente at de har med seg mange gode og dårlige erfaringer fra bruk av BIM på Bispevika Nord, og vil ta med seg læring og videreutvikle bruken på Bispevika Syd.

4.5.3 MMI - MODELL MODENHETS INDEKS

Team Bispevika brukte i noen grad S-nivåer i prosjektering av Bispevika Nord, som er en angivelse av modenhet i likhet med MMI. S-nivåer angir objekters modenhet ved nivåene: foreløpig, klart til tverrfaglig kontroll, utført tverrfaglig kontroll, produksjonsunderlag og som bygget. Modenhetsnivåene ble for enkelte fag brukt til planlegging av prosjekteringsarbeider. S-nivåer ble brukt av noen fag mer en andre, som la begrensninger for effekten modenhetsnivåene hadde på prosjekteringsarbeidene.

”Vi har et mål om at alle prosjekterende skal oppdatere modenhet på elementer innenfor kontrollområder vi innfører. For at modenhetsnivåer skal ha noe for seg, er det viktig at alle prosjekterende tar det i bruk og respekterer kravene som stilles.”

(Utviklingsleder)

I prosjekteringen av Bispevika Syd har Team Bispevika planer om å bruke MMI som modenhetsindeks. MMI gir muligheten til å sortere modellen på ulike modenhetsnivåer. Det ble påpekt at de da er avhengige av en god oppdeling av kontrollområder som er omforente, som igjen avhenger av en hensiktsmessig faseinndeling. Viktigheten av at alle prosjekterende bruker MMI i lik grad, og at det brukes på en slik måte at man kan hente sikker informasjon fra modellen når det står at man kan det, ble understreket. Utviklingslederen forklarte også viktigheten av at de prosjekterende er flinke til å gruppere objektene sine konsistent, da modellene omsider blir store og tunge, altså at de inneholder mye informasjon, og at føringer for dette bør inkluderes i DAK-manualen. Intervjuobjekter tilknyttet Bispevika Syd mente at det ikke var nødvendig å introdusere modenhetsnivåer i prosjekteringen på det stadiet, men at de ville ta det i bruk i videre prosjekteringsarbeider. Annet enn å kunne sortere modellen etter objekters modenhetsnivå, har Team Bispevika i tillegg planer om å bruke MMI videre til planlegging av prosjekteringsarbeider og å gjøre prosessmålinger.

MMI til prosjekteringsplanlegging

Team Bispevika har planer om å ta i bruk MMI til planlegging av prosjekteringsarbeider i større grad på Bispevika Syd. Typisk kan modenhetsnivåene bli brukt som milepæler under planlegging. De har dermed mulighet til å få bedre kontroll over ferdiggraden innen ulike kontrollområder. Ideelt sett vil de knytte kontrollområder opp mot arbeidspakker som leveres til produksjon og drift. Det er dermed ikke sagt at ferdiggraden på leveransene skal være på samme nivå til samme tid for de ulike prosjekteringsfagene. Utviklingslederen forklarer at ulike prosjekterende jobber på forskjellige måter når de implementerer løsninger ved at noen jobber horisontalt i modellen, andre vertikalt og noen med hele bygningsdeler av gangen. Derfor må oppdelingen av kontrollområder gjøres med den hensikt at den tilrettelegger for at ulike fag skal kunne jobbe i en rekkefølge som passer dem. Fagene i mellom bør ha en slags arbeidsflyt

for modenhetsnivåer innen kontrollområdene, som tar høyde for avhengigheter mellom disiplinene. Arbeidsflyten kan variere fra fase til fase, og bygningsdel til bygningsdel. Utviklingslederen forklarer at utstrakt bruk av MMI i planlegging derfor er utfordrende. Vedkommende mente også at det ikke var hensiktsmessig at ulike fagdisipliner fikk samme frister for modenhetsnivå innen de forskjellige kontrollområdene til samme tid, som gjør det ekstra utfordrende å planlegge. Flere av intervjuobjektene mente at MMI som system var tilrettelagt for noen fagdisipliner mer enn andre, og at ekstensiv implementering av MMI i prosjekteringsplanlegging kan kreve mye ressurser.

MMI til målinger

I henhold til VDC-metodologi, kan Team Bispevika gjøre prosessmålinger ved utstrakt bruk av MMI. En programvare som er i bruk ved navn Microsoft Power BI kan plote grafer som viser oversikt over antall objekter i modellen med de forskjellige modenhetsnivåene. Det fordrer likevel at de prosjekterende oppdaterer elementers status kontinuerlig gjennom prosjekteringsprosessen. I denne sammenheng, ble det spurt hvorvidt prosjekteringsgruppelederne klarte å fange opp kvaliteten på prosjekteringsarbeider som blir gjort ved bruk av målinger. Det opplevde de utfordringer ved.

”Målinger er viktig når det er snakk om VDC. Én ting er å gjøre kvantitative målinger på antall oppgaver som er utført. En annen ting er å måle kvaliteten på det arbeidet som gjøres.

Det er mer utfordrende.”

(Prosjekteringsleder/Prosjekteringsgruppeleder)

Det ble diskutert rundt denne problemstillingen under intervjuer. Flere intervjuobjekter kunne enes om at prosessmålinger ved bruk av MMI kan bidra til å måle kvaliteten i prosjekteringsarbeider som blir gjort, som det er skrevet mer om i kapittel 4.7.3.

4.6 INTEGRATED CONCURRENT ENGINEERING (ICE) I TEAM BISPEVIKA

4.6.1 GENERELT

ICE-sesjoner/møter har blitt tatt i bruk i utstrakt grad gjennom hele prosjekteringen av Bispevika Nord. Det ble holdt separate ukentlige ICE-møter for prosjekteringen av B2 og B6a. Det avholdes også ukentlige ICE-møter i forbindelse med prosjekteringen av B8a på Bispevika Syd. Varigheten på ICE-møtene i Bispevika er rundt tre timer. I forkant av møtene blir det sendt ut innkalling av prosjekteringsleder eller prosjekteringsgruppeleder med agenda for møtet og hvem som må være tilstede. Faste, sentrale rådgivende blir alltid innkalt, mens andre rådgivere, leverandører, personell fra drift, BIM-ansvarlige, BREEAM-ansvarlig og byggherre blir innkalt ved behov. Agendaene som ble sendt ut inneholdt typisk:

- Agendapunkt
- Starttid for agendapunktet
- Varighet for agendapunktet
- Sentrale deltakere for agendapunktet
- Målsetning for agendapunktet
- Forberedelser for agendapunktet

Møtene fulgte som regel den planlagte agendaen med avsatte varigheter for ulike agendapunkter. Det ble likevel påpekt at det var utfordrende å holde seg til tiden ved kritiske stadier der det ofte ble diskutert mer prekære saker. Agendapunktene for ICE-møter ble bestemt på bakgrunn av aktiviteter som måtte gjøres for å nå milepæler, som igjen ble planlagt i utkvikksplanmøter. Avsatt tid til de ulike agendapunktene ble bestemt etter hvor omfattende aktivitetene var, men i noen tilfeller også med hensyn til potensiell besparelse. Prosjekteringsgruppelederne som planla møtene på Bispevika Nord påpekte at ICE-møter er dyre fordi man samler mange rådgivende, og at det derfor er viktig å bruke tid på å planlegge møtene godt, og å involvere riktig personell.

4.6.2 GJENNOMFØRING

ICE-møtene blir alle avholdt på brakkeriggen i Bispevika i et Big Room med en interaktiv skjerm kalt SMART Board, vist i Figur 12.



Figur 12 - Big Room i Bispevika med interaktiv skjerm

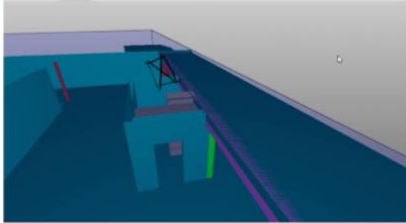
Det er prosjekteringsgruppeleder som i hovedsak leder ICE-møtene. Agendaen og målet for møtene blir gjennomgått i fellesskap i starten av møter. TouchPlan, den digitale planveggen, blir også ved behov gjennomgått kort i fellesskap for å avklare behov for innspill og underlag. Deretter fokuseres det på agendapunkter som handler om forskjellige prosjekteringsaktiviteter. En av de mest sentrale rådgiverne, eller arkitekt, for det gjeldende agendapunktet viser typisk BIM-modellen på SMART Board. Prosjekteringsgruppeleder kan ta utklipp fra modellen og lime over i et annet dokument på skjermen. Prosjekteringsgruppeleder kan så markere områder eller elementer som diskuteres i utklippet og skrive ned enten aksjoner/aktiviteter delegert til en prosjekterende eller arkitekt, eller notere ned beslutninger, vist som henholdsvis "A" og "B" i Figur 13.

Session 2

ADR16: Remove balconies in their model

Collision between beam and staircase in basement

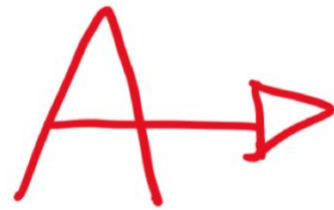
ADR16: Replace wall as bearing for beam.



ADR16: Put opening in slab for staircase

ADR16: Align all door openings with ARK. (ARK has changed those to suit contractor requirements)

A → A1 |



Figur 13 - Utklipp fra SMART Board-referat vises til venstre. Symbolene til høyre angir aksjoner/aktiviteter og beslutninger

På slutten av møtene settes det av tid til å oppsummere hva som ble gjennomført, og det blir utfyllt tilbakemeldingsskjemaer som blir brukt til å gjøre målinger. Referatet fra SMART Board, ofte kalt beslutningsdokumenter, sendes ut til prosjekteringsgruppa per mail.

4.6.3 ERFARINGER

Roller

I forbindelse med ICE-møtene har det i hovedsak vært én person som har stått ansvarlig for å planlegge, holde og sende ut referater fra møtene for hvert av feltene B2, B6a og B8a. Denne personen har enten hatt rollen prosjekteringsgruppeleder eller prosjekteringsleder. På Bispevika Nord har vedkommende fungert som møteleder, fasilitator og til en viss grad referent. En av prosjekteringsgruppelederne som ble intervjuet uttalte følgende:

”Jeg mener man burde hatt en fasilitator i tillegg til prosjekteringsgruppeleder for å optimalisere ICE-møtene. Jeg har til dels stått til ansvar for å planlegge ICE-møtene, lagd agenda, gjennomført møteledelsen, sørget for at ting kommer opp på SMART Board og lagd referater. Det blir for mye, rett og slett.”

(Prosjekteringsgruppeleder)

Det ble i forbindelse med møtet VDC i prosjektering - Kick-off Bispevika Syd også påpekt at prosjekteringsgruppeleder og fasilitator bør være to forskjellige personer, og at fasilitator har en viktig rolle for å være djevelens advokat, ha god oversikt over planleggingen av møtet og bidra til å optimalisere kommunikasjonen. For at referatene skal bli oversiktlige og egne seg til videre bruk, er det viktig at man har en fasilitator dedikert til slike typer arbeider. På drift er det allokert personell som fungerer som fasilitatorer, altså som bidrar til å optimalisere prosessene.

ICE-møtenes funksjon

Ved observasjonsstudier, ble det lagt merke til at prosjekteringsløsninger som ble diskutert i ICE-sesjoner ikke ble implementert i modellen underveis i ICE-møtet, men heller ble notert ned på SMART Board-referatet eller av de ulike prosjekterende selv. På bakgrunn av dette, ble det spurt hvorvidt ICE fungerte som et beslutningsverktøy der man innarbeider løsninger i modell, kontra som et diskusjonsforum for de ulike disiplinene. Følgende ble uttalt av intervjuobjektene:

”ICE-møter fungerer mer som et forum der prosjekterende kan diskutere og komme til enighet om større avgjørelser. Beregninger foregår for det meste i sær møter eller alene.”

(Prosjekteringsleder/Prosjekteringsgruppeleder)

”På Bispevika Nord fungerte også ICE som et forum, heller enn at løsningene ble innarbeidet i modell i møtene. Det vil si at når det kommer til beslutninger i ICE-møter, ligner Nord og Syd.”

(Prosjekteringsleder/Prosjekteringsgruppeleder)

”Jeg tror vi kjører ICE-møter på den måten som er den beste, hvor man prosjekterer rett i BIM-modellen ved at man identifiserer problemstillinger og løser dem i fellesskap i ICE-møtene. Vi implementerer derimot ikke løsningene i modellen der og da. Det er noe som kan gjøres som hjemmelekse til neste gang.”

(Utviklingsleder/Prosjekteringsleder)

Flere av intervjuobjektene utdypet med at de ikke ser hensikten med å implementere løsninger i modellen underveis i ICE-møtene. Det ble forklart at ICE har et element av *Concurrent Engineering* (samtidig prosjektering), ved at de samler prosjekteringspersonale i ett og samme rom og får fremmet forslag til gode løsninger. Likevel er det ikke, særlig ved mer kompliserte problemstillinger, fra et prosessmessig perspektiv optimalt å innarbeide løsninger der og da. En av de uskrevne reglene for god prosessledning er å ikke skifte mellom måter å jobbe på. Derfor er det ikke hensiktsmessig å veksle mellom å tenke kreativt og generere løsninger og å implementere løsningene i modell. Problemstillinger av kompleks karakter fører med seg mange gode alternativer. Ved å samle all kompetansen i ett rom, er det derfor aller viktigst å få

frem alle de ulike alternativene, og heller gjøre evalueringen og berikingen av alternativer på et annet tidspunkt. Deretter, kan man ha et beslutningsmøte, eller ta opp beslutningen ved neste ICE-møte.

Utviklingsleder/Prosjekteringsleder diskuterte basert på erfaringene fra prosjekteringen av Bispevika Nord at Team Bispevika kunne hatt godt av å innføre møter der løsninger blir implementert i fellesskap. De kan utspille seg om en dag der alt relevant personale er tilstede på brakkeriggen, og er forberedt på å jobbe i små grupper for å innarbeide løsninger diskutert i ICE-møter, i modell. Ideelt sett, ser vedkommende at slike møter blir holdt dagen etter ICE-møter, da diskuterte problemstillinger er friskt i minne. På denne måten, deler man opp prosessene - den ene ved idégenerering og meningsutveksling i ICE-møter, og den andre ved implementering i modell i mindre grupper eller på egen hånd.

En av intervjuobjektene forklarte at ICE-møter kan og bør ha forskjellig funksjon i ulike faser av prosjekteringen, og at strukturen på møtene bør tilpasses deretter. Vedkommende mener likevel at rammeverket i seg selv til enhver tid er gunstig, men at man kan tilpasse antallet særmøter, i hvilken grad de forskjellige rådgiverne, byggherre og leverandører involveres og lengder på møtene.

4.6.4 DOKUMENTASJON AV BESLUTNINGER

Det ble i forbindelse med intervjuene spurt hva prosjekteringslederne og prosjekteringsgruppelederne opplevde som utfordringer ved bruk av ICE. Flere av intervjuobjektene svarte at å sørge for sporbarhet til beslutninger som tas er veldig viktig, men også utfordrende.

”Sporbarhet til beslutninger som tas er veldig viktig, men også utfordrende. Dette er en vanlig utfordring. Det handler ikke nødvendigvis om de store beslutningene, men heller om detaljene som man avtaler ukentlig. At å få en sporbarhet til disse på beslutningene skal bli en del av prosjektets premisser, og å sørge for at de riktige menneskene får riktig informasjon, er viktig.”

(Prosjekteringsleder/Prosjekteringsgruppeleder)

Intervjuobjektene kunne fortelle at det besluttet veldig mye i forbindelse med ICE-møter, og at måten beslutningene blir loggført på ikke alltid er heldig. En av prosjekteringsgruppelederne på Bispevika Nord mente at de ikke klarte å loggføre alt av beslutninger på Nord, men at det er svært viktig å få det til. Flere av intervjuobjektene var usikre på hvordan man kan løse det på best mulig måte. Konsekvensen av dette kunne være at de endte med å prosjektere det samme to ganger, eller at beslutninger som ble tatt ikke fikk gjennomslagskraft og ikke ble en del av

de endelige leveransene mot innkjøp og produksjon. En prosjekteringsgruppeleder poengterte at beslutningsloggen bør beskrive:

- Hvilken aksjon det er snakk om
- Hvem som står ansvarlig for aksjonen
- Hva som ble besluttet
- Hvorfor det ble besluttet

Det ble gjort oppmerksom på at det ikke er alle beslutninger som egner seg å føres i BIM-modellen, og at det heller er mange som ikke bare kan føres i modellen. Team Bispevika har i hovedsak tatt i bruk tre typer verktøy for å dokumentere beslutninger: SMART Board-referater, Excel-dokumenter og BIMSync.

SMART-Board

SMART Board-referater er de referatene som blir til underveis i ICE-møter, vist i Figur 13. Referatene blir skrevet for hånd på den interaktive skjermen, i tillegg til at det limes inn utklipp fra BIM der de aktuelle områdene eller objektene blir markert. Det ble i forbindelse med intervjuer uttalt mange ulike aspekter ved SMART Board som referatform og beslutningsdokument:

”SMART Board bør uansett brukes i ICE-møter siden det fungerer bra som et verktøy i selve møtene.”

(Utviklingsleder)

”Siden referatene på SMART Board er skrevet for hånd, er de ikke søkbare på noe som helst.

Disse referatene er rene møtereferater.”

(Prosjekteringsgruppeleder)

”SMART Board blir i hovedsak brukt for å gi overordnede referat over hva som ble diskutert og hva de prosjekterende må gjøre på kort sikt fremover. Det meste av avgjørelser blir sporet opp før eller siden uansett. Man vil selvfølgelig unngå omarbeid, men det lar seg ikke gjøre å følge opp alle aktiviteter 100%.”

(Prosjekteringsleder/Prosjekteringsgruppeleder)

”Vi har sett at aksjoner som blir etablert på SMART Board ikke alltid blir fulgt opp. Det kunne man kanskje ha løst ved å ha en slags arbeidsøkt dagen etter ICE-møter, da alt ligger ferskt i minne, for å gå gjennom oppgavene fra SMART Board. Men når aksjonene fra referatene blir liggende og man plutselig tar de opp tre-fire uker senere, så så vi at mange av aksjonene ikke hadde blitt fulgt opp. Da ble SMART Board-referatene meningsløse. Det skal likevel sies at de er gode til å skape konsensus der og da, i selve møtet. Referatene kan også lukkes i selve møtet, i stedet for at prosjekteringsleder eller prosjekteringsgruppeleder skal bruke masse tid på å skrive referater i etterkant av møtene.”

...

”SMART Board er hensiktsmessig å bruke til enhver tid fordi det skaper konsensus i møtet og fungerer godt på kort sikt. Det er notater de tar underveis som det er felles enighet om, der skissene som tegnes gjør problemene veldig visuelle. Men SMART Board bør kompletteres med andre verktøy, ett eller annet referat. Det holder ikke alene.”

...

”Problemer som krever en kreativ prosess egner seg godt i ICE-møter og for SMART Board. Vi har tatt opp de mest spesielle, komplekse utfordringene på SMART Board. Likevel, ser vi i retrospekt at vi har brukt mye tid på å bla gjennom gamle SMART Board-referater, og at det er flere ting vi gjerne skulle hatt bedre sporbarhet i. Kunsten her er å finne en balanse mellom hva som krever mye administrasjon, og hva som er lettbeint.”

(Utviklingsleder/Prosjekteringsleder)

”Vi brukte Smart Board til føring av referat i ICE-møter og sendte de ut til prosjekteringsgruppa. Referatene er visuelle, men ikke søkbare. De er ikke alltid tydelige å lese, og det kan være vanskelig å fange opp beslutninger fra dem. Vi bør legge ekstra rammer og struktur for å ivareta sporbarheten i det som besluttes. SMART Board i seg selv er en ganske sårbar måte å føre referat på.”

(Prosjekteringsleder/Prosjekteringsgruppeleder)

Excel-dokumenter

Team Bispevika brukte på Bispevika Nord beslutningslogger i Excel i tillegg til referatene fra SMART Board. Beslutningsloggene henviser til ICE-møter, hvilke involverte fag beslutninger gjelder, dato for beslutningene og tilleggskommentar. Beslutningsloggene er søk- og sorterbare ved innebygde funksjoner i Excel. Det er dermed mulig å kategorisere ulike typer informasjon med de forskjellige funksjonene. Flere av intervjuobjektene påpekte at slike logger egner seg godt på lang sikt. Det fordrer likevel at prosjekteringsleder eller prosjekteringsgruppeleder utvikler og oppdaterer loggene kontinuerlig, noe som krever ressurser. Intervjuobjektene hadde følgende å si om bruk av Excel som beslutningslogg:

”Måten vi loggførte på Nord var et stadig tilbakevendende tema. I tillegg til at prosjekteringslederne hadde et ønske om å kjøre referater på skjerm (SMART Board), brukte vi Excel for å få sporbarheten i beslutningene. Så så vi at det ikke var et tilstrekkelig godt nok sakshåndteringsverktøy. Da innførte vi BIMSync, etter et sterkt ønske fra prosjekteringslederne.”

...

”Vi må bli mer bevisste på hvordan vi beskriver VDC-metodikken og hvordan vi ønsker å bruke det. Med dette, må vi si noe om hvilke verktøy vi ønsker å bruke i ulike faser. Jeg tror at Excel eksempelvis er hensiktsmessig i innledende faser av prosjektering, som der vi er nå på B8a. Det er fordi Excel er en fin logg å ha, som både beskriver hva sakene gjelder og utviklingen på sakene over tid. En sak kan jo gå over flere uker og måneder.”
(Utviklingsleder)

”For utviklingsfasen av prosjektering er Excel veldig gunstig for å se sakenes utvikling over tid. Det er også til hjelp for å dokumentere frister og beslutninger. Målet er å finne en form som gjør at folk gjør det de skal. Hvis det betyr litt mer administrasjon for prosjekteringsleder eller prosjekteringsgruppeleder med referat- og loggføring, men man slipper å bruke tid på å purre og følge opp, så er det jo verdt det.”
(Utviklingsleder/Prosjekteringsleder)

BIMSync

BIMSync ble introdusert som en programvare som skulle fungere som et sakshåndteringsverktøy. BIMSync var et forsøk på å skape sporbarhet ved at man kan registrere saker fra Solibri, og følge de opp i BIMSync, da Solibri mangler enkelte funksjoner for slik type bruk. Det ble forklart at aksjonsoppfølging fungerer bedre i BIMSync enn i Solibri. I BIMSync kan man etablere aksjoner, tilordne ansvar og sette frister. Da BIMSync ble introdusert i prosjektet, ble alle aksjoner fra Solibri eksportert til BIMSync for å forsøke og skape sporbarhet. Dermed kunne man kommunisere aksjonene ut til de det gjaldt, og også kommunisere om aksjonene i programvaren i stedet for å sende mailer. På denne måten, kunne de gjøre hele problemløsningskommunikasjonen for aksjonene i BIMSync. Likevel, ble det påpekt at BIMSync bidro til å skape ekstra støy, da prosjekteringsgruppa fikk enda en programvare å forholde seg til. Om BIMSync som sakshåndteringsverktøy og beslutningslogg ble følgende uttalt:

”Vi har begynt å kjøre aksjoner i BIMSync, men det er aksjoner og ikke beslutninger. Det er et verktøy som fungerer for å logge aksjoner og oppgaver. Men ikke alle beslutninger er sporbare i modell. Det er ikke alle som kan loggføres i BIMSync.”
(Prosjekteringsgruppeleder)

”BIMSync kan oppleves som tungt og vanskelig å bruke. Vi gjorde likevel en nøye vurdering av programvareløsninger før vi bestemte oss for å bruke BIMSync.”

...

”Når man går over i en detaljprosjekteringsfase kan det godt være at man bør innføre BIMSync fra dag én. Da må man være tydelig på hvilke saker som egner seg i BIMSync og ikke. Det er viktig å ha et tydelig rammeverk ved bruk av en slik programvare.”

...

”Det er fagene sitt ansvar å oppdatere BIMSync etter aksjoner og aktiviteter, ikke prosjekteringsgruppeleder eller en eventuell fasilitator. Hvis du gir et slikt ansvar til prosjekteringsgruppelederen, kommer vedkommende til å sitte og føre aksjoner døgnet rundt.”

...

”Det bør etableres en fast arbeidsflyt for sakshåndtering ved bruk av BIMSync. Arbeidsflyten starter da saken registreres inn, da den videre må innom et visst antall steg før den lukkes. Da tilrettelegges det også for at ulike prosjekterende kan delegerer saken videre ettersom andre disipliner må inn og endre noe. Dette fordrer at vi innledningsvis bestemmer oss for hvilke typer oppgaver og kategorier som skal legges inn i BIMSync og ikke. Skal man bruke verktøyet til å etterspørre informasjon, ta interne og eksterne beslutninger og gjøre avklaringer?”

(Utviklingsleder)

”Hvis man skal bruke BIMSync, bør man begrense det til enkelte typer oppgaver og aksjoner. Vi bruker i tillegg mail for å løse aksjoner, så det blir mange fora å forholde seg til. BIMSync fungerer greit for problemløsning i modell, men vi jobber jo egentlig i Solibri. Ideelt sett hadde Solibri hatt de tilleggsfunksjonene som BIMSync har.”

...

”BIMSync fungerer godt til å løse trivielle kollisjoner i modell, altså for eksempel kollisjon mellom avløpsrør og bjelke. Det egner seg altså godt til problemer som ikke krever så mye kreativ prosess. Kollisjoner fra Solibri er lett å bare eksportere til BIMSync og løse de der.”

(Utviklingsleder/Prosjekteringsleder)

”En ulempe ved BIMSync er at den må oppdateres manuelt. Solibri kan kun endres av BIM-koordinator, mens prosjekterende kan endre ting selv i BIMSync.”

...

”Man må ha faste rammer og regler for denne type bruk av BIMSync. Vi må ha tydelige føringer for bruk av programmet, siden det er så mange funksjoner. Det er derfor viktig å ha en nedskrevet prosedyre. Det er også sånn at ikke alle handlinger eller aksjoner kan gå inn i BIMSync.”

(Prosjekteringsleder/Prosjekteringsgruppeleder)

4.7 MÅLINGER I TEAM BISPEVIKA

4.7.1 GENERELT

Det var i hovedsak prosjekteringsgruppelederen, som også var VDC-ansvarlig, som gjennomførte målinger i forbindelse med prosjekteringsprosessen på Bispevika Nord. På Bispevika Syd var det våren 2019 foreløpig ikke igangsatt målinger. Team Bispevika bruker målinger som et virkemiddel for å øke effektiviteten under prosjekteringsfasen og for å få bedre kontroll over de ulike prosessene, for så å gjøre endringer underveis på ineffektive prosesser. Det ble under forskningsarbeidet rettet fokus mot prosjekt prosessmålinger, som er målinger som tar sikte på å forbedre prosessene tilknyttet blant annet prosjekteringsarbeider. På Bispevika Nord ble det gjennomført en rekke målinger som blant annet la fokus på hvorvidt BIM-modellen oppdateres regelmessig, prestasjoner i forhold til fremdrift, ICE-deltakernes grad av tilfredsstillelse og prosjekteringsgruppas opplevelse av samhandlingen på brakkeriggen i Bispevika.

4.7.2 ANVENDTE MÅLINGER

Prosjekteringsgruppelederen målte PPC (Percent Plan Complete) for lappene på utkikksplanveggen. Det ble uttalt at denne målingen var utfordrende i perioder der lappeveggen var full og uoversiktlig. Det ble også målt hvorvidt de største rådgivende fagene og arkitekt oppdaterte BIM-modellen ukentlig eller ei. Disse målingene ble presentert som prosent av disiplinene som opplastet modell ukentlig, men viste ikke hvem som hadde lastet opp og ikke. Videre, sier prosjekteringsgruppelederen at målingene bør vise hvilke disipliner som ikke laster opp modellen ukentlig, slik at det blir lettere å gjøre tiltak hvis enkelte skulle vise seg å underprestere over tid.

I forbindelse med ICE-møter, fikk prosjekteringsgruppa til stede utdelt spørreundersøkelser med skala 1-10 for hvert spørsmål for å besvare følgende:

1. I hvor stor grad synes du at du får muligheten til å komme med forslag/påvirke agendaen i ICE-møtene?
2. I hvor stor grad synes du at du selv bidro? (stilte forberedt, deltar aktivt)
3. I hvor stor grad synes du at du at andre bidrar i ICE-møtene? (stilte forberedt, aktiv deltagelse)
4. I hvor stor grad synes du vi får lukket agendapunkter i ICE-møter?
5. I hvor stor grad opplever du at rett personell er tilstede på ICE-møter?
6. I hvor stor grad opplever du at planveggen bidrar til forutsigbarhet i arbeidet ditt?
7. I hvor stor grad får du utbytte av å jobbe på AF-riggen utenom torsdager?
8. Dersom du opplever lite utbytte (5 eller mindre), i hvor stor grad opplever du at dette er noe du selv kan styre?

9. I hvor stor grad synes du at du får tilrettelagt utstyr på AF-riggen? (internett, ekstra skjerm, tilgjengelige møterom, etc.)
10. Alt i alt - hvor fornøyd er du med samhandlingen på prosjekt Bispevika?

Prosjekteringsgruppelederen plottet diagrammer basert på disse målingene og kunne følge deltakernes opplevelser over tid, for deretter å gjøre tiltak. Basert på målingene på Bispevika Nord, ble det gjort en del praktiske tiltak, da det påpekes at VDC i stor grad handler om miljøet man jobber i. Det ble blant annet gjort endringer på utforming av rom og kontorlandskap på brakkeriggen, og hvordan ICE-møter ble gjennomført. For eksempel gjennomføring av ICE-møter, ble det gjort tiltak på bakgrunn av tilbakemeldinger fra de prosjekterende. Tilbakemeldingene dreide seg rundt å gjøre ICE-møtene mer effektive med tanke på lengde på møtene, hvem som deltok, agenda og lignende.

Det er planlagt å ta med seg de ovennevnte målingene videre til Bispevika Syd, i tillegg til en måling som fanger opp rotårsaker til aktiviteter som ikke blir utført i forbindelse med utviklingsplanveggen. Denne målingen blir et supplement til målingene som er gjort av PPC for utviklingsplanveggen fra før av, og skal fange opp årsaker til ufullførte aktiviteter over tid for å kunne se mønstre og sammenhenger, for så å gjøre tiltak. De planlagte rotårsakene for ufullførte aktiviteter som skal brukes til målinger er:

- Mangler underlag (U)
- Mangler beslutning (B)
- Mangler ressurser (R)
- Sykdom (S)
- Oversett avhengighet (A)
- Endring/tilleggsarbeid (E)
- Feil/omarbeid (O)
- Feil vurdert omfang (F.O.)

Siden det på Bispevika Syd er tenkt å bruke MMI i mer utstrakt grad enn på Nord, har prosjekteringsgruppelederen en plan om å gjøre målinger basert på objekters modenhet i forhold til planlagt fremdrift for modenhet. Som nevnt, ble det uttalt at programvaren Microsoft Power BI kan hente data om modenhetsgrad fra BIM-modellen og plote grafer som viser modenhetsgrad i ulike områder og for ulike fag. Det ble uttalt at det da er essensielt med en tydelig sammenheng mellom modell, objekters modenhet og fremdriftsplanen, noe som kan bli en utfordring å få til i praksis. Det ble også sagt at det er vesentlig at alle fagdisipliner tar i bruk MMI i tilstrekkelig grad for at disse målingene skal ha noe for seg.

4.7.3 ERFARINGER

Alle som ble intervjuet fra Team Bispevika var enige om at målinger ved bruk VDC er et viktig verktøy for å få oversikt over hvordan de forskjellige prosessene og prosjekteringsgruppa presterer. Det ble blant annet gjort målinger på samhandling i prosjektering. Prosjekteringsgruppelederen som var VDC-ansvarlig på Bispevika Nord kunne fortelle at det var interessant å se at målinger av samhandling fra ett og samme prosjekt, med de samme rammene kan gi såpass sprikende svar for opplevelsen av prosessene. Vedkommende mente at dette er et eksempel på det eksisterende gapet mellom teori og praksis. For målinger av samhandling, ble det påpekt at det er faktorer som prosjektet ikke bestandig kan ta høyde for. Om det skulle være problemer med det trådløse nettet på brakkeriggen en dag, kan det ødelegge arbeidsforholdene for den enkelte. Likevel, poengteres det at målingene for samhandling på det jevne fungerer godt. Prosjekteringsgruppelederen kunne også fortelle at de målingene som var iverksatt på Bispevika Nord er nokså enkle å gjennomføre fordi de ga kvantitative resultater. Det vil si at det er lett å samle informasjonen for å presentere resultatene fra målingene. Spørreskjemaer og antallet oppgaver utført lar seg lett måle. En annen ting er å måle kvaliteten på arbeidet som blir gjort. Det ble argumentert for at bruk av MMI kan bidra til å måle kvaliteten på prosjekteringsarbeider.

”Målinger er viktig når det er snakk om VDC. Én ting er å måle antallet oppgaver utført. En annen ting er å måle kvaliteten på arbeidet som gjøres. Det er mer utfordrende.”

(Prosjekteringsleder/Prosjekteringsgruppeleder)

”Det er mulig å gjøre målinger av modellens modenhet i forhold til planen, så lenge man får en korrelasjon mellom modell og plan. Man kan hente ut data om objekters modenhet på ukentlig nivå. Det er viktig å se parallelliteten og modenhetsavhengigheter - og ikke minst uavhengigheter.”

(Utviklingsleder)

”Det er mer utfordrende å måle kvaliteten på prosjekteringsarbeider, enn å gjøre de kvantitative målingene som har blitt gjort. MMI kan bidra til å løse dette ved at man bruker det både i planlegging, men også følger det opp ved at man måler status i forhold til ulike planlagte oppgaver. Hvis man jobber i modell, er det skrekkelig lett å måle kvalitet ved at man sjekker hvor mange av elementene som er på den status-koden de skulle vært på. Det er en direkte måling av kvalitet. En annen måling av kvalitet, som fordrer at alle fagene jobber i modell, er jo å måle kollisjoner. Det gjøres i dag. Da bør man ha et mål for hvordan trenden bør se ut.”

(Utviklingsleder/Prosjekteringsleder)

Et annet aspekt ved målinger, er at det i hovedsak er prosjekteringsledelsen som har ansvaret for å gjennomføre de, men at målingene skal fange opp hele prosjekteringsgruppas opplevelse av prosessene. Derfor er det kritisk å sørge for at deltakerne er innforståtte med viktigheten av at målingene gjennomføres gjennom hele prosjekteringsprosessen.

”For deltakerne i prosjekteringsgruppa kan dette med målinger virke litt meningsløst i perioder. Men på sikt, kan man se gjennomgående trender som gjør at man enten kan peke på et problem eller en aktør som presterer svakt. Man må altså gjøre målinger over en viss periode for at de skal bli nyttige.”

(Prosjekteringsleder/Prosjekteringsgruppeleder)

Siden å gjennomføre målinger krever ressurser og oppfølging, kan det i perioder bli nedprioritert. Det ble forklart at det hendte at målinger ble gjennomført i mindre grad i perioder da det var hektisk i prosjekteringen, men at det også er da det er viktigst å gjennomføre målinger.

”De prosjekterende har mindre tid til å forholde seg til målinger i perioder da det er hektisk. Det er spesielt da det er viktig å måle. Det har tidvis vært veldig hektisk i prosjekteringen. Likevel, har målingene blitt gjennomført så langt det lot seg gjøre.”

(Prosjekteringsleder/Prosjekteringsgruppeleder)

En av prosjekteringsgruppelederne på Nord understrekte at tverrfaglighet er viktig når det gjøres målinger for å forhindre suboptimaliseringer. Det ble forklart at enkelte prosjekteringsledere var særskilt flinke til å gjøre målinger for fagene sine, spesielt målinger som angikk planveggen.

”Det som har skjedd, synes jeg, er en suboptimalisering i måleprosessen fordi enkelte fag har vært flinkere til å gjøre målinger enn andre. Det medfører ingen tverrfaglighet. Credit til de som har gjort det. Men det å velge ut omforente, gode måleparametere er viktig. Da er det viktig å ikke legge nivået for høyt, for da holder man bare på med det i noen uker eller et par måneder, så er det slutt. Da er det ikke noe vits. Målesystemet må være super enkelt og oppnåelig, så får man heller spe på med flere typer målinger hvis det er kapasitet eller behov for det. Å finne gode, tverrfaglige parametere på en enkel måte, det er nøkkelen.”

(Prosjekteringsgruppeleder)

4.8 PRODUKSJONSSTYRING I TEAM BISPEVIKA

4.8.1 GENERELT

Team Bispevika tar i bruk produksjonsstyring av prosjekteringsarbeider etter VDC-teoriens prinsipper. Det blir gjort evalueringer og planlegging av prosjekteringsprosessen for å tilrettelegge for best mulig produksjon og eliminering av sløsing. Last Planner System blir brukt ved bakoverplanlegging i utviklingsplanmøter. Utviklingsplanmøtene er beskrevet i Tabell 7.

Tabell 7 - Utviklingsplanmøter

Plannivå	Utviklingsplan
Tidshorisont	3-9 uker
Planeier/ansvarlig	Prosjekteringsgruppeleder
Frekvens	1-2 ganger i måneden
Involverte	Prosjekteringsgruppeleder, prosjekteringsledere, rådgivende ingeniører, arkitekt, BIM-koordinator, drift og relevante underentreprenører og leverandører, samt ekstern fasilitator
Innhold	Tverrfaglig koordinering for å treffe milepæler og definere beslutninger Fokus på faseplan og beslutningsplan for tidshorisont Fastsetter tema for ICE-møter med agenda
Varighet	2-3 timer

Ukeplanmøter blir i tillegg holdt hver til annen hver uke der man lukker, følger opp eller eventuelt justerer aktiviteter fra utviklingsplanmøtene innenfor tidshorisonten. På Bispevika Nord foregikk bakoverplanleggingen på en analog planvegg med Post-It lapper, mens den digitale planveggen Touchplan er tatt i bruk på Bispevika Syd.

4.8.2 ERFARINGER

I forbindelse med intervjuer ble det spurt om intervjuobjektene sine erfaringer med produksjonsstyring og planlegging av prosjekteringsarbeider. De fleste intervjuobjektene kunne enes om at analoge planvegger ikke er hensiktsmessig for planlegging av prosjekteringsarbeider i dette prosjektet.

”Det analoge systemet er for sårbart. Det fordrer også at noen loggfører lappene etter at de har blitt plassert i et møte. Det har ikke alltid blitt gjort. Det gjør det vanskelig med tanke på sporbarhet. Det har ikke blitt loggført på grunn av kapasitet, da det er en ganske tidkrevende jobb. Ved en analog planvegg er det også vanskeligere å se sammenhenger mellom ulike aktiviteter.”

(Prosjekteringsleder/Prosjekteringsgruppeleder)

”På Nord var det veldig lite digitalt på prosjekteringsiden der vi hadde disse lappeveggene.”

(Utviklingsleder/Prosjekteringsleder)

Enkelte intervjuobjekter kommenterte også lappenes utforming, og at det kunne bidra til forvirring og gjøre veggen uoversiktlig. En av prosjekteringsgruppelederne supplerte utsagnet med at parteringen av bygget og områdene som ble planlagt burde blitt gjort på en annen måte som var mer hensiktsmessig for bruk av planveggen i noen perioder.

”Utformingen av lappene kunne vært mer entydig. Men dette problemet møter vi i mindre grad fremover da vi skal bruke Touchplan.”

(Prosjektleder tekniske fag)

”Når det kommer til planveggen ville jeg gjort ting litt annerledes. Jeg ville valgt mindre områder å jobbe med samtidig, for eksempel bare ett bygg (B6a består av ni bygg). Det vi litt tilfeldigvis endte med å gjøre, var å jobbe etter salgstrinn. Jeg ønsker meg altså et mer fattbart utgangspunkt for planleggingen. Jeg ville også hatt en annen form for planvegg. Planveggen har et nokså sprikende nivå på lappene. Det burde vært et mer enhetlig nivå for å få bedre systematikk.”

(Prosjekteringsgruppeleder)

Det er verdt å påpeke at det ble presentert en entydig utforming av lappene med et enhetlig nivå i forbindelse med VDC i prosjektering - Kick-off Bispevika Syd. Det er uvisst, men ikke usannsynlig, om denne malen for utforming av lappene var gjeldende for Bispevika Nord også.

Utviklingslederen som ble intervjuet påpekte viktigheten av å være tro mot planleggingsmetoden som ble implementert gjennom hele prosjekteringsprosessen.

”Det kan være lett å ta avstand fra de satte rammene hvis det er litt hektisk på prosjektet. Men hvis man ikke klarer å sortere oppgaver og planlegge ordentlig, så mister man perspektivet. Derfor må vi være standhaftige på implementering og gjennomføring. Hvis implementeringen av systemet ikke er godt nok, så ender vi med å planlegge for andre, og det vil vi unngå.”
(Utviklingsleder)

Det ble i forbindelse med møtet VDC i prosjektering - Kick-off Bispevika Syd diskutert rundt rollen fasilitator i utviklingsplanmøter. Enkelte mente at vedkommende burde være intern med hensyn til forståelsen av prosjektets rammer, hva som foregår til enhver tid og ha en sentral rolle i prosjekteringen for øvrig. Argumentet var at en ekstern fasilitator ikke har god nok oversikt for å kunne fasilitere utviklingsplanmøter. På den andre siden, ble det forklart at fasilitatoren burde være nøytral, og ikke en del av prosjekteringsgruppa fordi alle prosjekterende og arkitekt skulle bli hørt i like stor grad, og at alle dermed tvinges til å engasjere seg i møtene.

4.9 BOLIGUTVIKLING I BJØRVIKA SOM CASEPROSJEKT

Det ble underveis i intervjuene diskutert hva forskeren hadde fått ut av arbeidet med masteroppgaven og ved å ha prosjektet Boligutvikling i Bjørvika som caseprosjekt. Undertegnede uttalte at det har vært svært lærerikt og spennende, men også utfordrende, å få innblikk i hvordan en gruppe som Team Bispevika er organisert og jobber på et prosjekt av en slik størrelse, både med tanke på økonomi og bygningsmasse. I den forbindelse, ble det uttalt aspekter ved caseprosjektet som var til ettertanke før forskeren analyserte og diskuterte resultatene:

”Det kan være vanskelig å gjøre en analyse av prosjektet på grunn av dets størrelse og kompleksitet, spesielt når du skal finne ut av årsakssammenhenger for hva du ser av utfordringer på prosjektet.”

...

”Prosjektet har jo også et enormt persongalleri med folk med hver sine kontrakter, interesser og innstillinger, og bare det har hatt enorm påvirkning på de gangene vi har gjort det bra og mindre bra. Det handler ikke alltid om hvordan vi har jobbet eller brukt VDC for eksempel, det kan være helt andre årsaker.”

(Utviklingsleder/Prosjekteringsleder)

5 DISKUSJON

I dette kapittelet diskuteres resultatene fra den kvalitative datainnsamlingen som ble presentert i forrige kapittel. Resultatene knyttes både opp mot den etablerte teorien som ble presentert i teorikapittelet, og blir diskutert i seg selv. Diskusjonskapittelet er strukturert i henhold til forskningsspørsmålene for arbeidet. Diskusjonskapittelet legger dermed grunnlaget for den påfølgende konklusjonen.

5.1 GENERELT

Undertegnede har underveis i forskningsperioden blitt gjort oppmerksom på ulike aspekter som angår funn som ble gjort, og at mange av funnene henger sammen på forskjellige måter. Som utviklingslederen/prosjekteringslederen påpekte, er prosjektet av massiv størrelse og dermed komplekst, noe som gjør det utfordrende å analysere. Det er stor sannsynlighet for at forskeren har oversett enkelte årsakssammenhenger og avgrenset problemer etter hva som har blitt ansett som hensiktsmessig for oppgavens omfang, og ikke de faktiske funnernes omfang. Likevel, er funnene fra resultatkapittelet forsøkt å bli satt i sammenheng med hverandre etter beste evne, og forsøkt å forankre i teorien.

5.2 VIRTUAL DESIGN AND CONSTRUCTION I TEAM BISPEVIKA

I de følgende kapitlene blir det diskutert i hvilken grad Team Bispevika anvender VDC-metodologien etter dens teoretiske rammeverk, presentert i teorikapittelet.

5.2.1 ORGANISERING AV PROSJEKTERINGSGRUPPA

VDC som rammeverk for gjennomføring av byggeprosjekter omfavner blant annet organiseringen av prosjekteringsgruppa. Kunz & Fischer (2012) omtaler Produkt-Organisasjon-Prosess-modellen (POP-modellen) som sentral ved bruk av VDC, og at designet av *produktet* som skal lages, oppbyggingen av *prosjektorganisasjonen*, som inkluderer prosjekteringsledelsen, og *prosjekteringsprosessen* bør utvikles parallelt da de er betydelig avhengig av hverandre. Hensikten er at utviklingen av produktmodellen tilpasses slik at den tilrettelegger for prosessmodellen og organisasjonsmodellen. Det ble under intervjuene spurt om hvorvidt organiseringen av Team Bispevika var utviklet etter POP-modellens prinsipper. Da det ble forklart at implementeringen av VDC i prosjektet ikke var skikkelig i gang før ved detaljprosjektering av Dronninglunden (B2), og at de på dette tidspunktet allerede hadde utviklet et organisasjonskart over prosjektet og tildelt personell ulike roller, er det grunn til å tro at prosjektorganisasjonen ikke ble utviklet med hensyn til POP-modellens prinsipper. Deltakere som bidro til å partere prosjektet etter prosjekteringsarbeider i ulike byggetrinn fortalte i tillegg at de har liten kjennskap til POP-modellen. Uttalelser som antydte at

allokeringen av personell til ulike prosjekteringsoppgaver ikke bestandig var heldig, understreker at prosjektet kunne fått utbytte av å organisere seg i henhold til POP-modellen. På den andre siden, ble det ikke spurt om hvilke prinsipper og hensikter prosjektorganisasjonen ble utviklet med. Det er dermed usikkert, men ikke usannsynlig, at prosjekteringsgruppa ble organisert med den hensikt å fremme prinsipper relatert til VDC.

Prosjekteringsgruppa har for øvrig en relativt flat struktur, i samsvar med det VDC-teorien anser som hensiktsmessig når det kommer til organisering av prosjekteringsgrupper. Likevel, erfarte prosjekteringsgruppa behovet for en funksjon som kunne delegerer ansvar prosjekterende og prosjekteringsledere i mellom, og ta hånd om grensesnitt som falt mellom de ulike fagene. Løsningen i Team Bispevika var å engasjere prosjekteringsgruppeledere for å bedre samhandlingen og kommunikasjonen i gruppa. Dette stemmer godt overens med Eikelands (1998) bemerkninger om at spesialiseringen innenfor de tekniske fagene i de senere år har økt, og at det derfor har blitt et økende behov for samordning og håndtering av grensesnitt i prosjekteringsgrupper.

5.2.2 BIM I TEAM BISPEVIKA

Det er først og fremst viktig å påpeke at VDC-metodologien tilrettelegger for effektiv bruk av BIM, og at sammenhengen og samspillet ved bruk av hovedverktøyene som er beskrevet i teori- og resultatdelen støtter oppom hverandre og fungerer bedre etter sin hensikt når de brukes i en kombinasjon av hverandre. Team Bispevika utnytter potensialet til BIM i stor grad, da det både brukes som et visuelt verktøy for 3D-modeller, men også som et verktøy for mengdeberegninger, 4D-simuleringer, kollisjonskontroller og visuelle kontroller, i henhold til det Knotten & Svalestuen (2014) anser som utstrakt bruk av BIM i VDC. Deltakerne bruker IFC-format for utveksling av filer, som er kompatibelt med all programvare som tas i bruk i Bispevika. Dette, i sambruk med BIM-servere og en robot som fusjonerer modellene, tilrettelegger for effektiv og presis kommunikasjonsflyt mellom tverrfaglige aktører i prosjekteringsgruppa, og sørger i tillegg for god tilgjengelighet blant arbeid som blir gjort av ulike disipliner.

Team Bispevika brukte i noen grad S-nivåer i prosjektering på Bispevika Nord, som er en angivelse av modenhet i likhet med MMI. Modenhetsnivåene ble for enkelte fag brukt til planlegging av prosjekteringsarbeider, og av prosjekteringsgruppeleder til forsøk på å gjøre målinger. Siden det ble påpekt at de færreste av de prosjekterende tok i bruk modenhetsnivåer særlig grad på Bispevika Nord, kan det argumenteres for at Team Bispevika ikke fikk ut det fulle potensialet ved ekstensiv bruk av modenhetsnivåer, både når det kommer til planlegging av prosjekteringsarbeider og målinger.

5.2.3 INTEGRATED CONCURRENT ENGINEERING (ICE) I TEAM BISPEVIKA

ICE-sesjoner/møter har blitt brukt i utstrakt grad gjennom hele prosjekteringen av Bispevika Nord og Bispevika Syd så langt. Det har blitt holdt separate ukentlige ICE-møter for hver av prosjektene B2, B6a og B8a. Alle ICE-møter blir avholdt i et tilrettelagt Big Room med SMART Board, som det ideelt sett skal i følge Østby-Deglum et al. (2013). Alle prosjekterende stiller med PCer som har nødvendige programvarer for å kunne vise modeller på SMART Board. VDC-teori om ICE sier at de prosjekterende, ved å være linket til et internt IT-system med en felles database, skal kunne innarbeide løsninger i modell underveis i ICE-møtene. Team Bispevika benytter seg ikke av denne metoden i sine ICE-møter. Der innarbeides ingen ting i modellen underveis i møtene, men heller ved andre anledninger. Det ble sjeldent arrangert såkalte *Breakout-sessions* der grupper som jobber med en spesiell problemstilling forflytter seg til et annet rom. Det ble ikke ansett som hensiktsmessig for måten Team Bispevika avholdte ICE-møter på.

Baglo (2017) understreker viktigheten av god planlegging av ICE-møter for å sikre kvaliteten på møtene. Det blir i Team Bispevika utsendt agenda i forkant av møtene, utarbeidet i forbindelse med utviklingsplanmøter. Agendaene er detaljerte, og stiller tydelige krav til hvordan de involverte skal forberede seg. At agendaene for det meste ble fulgt, tyder på at de er gjennomarbeidet og ikke for omfattende.

Intervjuobjektene var åpne om at ICE-møter ikke ble gjennomført helt i samsvar med teorien, men at de heller ble tilrettelagt for det gjeldende prosjektet og etter de momentene ved verktøyet som de kunne dra mest nytte av. Det er likevel tydelig at Team Bispevika anvender ICE etter mange av dets grunnleggende, teoretiske retningslinjer.

5.2.4 MÅLINGER I TEAM BISPEVIKA

Prosjekteringsgruppelederen, som også var VDC-ansvarlig, gjennomførte målinger på Bispevika Nord for å øke effektiviteten under prosjekteringsfasen og for å få bedre kontroll over de ulike prosessene i fasen, for så å gjøre endringer underveis på ineffektive prosesser, slik som Knotten & Svalestuen (2014) beskriver at man skal bruke det i henhold til rammeverket. De målbare prestasjonsfaktorene som ble studert i forbindelse med forskningsarbeidet var alle såkalte *prosjekt prosessmålsetninger*, som er kvantitative og skal bidra til å øke den indre effektiviteten i prosjektet. Det ble overordnet gjort målinger som la fokus på hvorvidt BIM-modellen oppdateres regelmessig, prestasjoner i forhold til fremdrift, ICE-deltakernes grad av tilfredsstillelse og prosjekteringsgruppas opplevelse av samhandlingen på brakkeriggen i Bispevika. Prosjekteringsgruppelederen plottet diagrammer basert på målingene og kunne følge deltakernes opplevelser over tid, for deretter å gjøre tiltak. Å visualisere målingene, og å bruke de til å gjøre tiltak, er i tråd med VDC-teoriens rammeverk.

De to andre typer målbare prestasjonsfaktorer, *kontrollerbare prosjektfaktorer* og *resultatmålsetninger*, ble ikke satt i fokus under intervjuene, og forskeren har lite grunnlag for så si noe om hvorvidt disse blir tatt i bruk. Team Bispevika kan like vel sies å bruke prosessmålsetningene i henhold til rammeverket.

5.2.5 PRODUKSJONSSTYRING I TEAM BISPEVIKA

Team Bispevika anvender produksjonsstyring med Last Planner System, eller bakoverplanlegging, i henhold til teorien. Siden prosjekteringsprosessen er iterativ, er den avhengig av en iterativ planleggingsmetode for å være verdiskapende. Bakoverplanlegging foregår i utviklingsplanmøter i Team Bispevika, og blir fasilitert av en ekstern fasilitator i tråd med teorien. Teorien tar utgangspunkt i en teknikk der man bruker Post-It-lapper for bakoverplanlegging med utgangspunkt i milepæler. En slik teknikk ble tatt i bruk på Bispevika Nord. Videre på Bispevika Syd, har de gått over til å bruke den digitale versjonen av en slik planvegg ved navn TouchPlan. Det ble ansett som hensiktsmessig for Team Bispevika grunnet sporbarhet og oversiktighet. Team Bispevika anvender altså produksjonsstyring ved Last Planner System i henhold til det teoretiske rammeverket.

5.3 IMPLEMENTERING AV VIRTUAL DESIGN AND CONSTRUCTION I PROSJEKTERING

I det følgende kapittelet vil det, basert på erfaringer intervjuobjektene hadde fra prosjektet og tidligere, bli lagt frem forslag for hvordan å implementere VDC i prosjektering på best mulig måte. Det er verdt å påpeke at det finnes lite litteratur som presenterer teori og anbefalinger for hvordan å implementere VDC i et prosjekt, og spesielt i prosjektering.

5.3.1 GENERELT

Det ble under intervjuene stilt spørsmål og diskutert rundt aspekter som er viktige for god implementering av VDC i prosjektering. Implementeringen ble for fullt satt i gang først ved detaljprosjekteringen av Dronninglunden (B2). På dette tidspunktet hadde prosjekteringsgruppa allerede innarbeidet rutiner og arbeidsmetodikk fra utviklingsfasen. Derfor kan det argumenteres for at implementeringen av VDC burde startet på et tidligere tidspunkt, så deltakerne i større grad kunne blitt kjent med rammeverket og arbeidsmetodikken før den skulle tre i kraft for fullt. Utviklingslederen som var ansvarlig for utviklingen av rammeverket til VDC i Team Bispevika var også tydelig på at de skulle bruke VDC som en verktøykasse heller enn en filosofi, og at de elementer ved VDC som ble ansett som nyttige for prosjektet ble satset på, mens de andre ble lagt mindre vekt på. Siden Knotten & Svalestuen (2014) som nevnt sier at sammenhengen og samspeillet ved bruk av hovedverktøyene i VDC støtter oppom hverandre og fungerer bedre etter sin hensikt når de er brukt i en kombinasjon, ligger det en risiko i å velge

og utelate enkelte aspekter av VDC i implementeringen. De fire hovedverktøyene ble likevel tatt i bruk i større eller mindre grad. Basert på intervjuene, ble det i hovedsak nevnt fire aspekter som er viktige for god implementering av VDC: et kick-off, en tydelig manual som rammeverk, kontinuitet ved metodikken og kontinuerlig forbedring underveis i prosessen.

5.3.2 KICK-OFF

Et formelt kick-off ble nevnt som vesentlig for vellykket implementering av VDC i prosjektering. Hensikten er at de prosjekterende skal få eierskap til verktøyene og planleggingsmetoden, og at alle deltakende skal komme ut at startblokkene på riktig måte og til rett tid. Det ble foreslått at et formelt kick-off bør holdes over to-tre dager. Det er varierende kunnskap om innovative verktøy som VDC i bransjen, og en kortfattet introduksjon på prosjekter som skal anvende VDC er fornuftig. Prosjekteringsgruppeleder og VDC-ansvarlig uttalte også at de i for stor grad hadde betrodd seg til at metodikken skulle utvikle seg underveis i prosjekteringsprosessen. De erfarte at det ikke skjedde av seg selv, noe som styrker argumentet for å legge frem forventninger og rammer ved bruk av metodikken på et tidlig stadium. For at prosjekteringsledelsen skal kunne legge frem et tydelig rammeverk tidlig i prosessen, er de avhengige av et rammeverk, en manual, som alle kan forholde seg til, og som gjør at de sender ut tydelige signaler om metodikken til resten av prosjekteringsgruppa.

5.3.3 MANUAL

På bakgrunn av uttalelser om at det foreligger lite dokumentasjon av metodikken, arbeidsformen og samarbeidsformen i prosjekteringsprosessen i Team Bispevika, ble det påpekt at det til dels skyldes at Team Bispevika ikke har en tydelig beskrivelse av arbeidsmetodikken og at det ikke finnes en innarbeidet metodikk for VDC i AF Gruppen. Rammeverket som forelå for bruk av VDC i Team Bispevika har altså ikke vært tydelig nok. En omforent manual som fungerende rammeverk for VDC vil være nyttig for å sørge for at AF Gruppen internt skal være tydelige utad til deltakere om hvordan de ulike verktøyene skal tas i bruk, og hva som forventes av de involverte i prosjektet. En manual som rammeverk legger føringer for prosjekteringsgruppa vil bidra til å trimme og innarbeide arbeidsprosesser. Det legger til rette for kontinuitet i arbeidet og gjør det mulig for prosjekteringsledelsen å justere prosessene underveis. Da en tydelig manual og rammeverk ble etterspurt av andre prosjekteringsledere deltakende i forskningsarbeidet, understreker det behovet ytterligere. Et rammeverk for VDC i prosjektet eller AF Gruppen vil være nyttig for videre læring, da det står tydelig forklart hvordan de forskjellige verktøyene ble tatt i bruk. Intervjuobjektene understrekte at Team Bispevika var på god veg til å danne et tydelig rammeverk på bakgrunn av erfaringene de har med seg fra prosjektet, og at en manual absolutt bør inngå i et prosjekt for vellykket bruk av VDC.

5.3.4 KONTINUITET

Et viktig moment ved implementering av VDC i prosjektering er kontinuitet ved de valgte metodene for å være tydelige utad til resten av prosjekteringsgruppa, og for å få satt rutiner og arbeidsformer skikkelig. Utviklingslederen understrekte viktigheten av å fokusere på den ukentlige oppfølgingen, trimmingen av bruken fra dag til dag og uke til uke, og å få satt rutiner og frekvens slik at det blir en innarbeidet arbeidsform. For forutsigbarhet for prosjekteringsgruppa, er det også vesentlig å være konsekvente ved det satte rammeverket, og å gjennomføre prosjekteringen etter rammeverket fra ende til annen. Kontinuitet vil øke kunnskapen og kompetansen til de involverte i prosjekteringsgruppa med tiden, noe som gagnar alle. Team Bispevika har erfart utfordringer ved kontinuitet i arbeidet, da det i perioder har vært hektisk i prosjekteringen, og det kan være lett å ta et steg bort fra det satte rammeverket. Likevel, var de tydelige på at de videre vil sørge for å gjennomføre prosjekteringsprosessen med konsekvent tilnærming til det satte rammeverket.

5.3.5 KONTINUERLIG FORBEDRING

I tråd med Koskela et al. (2002) og Lean-prinsipper, er kontinuerlig forbedring i prosessen et sentralt aspekt ved implementering av VDC i prosjektering. Team Bispevika har vært igjennom en utviklingsfase der de selv har skapt innholdet i hva VDC innebærer for dem, og tar med seg læring. Ikke bare tar de med seg læring fra Bispevika Nord til Bispevika Syd og fremover, men de har gjort tiltak underveis i byggetrinnene basert på erfaringer de gjorde seg. Utviklingslederen understrekte hvor viktig det er å tilpasse seg underveis i prosessen, og å være bevisst på hva som foregår for øyeblikket, ta læring og forbedre seg. Det blir altså ikke ansett som en ulempe å endre metodikken underveis i prosessen, snarere tvert i mot. Det har underveis i prosjekteringen av Bispevika Nord blitt gjort kontinuerlige vurderinger for hvordan man kan forbedre systemene som er i bruk. Hvordan de endret planstrukturen underveis i prosjekteringen av Bispevika Nord er et eksempel på kontinuerlig forbedring av metodikken som er i bruk. Det å tilpasse rammeverket kontinuerlig etter det som er mest hensiktsmessig for prosjekteringsgruppa og prosjektet, står sentralt i implementering av VDC i prosjektering.

5.4 ERFARINGER I TEAM BISPEVIKA

I dette kapittelet vil erfaringene som Team Bispevika har gjort seg i forbindelse med hovedverktøyene til VDC i prosjekteringen bli diskutert. Det ble under intervjuene fortalt om en rekke gode og dårlige erfaringer ved metodikken i prosjektet. Erfaringene som blir diskutert legger grunnlaget for undertegneds forslag til hvordan å optimalisere bruk av VDC i prosjektering.

5.4.1 BIM I TEAM BISPEVIKA

Tverrfaglige kontroller

Prosjekteringsgruppa i Team Bispevika gjennomfører kollisjonskontroller som en innebygd funksjon i Solibri. Det ble erfart at kollisjonskontrollene naturlig nok kun registrerer elementer som kolliderer, og ikke om elementer svever, om det er hull i vegger, sprekker i fasaden og lignende. Basert på disse erfaringene, ville prosjekteringsgruppa forsikre seg om at modellen inneholdt færre av slike feil ved å gjennomføre tverrfaglige kontroller der visuelle kontroller inngår. Dermed ble det satt i gang kollisjonskontroller samtidig som en eller flere personer systematisk gikk igjennom modellen for visuelle kontroller. Tiltaket er vedvarende, og ble videreført til Bispevika Syd.

DAK-manual

Intervjuobjektene kunne enes om at det er viktig å bestemme seg for hva BIM skal brukes til og ambisjonene tilknyttet den tidlig. Flere av erfaringene som ble delt understreker behovet for en tydelig DAK-manual som kan beskrive hvordan utforming og utveksling av DAK-tekninger og modeller skal foregå i prosjektet. Svalestuen et al. (2017) påpeker at BIM ved ekstensiv bruk kan legge til rette for misforståelser og feil i kommunikasjonen, da modeller og programvare har mange applikasjoner og funksjoner. Derfor bør en DAK-manual introduseres, som spesifiserer hvilken type informasjon som bør inngå i modellen på ulike stadier av prosjektet, og som orienterer de prosjekterende om bruksområder. Mangelen på en tydelig DAK-manual i Bispevika gjorde det usikkert om modellen eksempelvis var utviklet nok til å hente ut mengder og verdier til enhver tid. I Bispevika Nord brukte de en DAK-manual, men opplevde i perioder utfordringer med å ivareta kravene til den. Basert på erfaringene, konkluderte prosjekteringsgruppelederen med at de på Bispevika Syd må introdusere en tydelig DAK-manual tidlig, og være nøye med å følge den opp. Av erfaringene intervjuobjektene delte, kan det tyde på at Team Bispevika har godt av å revidere den gjeldende manualen, da kravene som ble stilt var nokså rigide, og de dermed ikke kunne forvente at de ble fulgt. På den andre siden, kan det hende at kravene ville blitt fulgt i større grad om de gjorde manualen mer tilgjengelig på et tidlig tidspunkt, og om de gjorde tiltak for å i større grad følge den opp underveis i prosjekteringsprosessen.

5.4.2 MMI - MODELL MODENHETS INDEKS

Team Bispevika brukte i noen grad S-nivåer i prosjektering på Bispevika Nord, som er en angivelse av modenhet i likhet med MMI. Da S-nivåer ble brukt av noen fag mer enn andre, la det begrensninger for effekten modenhetsnivåene hadde på prosjekteringsarbeidene. Prosjekteringsgruppa hadde et mål om at alle prosjekterende skulle oppdatere modenhet på elementer innenfor kontrollområder som ble innført, slik at effekten ved bruk av modenhetsnivåer skulle være størst mulig. Prosjekteringsledelsen i Team Bispevika er fullt klare over potensialet modenhetsnivåer har i prosjekteringsprosessen, og er innstilt på å ta i bruk MMI på Bispevika Syd. Blant annet, vil de bruke MMI til å sortere modellen etter ulike modenhetsnivåer. Det ble påpekt at de da er avhengige av en god oppdeling av kontrollområder som er omforente, som igjen avhenger av hensiktsmessig faseinndeling. Fløisbonn et al. (2018) mener at MMI kan brukes til å planlegge utviklingen av BIM-modellen i et prosjekt, gitt at modellen er har godt definerte områder/soner. Premissene for at Team Bispevika skal få fullt utbytte av modenhetsnivåer er dermed å implementere det i den grad at alle prosjekterende bruker det på samme måte, og at modellen er hensiktsmessig oppdelt i geometriske kontrollområder. Dette fordrer dermed en DAK-manual som setter rammer for hvordan de prosjekterende skal gruppere objektene sine konsistent. Intervjuobjekter delte i tillegg erfaringer om hvordan de har brukt, og har planer om å ta i bruk MMI til planlegging av prosjekteringsarbeider og til målinger.

MMI til prosjekteringsplanlegging

Team Bispevika har planer om å ta i bruk MMI til planlegging av prosjekteringsarbeider i større grad på Bispevika Syd. Typisk kan modenhetsnivåene bli brukt som milepæler ved bakoverplanlegging under utkikkspanmøter. De har dermed mulighet til å planlegge og få bedre kontroll over ferdiggraden til modellen innen ulike kontrollområder.

Fløisbonn et al. (2018) mener at MMI er et godt egnet system for planlegging av prosjekteringsleveranser. De ulike nivåene i systemet kan benyttes av fagdisipliner til å planlegge sine egne leveranser i soner av prosjektet og signalisere behov for BIM-leveranser fra andre fagdisipliner. På denne måten er det mulig å planlegge BIM-leveranser med samme modenhet i samme områder til samme tid. MMI til planlegging av prosjekteringsarbeider ble diskutert under intervjuene. Intervjuobjektene delte mange av synspunktene som litteraturen har om bruken, men påpekte at det ikke er hensiktsmessig eller gjennomførbart at de ulike fagdisiplinene er på samme modenhetsnivå i samme områder til samme tid. Det er fordi de prosjekterende jobber på forskjellige måter når de implementerer løsninger i modellen, ved at noen jobber horisontalt i modellen, andre vertikalt og noen med hele bygningsdeler av gangen. Dermed strider erfaringene fra intervjuobjektene i Bispevika i mot litteraturens anbefalinger. Basert på utsagnene, og det faktum at fagdisipliner i prosjektering tradisjonelt sett jobber med ulikt detaljeringsnivå til ulike tider, gir det mening at det er mest hensiktsmessig at de

prosjekterende ikke nødvendigvis bør være på samme modenhetsnivå i samme områder til samme tid. Denne måten å jobbe på, fordrer at oppdelingen av kontrollområder gjøres med den hensikt at den tilrettelegger for at ulike fag skal kunne jobbe i en rekkefølge som passer dem. Prosjekteringsledelsen må derfor bidra til å planlegge en slags arbeidsflyt for modenhetsnivåer fagene i mellom, innen de ulike kontrollområdene. Arbeidsflyten bør ta høyde for avhengigheter og uavhengigheter mellom disiplinene. Utviklingslederen påpekte at denne arbeidsflyten kan og bør variere fra fase til fase, og bygningsdel til bygningsdel, noe som gjør planlegging ved MMI i utstrakt grad ekstra utfordrende. Dermed er uttalelsen om at ekstensiv implementering av MMI i prosjekteringsplanlegging er ressurskrevende, forståelig.

MMI til målinger

Team Bispevika har brukte i noen grad MMI til å gjøre prosessmålinger ved hjelp av programvaren Microsoft Power BI, der de plottet grafer som viser oversikt over antall objekter i modellen med de forskjellige modenhetsnivåene. Det fordrer at de prosjekterende kontinuerlig oppdaterer elementers status gjennom prosjekteringsprosessen, noe som ble erfart som en utfordring. Å måle kvaliteten på prosjekteringsarbeider ble pekt på som en utfordring. Flere av intervjuobjektene kunne enes om at prosessmålinger ved bruk av MMI kan bidra til å måle kvaliteten på prosjekteringsarbeider som blir gjort. Dette vil dog kun være mulig om modellen er hensiktsmessig oppdelt i kontrollområder med en tilknytning til fremdriftsplanen, og de prosjekterende bruker MMI på lik linje.

5.4.3 INTEGRATED CONCURRENT ENGINEERING (ICE) I TEAM BISPEVIKA

Roller

ICE-møter kjennetegnes i følge Baglo (2017) av en flat struktur uten en direkte leder, men heller en fasilitator som fungerer som ordstyrer, en møteleder med ansvar for det faglige og en part som fungerer som referent med ansvar for å dokumentere beslutninger. I Team Bispevika var det i hovedsak prosjekteringsgruppeleder som ledet og fasiliterte ICE-møtene, i tillegg til å lage notater på SMART Board som dannet referatene. Det teorien beskriver som tre forskjellige roller, blir altså i Team Bispevika fylt av én person. En av prosjekteringsgruppelederne uttalte at de burde hatt en fasilitator i tillegg til prosjekteringsgruppeleder for å optimalisere ICE-møtene. Vedkommende mente at å fylle alle rollene, som ordstyrer, møteleder og referent, var for ressurskrevende, og at det kunne gå på bekostning av kvaliteten på arbeidet. Da det i forbindelse med møtet *VDC i prosjektering - Kick-off Bispevika Syd* også ble understreket at prosjekteringsgruppeleder og fasilitator bør være to forskjellige personer, er det tydelig at Team Bispevika har bruk for en fasilitator i tillegg til prosjekteringsgruppeleder for å optimalisere ICE-møtene.

ICE-møtenes funksjon

Knotten & Svalestuen (2014) forklarer at ICE er samlokalisert, samtidig prosjektering i team med tverrfaglige eksperter tilrettelagt for metode og teknologi. ICE-møter skal foregå i et rom som blant annet har PCer med nødvendige programvarer og er linket til et internt IT-system med en felles database, slik at deltakerne kan utveksle modeller i en felles database underveis i møtene. Det er vanlig å arrangere såkalte *Breakout-sessions* der grupper som jobber med en spesiell problemstilling forflytter seg til et annet rom i nærheten. Teori om ICE forteller altså at prosjekteringsdeltakerne bør innarbeide løsninger underveis i ICE-møtene. I Bispevika, hadde ICE-møtene en noe annen funksjon. Flere av intervjuobjektene uttalte at ICE-møter i større grad fungerer som et diskusjonsforum enn et beslutningsverktøy og et møte der prosjekterende implementerer løsninger i modell. ICE-møtene fungerte som et forum der prosjekterende kan diskutere og komme til enighet om større avgjørelser. Beregningene og implementeringen i modell foregår for det meste i særmøter eller alene. Flere av intervjuobjektene utdypet med at de ikke ser hensikten med å implementere løsninger i modellen underveis i ICE-møtene. Det er ikke, særlig ved mer kompliserte problemstillinger, fra et prosessmessig perspektiv optimalt å innarbeide løsninger der og da. Det ble begrunnet med at god prosessledelse blant annet handler om å ikke skifte mellom måter å jobbe på. Ved å bruke ICE-møtene til idégenerering og kreativ tenkning, får Team Bispevika mye ut av å samle et stort antall prosjekteringsdeltakere. Ved å samle all kompetanse i ett rom, er det aller viktigst å få frem alle de ulike alternativene, og heller gjøre berikingen av alternativene på et annet tidspunkt.

Da løsninger ikke blir implementert i modellen under ICE-møter i Bispevika, blir det heller ofte arrangert særmøter for implementering i modell, eller at de prosjekterende gjør det på egen hånd mellom ICE-møtene. Utviklingsleder/Prosjekteringsleder foreslo dermed at Team Bispevika kunne hatt godt av å innføre møter der løsninger blir implementert i fellesskap. De kan utspille seg som en dag der alt relevant personale er tilstede på brakkeriggen, og er forberedt på å jobbe i små grupper for å innarbeide løsninger diskutert i ICE-møter, i modell. Møtene bør avholdes dagen etter ICE-møter slik at problemstillinger fra ICE-møtet sitter friskt i minne. På denne måten deler man opp prosessene, altså måtene å jobbe på. Forslaget om en egen dag avsatt til implementering av løsninger virker fornuftig, men kan gå på bekostning av tiden de prosjekterende får i sine egne fagmiljøer, og hvor ofte de må være tilstede på brakkeriggen. Det er en kjent sak at fagdisipliner ønsker å tilbringe tid i sine egne fagmiljøer, og enda et ukentlig møte for implementering av løsninger vil gå på bekostning av dette.

5.4.4 DOKUMENTASJON AV BESLUTNINGER

Å sørge for sporbarhet til beslutninger som tas i prosjektering er veldig viktig, men også utfordrende. Utfordringen er i følge intervjuobjektene vanlig i bransjen. I denne sammenheng handler det ikke nødvendigvis om de store beslutningene, men heller om detaljene prosjekteringsgruppa avtaler ukentlig. Flere av intervjuobjektene ønsket at det å få sporbarhet til disse beslutningene skal bli en del av prosjektets premisser. Intervjuobjektene kunne fortelle at det besluttet veldig mye i forbindelse med ICE-møter, og at måten beslutningene blir loggført på ikke alltid er heldig. I ytterste konsekvens, endte de med å prosjektere det samme to ganger, eller at beslutninger som ble tatt ikke fikk gjennomslagskraft og ikke ble en del av leveransene mot innkjøp og produksjon. Det rådet i Team Bispevika usikkerhet over hvilke verktøy som egner seg best for å dokumentere beslutninger. Det ble i tillegg poengtert at det ikke er alle beslutninger som egner seg å føres i BIM-modellen. Prosjekteringsgruppelederne som ble intervjuet kunne enes om at beslutningsloggen bør beskrive:

- Hvilken aksjon det er snakk om
- Hvem som står ansvarlig for aksjonen
- Hva som ble besluttet
- Hvorfor det ble besluttet

Team Bispevika har i hovedsak brukt tre verktøy for å dokumentere beslutninger: SMART Board-referater, Excel-dokumenter og BIMSync. Det ble delt mange erfaringer ved verktøyene, som blir diskutert videre. Tabell 8 oppsummerer fordeler og ulemper ved bruk av de tre verktøyene basert på uttalelser fra intervjuobjektene.

Tabell 8 - Fordeler og ulemper ved verktøy for dokumentasjon av beslutninger

	Fordeler	Ulemper
SMART Board-referater	<ul style="list-style-type: none"> • Fungerer bra som et verktøy i ICE-møtene da det skaper konsensus rundt problemstillingene • Det er felles enighet om notatene i referatet • Referatene er visuelle • Egner seg godt ved spesielle, komplekse utfordringer som krever kreativ prosess • Fungerer godt som referat på kort sikt • Referatene kan lukkes i selve ICE-møtet slik at man ikke må bruke tid på å skrive referater etter møtene 	<ul style="list-style-type: none"> • Referatene er skrevet for hånd og er dermed ikke søkbare • Aksjoner som blir etablert på Smart Board blir ikke alltid fulgt opp • Fungerer dårlig som logg på lang sikt (ca. tre uker og lengre) • Det er tidkrevende å bla gjennom gamle SMART Board-referater • Kan være utydelige å lese
Excel-dokumenter	<ul style="list-style-type: none"> • Loggen i Excel henviser til ICE-møter, involverte fag, datoer for beslutninger og kommentarer • Loggen er søk- og sorterbar, og kan dermed kategoriseres • Egner seg godt for sporbarhet på lang sikt • Egner seg godt for å se utvikling på saker over tid 	<ul style="list-style-type: none"> • Fordrer at prosjekteringsledelsen utvikler og oppdaterer loggene kontinuerlig, som krever ressurser • Ikke et visuelt verktøy • Ikke et tilstrekkelig sakshåndteringsverktøy
BIMSync	<ul style="list-style-type: none"> • Fungerer som et sakshåndteringsverktøy og skaper sporbarhet • Kan etablere aksjoner, tilordne ansvar og sette frister • Kan kommunisere aksjoner ut til de det gjelder, og også kommunisere om aksjoner i programvaren i stedet for å sende mailer • Fungerer godt for problemløsningskommunikasjon • Egner seg godt til problemer som ikke krever mye kreativ prosess 	<ul style="list-style-type: none"> • Skaper ekstra støy ved at prosjekteringsgruppa får enda en programvare å forholde seg til • Ikke alle aksjoner og beslutninger er sporbare eller bør loggføres i modell • Kan oppleves som tungt å bruke • Krever mer av de prosjekterende • Krever en etablert, fast arbeidsflyt for aksjoner • Krever et tydelig rammeverk/prosedyre for bruk, med begrensninger for bruksområder • Må oppdateres manuelt

De tre verktøyene bringer altså med seg forskjellige fordeler og ulemper ved bruk. Kort oppsummert, skaper SMART Board konsensus i selve ICE-møtene, men egner seg dårlig som aksjons- og beslutningslogg på lang sikt. Excel er praktisk i bruk ved programvarens innebygde funksjoner, egner seg godt for sporbarhet på lang sikt, men krever ressurser for oppfølging av prosjekteringsledelsen, er ikke visuelt og ikke et tilstrekkelig sakshåndteringsverktøy. BIMSync fungerer som et sakshåndteringsverktøy og egner seg godt for problemløsningskommunikasjon, men skaper støy, krever ekstra ressurser, et rammeverk med føringer for bruk og en etablert arbeidsflyt. SMART Board-referatene skiller seg også fra de to andre verktøyene ved at aksjoner og beslutninger loggføres i rene referatdokumenter, som ikke endres over tid og som ikke egner seg for sakshåndtering og problemløsningskommunikasjon i seg selv. Både Excel-dokumenter og BIMSync er modifiserbare verktøy, der man kan følge sakers utvikling over tid.

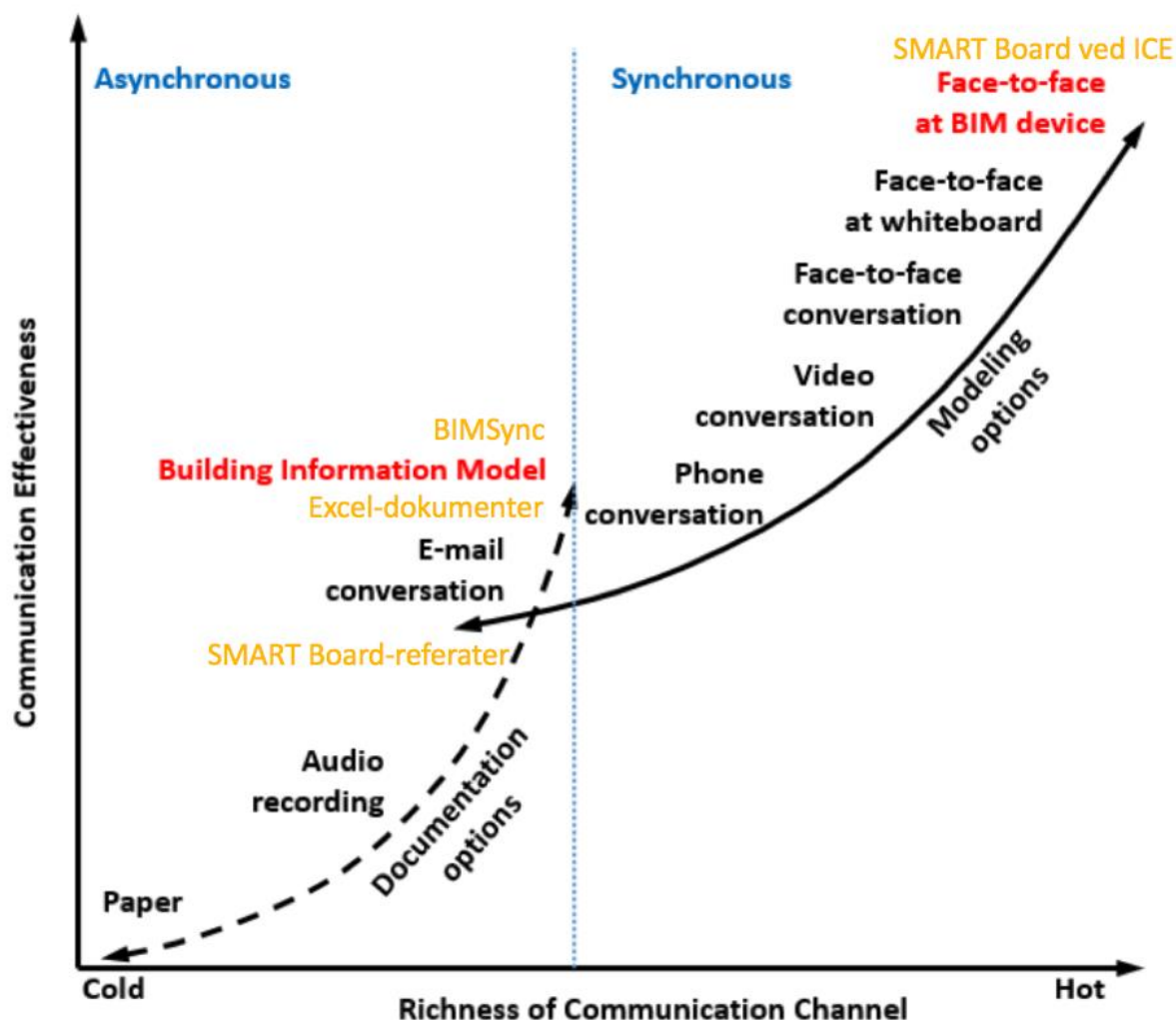
I henhold til Reinertsens (1997) oversikt over kommunikasjonskanalers egenskaper vist i Tabell 5, har undertegnede vurdert de tre verktøyenes egenskaper i Tabell 9.

Tabell 9 - Egenskapene til SMART Board-referater, Excel-dokumenter og BIMSync i henhold til Reinertsens (1997) rammeverk

Kanal	Sanntid	Automatisk sporbarhet	Ujevn tidsfordeling	Effektiv
SMART Board-referater	•	•		
Excel-dokumenter		•	•	•
BIMSync		•	•	•

SMART Board-referater er gitt egenskapen sanntid da referatene, eller beslutningsdokumentene, blir utviklet i samråd med alle som har bruk for referatene, og at informasjonen som formidles i dem dermed er kjent for alle som mottar referatene fra før av. Siden referatene utvikles i forbindelse med ICE-møter, og de er dokumenter, er det også gitt egenskapen automatisk sporbarhet. I og med at referatene utvikles i fellesskap, er tidsfordelingen også jevn. SMART Board-referater viser seg likevel å ikke være effektiv i denne forstand, da mengden informasjon, og kvaliteten på den, ikke alltid er den beste. Excel-dokumenter og BIMSync kommuniseres ikke i sanntid. Begge verktøyene medfører derimot automatisk sporbarhet. Tidsfordelingen kan være nokså ujevn, da aksjoner blir kommunisert og delegert til ulike prosjekterende, som kan bruke desto lenger tid på å bearbeide informasjonen og svare med en aksjon, beslutning eller videre delegasjon. Begge verktøyene er effektive da de kan kommunisere og loggføre store mengder informasjon.

Cockburn (2003) definerer som forklart *kanalrikhet* som hvor godt kommunikasjonskanalen overfører informasjonens mengde og kompleksitet, og *effektivitet* som mengden informasjon som overføres per tid. Figur 14 viser typiske kommunikasjonskanalers grad av rikhet og effektivitet, samt Emmitts (2007) definisjon av synkrone og asynkrone kommunikasjonskanaler, utviklet av Svalestuen et al. (2017). Undertegnede har plassert SMART Board-referater, Excel-dokumenter og BIMSync som kommunikasjonskanaler i figuren. I tillegg, har SMART Board som verktøy under ICE-møter blitt plassert i figuren.



Figur 14 - De vurderte kommunikasjonskanalenes rikhet og effektivitet i henhold til Svalestuen et al. (2017)

Først og fremst, brukes SMART Board som verktøy i ICE-møter ved synkron kommunikasjon. Ved at deltakere kommuniserer ansikt-til-ansikt med en BIM-modell på SMART Board samtidig som referatene blir utviklet et annet sted på skjermen, kan bruk av SMART Board i ICE-møter sies å være enda rikere ved at den samme mengden informasjon blir overført som bare ved bruk av BIM, men dokumentet ved siden av tillater kommunikasjonen å være enda mer kompleks. Effektiviteten ved denne type bruk av SMART Board kan sies å være omtrent

den samme som ved å kun bruke BIM ansikt-til-ansikt, gitt at referenten ikke er en sentral deltaker i det som kommuniseres.

SMART Board-referater er som nevnt visuelle, men kan være utydelige å lese og er vanskelige å følge opp. Selv om de setter problemstillinger i konsensus underveis i ICE-møter, er de mindre verdifulle som beslutningsdokumenter på lang sikt. Siden de i tillegg ikke er søkbare, har de blitt plassert under e-postsamtaler i figuren. Excel-dokumenter er ansett som en rikere kommunikasjonskanal enn e-postsamtaler, da informasjon kan kategoriseres og lettere søkes opp i Excel, og at man dermed kan tilføre mer kompleks informasjon som er sporbar over tid. BIMSync er ansett som den asynkrone kommunikasjonskanalen med størst kanalrikhet og effektivitet i figuren. Det er fordi BIMSync tillater svært kompleks kommunikasjon ved at man kan referere til områder, objekter eller kollisjoner ved problemløsning i modellen, og at samtaler som foregår i programvaren til enhver tid er knyttet til det gjeldende området. Svalestuen et al. (2017) påpeker at asynkrone kommunikasjonskanaler er hensiktsmessige ved rutinemessige beskjeder og kommunikasjon som ikke krever resonnering og tett samarbeid. Synkron kommunikasjon bør brukes ved temaer som ikke er rutinebaserte, der utfallet av kommunikasjonen er uvisst i forkant og det er behov for samarbeid. Svalestuen et al. (2017) støtter oppom plasseringen av SMART Board i ICE-møter, da det påpekes at kommunikasjon ansikt-til-ansikt ved SMART Board med BIM øker rikheten og effektiviteten ytterligere. Hva gjelder BIMSync som asynkron kommunikasjonskanal, understrekes det at verktøyet kan legge til rette for misforståelser og feil i kommunikasjonen, da programvarer som BIMSync har mange funksjoner og applikasjoner. Derfor bør en manual eller et rammeverk for bruk av verktøyet i denne sammenheng, introduseres. Selv om BIM, eller BIMSync, som et dokumentasjonsverktøy kan medføre noen utfordringer, anser Svalestuen et al. (2017) verktøyet som mer hensiktsmessig enn de andre verktøyene i figuren. Emmitt (2007) konkluderer med at et godt fungerende kommunikasjonssystem kjennetegnes av et balansert forhold mellom synkrone og asynkrone kommunikasjonskanaler.

5.4.5 MÅLINGER I TEAM BISPEVIKA

Det ble i forbindelse med forskningsarbeidet, som nevnt, kun lagt fokus på prosjekt prosessmålinger som tar sikte på å måle prosessene som foregår i forbindelse med prosjekteringsarbeider. Det ble overordnet gjort målinger som la fokus på hvorvidt BIM-modellen oppdateres regelmessig, prestasjoner i forhold til fremdrift, ICE-deltakernes grad av tilfredsstillelse og prosjekteringsgruppas opplevelse av samhandlingen på brakkeriggen i Bispevika. Det er verdt å merke seg at ingen av disse målingene fanger opp kvaliteten på prosjekteringsarbeidene som blir gjennomført, og heller ikke kvaliteten på arbeidene i forhold til den planlagte fremdriften i prosjekteringen. Det ble erfart at målingene på samhandling kunne være nokså sprikende, og at det var vanskelig å se trender på de over tid. Dette ble forklart ved at det er faktorer som prosjektet ikke bestandig kan ta høyde for. Eksempelvis problemer med det trådløse nettet på brakkeriggen kunne ødelegge forholdene til den enkelte ved noen anledninger. Dette illustrere en utfordring ved bruk av denne typen målinger - at det er enkelte faktorer det er vanskelig for prosjekteringsledelsen å styre over tid, og at målingene ikke bestandig gir noe godt svar på hvordan prosjekteringsgruppa kan forbedre prosessene sine, som er hensikten med prosessmålinger.

En av grunnene til at prosjekteringsgruppelederen som gjennomførte målinger på Bispevika Nord valgte nettopp disse type målingene, var at de er nokså enkle å gjennomføre. De baserte seg for det meste på spørreundersøkelser med skala 1-10, og ga dermed kvantitative resultater som lett kunne presenteres i diagrammer og med grafer. Da det ble påpekt at slike målinger er enkle å gjennomføre, ble det uttalt at å måle kvaliteten på prosjekteringsarbeider er desto vanskeligere. Det ble argumentert for at MMI kan bidra til å måle kvaliteten på prosjekteringsarbeider. Ved utstrakt bruk av MMI kan man gjøre målinger av BIM-modellens modenhet til enhver tid, og spesielt modellens modenhet i forhold til planen. Dette avhenger av en tydelig oppdeling av kontrollområder, og en korrelasjon mellom modell og plan. Med dette, menes det at modellen må være partert i soner, områder og kontrollområder som også brukes i fremdriftsplanlegging av prosjekteringsarbeider. Denne korrelasjonen ble det erfart utfordringer ved i Team Bispevika. Chachere et al. (2009) poengterer at prosjekteringsarbeider mest effektivt gjennomføres ved en parallell prosess, der løsninger utvikles iterativt og ikke sekvensielt. Prosjekteringsprosessen kjennetegnes av en rekke avhengigheter, og uavhengigheter, som nettopp krever en parallell prosess. Å planlegge ved bruk av modenhetsnivåer krever en bred forståelse for parallelliteten og modenhetsavhengigheter mellom de ulike fagdisiplinene, som igjen varierer med faser og bygningsdeler. Derfor ble det påpekt at fremdriftsplanlegging i prosjektering ved bruk av modenhetsnivåer er utfordrende og ressurskrevende. Det ble likevel uttrykt enighet om at ekstensiv bruk av MMI i prosjekteringsplanlegging og målinger legger til rette for direkte målinger av kvalitet i prosjektering.

Et annet aspekt ved målinger, er at det i hovedsak er prosjekteringsledelsen som har ansvaret for å gjennomføre de, men at målingene skal fange opp hele prosjekteringsgruppas opplevelse og prestasjon i prosessene. Derfor er det kritisk å sørge for at deltakerne er innforståtte med viktigheten av at målingene gjennomføres gjennom hele prosjekteringsprosessen. Spesielt i perioder der det var hektisk i prosjekteringen, hendte det at målinger ble gjennomført i mindre grad. Paradokset er at det er spesielt da det er viktig å gjennomføre målingene, da prosjekteringsgruppa har lettere for å gå vekk fra de satte rammene i slike perioder. Derfor er det vesentlig at målingene blir mest mulig automatiserte, slik at de krever lite ressurser av både prosjekteringspersonalet og prosjekteringsledelsen å gjennomføre. Prosjekteringsgruppa består i tillegg av et vidt persongalleri. Det er derfor naturlig at enkelte er bedre til å følge opp målesystemet enn andre. Team Bispevika erfarte på Nord en suboptimalisering i forbindelse med målingene, ved at enkelte fag fulgte opp målesystemet nøyere enn andre. Siden målingene bør gjenspeile tverrfagligheten i prosjekteringsgruppa, er det viktig at de er omforente og tverrfaglige. Det må være enkelt og oppnåelig å følge opp, altså mest mulig automatisert.

5.4.6 PRODUKSJONSSTYRING I TEAM BISPEVIKA

Team Bispevika tar som nevnt i bruk produksjonsstyring av prosjekteringsarbeider etter VDC-teoriens prinsipper ved å bruke bakoverplanlegging i utviklingsplanmøter. Det ble under intervjuene delt en rekke erfaringer ved måten Team Bispevika bedriver bakoverplanlegging av prosjekteringsarbeider. For det første, var det bred enighet rundt bruk av analog planvegg med Post-It-lapper kontra den digitale planveggen TouchPlan. Det ble uttalt at det analoge systemet er for sårbart, og at det fordrer at noen loggfører lappene etter at de har blitt plassert i et møte. Da det ikke bestandig har blitt gjort, medfører det lite sporbarhet. Å loggføre alle lapper fra utviklingsplanmøter krever dessuten mye ressurser, som det ikke bestandig har vært kapasitet til i prosjektet. Den analoge planveggen kan i tillegg bli nokså rotete på et prosjekt av en slik størrelse, som gjør den uoversiktlig og gjør det vanskelig å se sammenhenger mellom ulike aktiviteter, noe som er helt kritisk ved bruk av en slik teknikk. Intervjuobjektene anbefalte altså tydelig den digitale planveggen TouchPlan, og har tatt den i bruk på Bispevika Syd. Utfordringen med TouchPlan er på den andre siden at den ikke egner seg like godt i selve utviklingsplanmøtene, da de involverte må forholde seg til et digitalt system i stedet for et mer lettvent analogt system med Post-It-lapper. Det kan begrense de involvertes engasjement under selve planleggingen.

For at lappeveggen, om den er digital eller ei, skal være mest mulig forståelig og omforent blant alle i prosjekteringsgruppa, må lappene ha et entydig format. Dette ble pekt på som en utfordring på Bispevika Nord, men ble antatt å være en mindre utfordring videre på Bispevika Syd der de tar i bruk TouchPlan. Det er også kritisk at planveggen kun tar for seg ett område,

byggetrinn eller prosjekt av gangen. I perioder var planveggen partert etter salgstrinn, noe som ikke var hensiktsmessig på Bispevika.

En annen erfaring fra Team Bispevika var at fasilitatoren i utkvikksplanmøtene burde være ekstern for å inneha en nøytral rolle, og å kun fokusere på å fasilitere møtene med fokus på metoden bakoverplanlegging. Da metoden i seg selv kan være utfordrende å gjennomføre i praksis, er en fasilitator med kun oppgaven å fasilitere møtene, fornuftig.

5.5 OPTIMALISERING AV VIRTUAL DESIGN AND CONSTRUCTION I PROSJEKTERING

I dette kapittelet vil det bli presentert hvordan VDC i prosjektering kan optimaliseres basert på de innsamlede, diskuterte erfaringene prosjekteringsgruppa i Team Bispevika har gjort seg. Forslagene for optimalisering vil ta utgangspunkt i de mest sentrale funnene fra forskningsarbeidet. Det blir lagt frem forslag for optimalisering for hvert av de fire hovedverktøyene i VDC. Konklusjonskapittelet avsluttes med en tabell som oppsummerer de identifiserte erfaringene og utfordringene, og tiltak for optimalisering, for hvert av hovedverktøyene.

5.5.1 OPTIMALISERING AV BIM

Basert på erfaringene til Team Bispevika, blir det videre presentert forslag til tiltak for optimalisering av bruken av BIM som et av hovedverktøyene i VDC. Tiltakene for optimalisering omhandler bruk av tverrfaglige kontroller, viktigheten av en tydelig DAK-manual og utstrakt bruk av MMI.

Tverrfaglige kontroller

Team Bispevika erfarte at innebygde kollisjonskontroller som funksjoner i programvarer kun registrerer elementer som kolliderer, og ikke elementer som svever, hull i vegger, sprekker i fasaden og lignende. For å optimalisere bruken av BIM slik at den til enhver tid skal inneholde færre av slike typer feil, er et tiltak å gjennomføre tverrfaglige kontroller der visuelle kontroller inngår. De tverrfaglige kontrollene fanger dermed fortsatt opp kollisjoner ved at det kjøres kollisjonskontroller i modellen, men også elementer som svever og lignende ved at prosjekteringspersonell systematisk går igjennom modellen for visuelle kontroller.

DAK-manual

Team Bispevika erfarte at ekstensiv bruk av BIM kunne legge til rette for misforståelser og feil i kommunikasjonen, da modeller og programvare har mange applikasjoner og funksjoner. Uten tydelige retningslinjer for bruk av modell, erfarte Team Bispevika at de ikke til enhver tid hadde oversikt over modellens modenhet og hvorvidt den egnet seg for eksempelvis mengdeuttak. Et

tiltak for optimalisering av bruk av BIM er å introdusere en tydelig DAK-manual tidlig, som angir hva BIM skal brukes til og tilknyttede ambisjoner. DAK-manualen bør beskrive hvordan utforming og utveksling av DAK-tegninger og modeller skal foregå i et prosjekt.

MMI - Modell Modenhets Indeks

Team Bispevika har i noen grad tatt i bruk S-nivåer i prosjektering, som er en angivelse av modenhet i likhet med MMI. Det ble erfart at da modenhetsnivåer ble brukt av noen fag mer enn andre, la det begrensninger for effekten modenhetsnivåene hadde på prosjekteringsarbeidene. Prosjekteringsgruppa hadde som mål at alle prosjekterende skulle oppdatere modenhet på elementer innenfor kontrollområder som ble innført, slik at effekten ved bruk av modenhetsnivåer skulle være størst mulig. Prosjekteringsledelsen greide ut om potensialet modenhetsnivåer har i prosjekteringsarbeider, både for å ha kontroll over modellens modenhet til enhver tid i ulike områder og faser av prosjekteringen, men også for bruksområder som planlegging av prosjekteringsarbeider og målinger. Som forslag til hvordan å optimalisere bruken av BIM, men også som et verktøy for prosjekteringsplanlegging og målinger, bør MMI implementeres i utstrakt grad i prosjektering. Det fordrer også at modellen og fremdriftsplanen har lik og hensiktsmessig oppdeling av geometriske kontrollområder. Prosjekteringsgrupper er dermed avhengig av en DAK-manual som angir rammeverk for bruken av MMI.

5.5.2 OPTIMALISERING AV INTEGRATED CONCURRENT ENGINEERING (ICE)

Basert på erfaringene til Team Bispevika, blir det videre presentert forslag til tiltak for optimalisering av bruken av ICE som et av hovedverktøyene i VDC. Tiltakene for optimalisering omhandler rollefordelingen under ICE-møter, ICE-møtenes funksjon og hvordan beslutninger fra ICE-møter bør dokumenteres.

Roller

Team Bispevika gjennomførte ICE-møter med en prosjekteringsgruppeleder som ledet og fasiliterte ICE-møtene, i tillegg til å lage notater på SMART Board som dannet referater. Litteraturen sier at ICE-møter kjennetegnes av en flat struktur uten en direkte leder, men heller en fasilitator som fungerer som ordstyrer, en møteleder med ansvar for det faglige og en part som fungerer som referent med ansvar for å dokumentere beslutninger. Prosjekteringsgruppelederen som leder ICE-møtene erfarte at de hadde hatt bruk for en fasilitator i tillegg til prosjekteringsgruppeleder for å avlaste vedkommende. Et tiltak for optimalisering av ICE-møtene er dermed, i tråd med teorien, å involvere minst én fasilitator i tillegg til prosjekteringsgruppeleder slik at funksjonene ordstyrer, møteleder og referent alle blir oppfylt. Dette vil bidra til å øke kvaliteten på møtene og referatene fra møtene.

ICE-møtenes funksjon

Teorien sier at ICE-møter er samlokalisert, samtidig prosjektering i team med tverrfaglige eksperter tilrettelagt for metode og teknologi, og at deltakerne skal kunne utveksle modeller i en felles database og implementere løsninger underveis i møtene. Team Bispevika erfarte at denne måten å jobbe på ikke er hensiktsmessig fra et prosessmessig perspektiv. De skiller i hovedsak på ICE-møter, som er et diskusjonsforum for de prosjekterende der de kan komme til enighet om større avgjørelser, og der idégenerering og kreativ tenkning står i fokus, og det å innarbeide løsninger i modell. Det ble begrunnet med at god prosessledelse blant annet handler om å ikke skrive mellom måter å jobbe på. Ved å samle all kompetanse i ett rom, er det aller viktigst å få frem alle de ulike alternativene, og heller gjøre berikingen av alternativene på et senere tidspunkt. Et forslag for å optimalisere ICE-møter, er dermed å ikke bruke møtene på å implementere løsninger i modell, men heller bruke de som et diskusjonsforum der det blir presentert alternativer til løsninger og kreativ idégenerering står i fokus. Et tiltak for å kompensere for at løsninger ikke blir innarbeidet i modell i selve ICE-møtene, er å arrangere separate møter eller dager der alt relevant personale er tilstede på brakkeriggen og jobber alene eller i mindre grupper for å berike de evaluerte alternativene fra ICE-møtene. Møtene bør helst avholdes dagen etter eller kort tid etter selve ICE-møtene, slik at problemstillingene fra ICE-møtene sitter friskt i minne.

Dokumentasjon av beslutninger

Team Bispevika har gjennom prosjekteringen av Bispevika Nord brukt forskjellige verktøy for dokumentasjon av beslutninger for å skape sporbarhet i beslutningene som blir tatt. I denne sammenhengen handler det ikke nødvendigvis om de store beslutningene, men heller om detaljene som blir besluttet ukjentlig. Team Bispevika erfarte at måten beslutningene ble loggført på ikke alltid var heldig. Basert på usikkerheten som rådet over hvilke verktøy som egner seg best til å dokumentere beslutninger, ble de tre verktøyene som i hovedsak ble tatt i bruk vurdert i kapittel 5.4.4 Dokumentasjon av beslutninger. Av vurderingen kan man se at de tre verktøyene SMART Board, Excel og BIMSync både har fordeler og ulemper ved seg. Basert på vurderingen, anbefales SMART Board til bruk i ICE-møter da det skaper konsensus i møtene, og bidrar til svært rik og effektiv kommunikasjon i selve møtene. For å sørge for sporbarhet på lenger sikt, da SMART Board-referatene ble ansett som lite egnet til referater på lang sikt, burde prosjekteringsgrupper supplere med enten Excel-dokumenter eller en programvare med lignende funksjoner som BIMSync. Av Figur 14, kan man se at BIMSync er vurdert som en rikere og mer effektiv kommunikasjonskanal enn Excel-dokumenter, da BIMSync tillater svært kompleks kommunikasjon ved at man kan referere til områder, objekter eller kollisjoner ved problemløsning i modellen, og at samtaler som foregår i programvaren til enhver tid er knyttet til det gjeldende området. Da Excel ikke tillater kommunikasjon i noen særlig grad, fungerer BIMSync som et sakshåndteringsverktøy hvor problemløsningskommunikasjonen foregår i selve verktøyet. For problemstillinger av særdeles

kompleks art, som krever tett tverrfaglig samarbeid, anbefales SMART Board ved ICE-møter. Derfor er et tiltak for optimalisering av dokumentasjon av beslutninger å ta i bruk SMART Board i selve ICE-møtene, der SMART Board-referatene kan egne seg på kort sikt, i tillegg til at BIMSync brukes i utstrakt grad som sakshåndteringsverktøy samtidig som det skaper sporbarhet til aksjoner og beslutninger. Da det ble påpekt at ikke alle aksjoner egner seg å føre i modell, kan prosjekteringsgrupper ved behov også anvende Excel-dokumenter som dokumentasjonsverktøy som følger sakers utvikling over tid. Likevel, vil færrest mulig beslutningsdokumenter være mest hensiktsmessig slik at prosjekteringsgrupper får færre verktøy å forholde seg til.

5.5.3 OPTIMALISERING AV MÅLINGER

Basert på erfaringene til Team Bispevika, blir det videre presentert forslag til tiltak for optimalisering av bruken av prosjekt prosessmålinger i prosjektering som et av hovedverktøyene i VDC. Tiltakene for optimalisering omhandler hvordan å måle kvaliteten i prosjekteringsarbeider og viktigheten av at målingene er automatiserte, omforente og tverrfaglige.

Måling av kvalitet i prosjektering

Team Bispevika gjennomførte en rekke målinger som blant annet fanget opp prestasjoner i forhold til fremdrift, opplevelse av samhandlingen på brakkeriggen i Bispevika, ICE-deltakernes grad av tilfredsstillelse og hvorvidt BIM-modellen oppdateres regelmessig. Det ble erfart at slike målinger var relativt enkle å gjennomføre, men at de ikke fanget opp kvaliteten i prosjekteringsarbeider som blir gjort. Å måle kvalitet av prosjekteringsarbeider ble ansett som utfordrende, men en type måling Team Bispevika helst ville gjennomføre. Et forslag til tiltak for optimalisering av målinger er dermed å ta i bruk målinger som fanger opp kvalitet i prosjekteringsarbeider. Det ble argumentert for at man ved ustrakt bruk av MMI kan måle BIM-modellens modenhet til enhver tid, og spesielt modenhet i forhold til planlagt fremdrift av modenhet. Dette avhenger av en tydelig oppdeling av kontrollområder, og en korrelasjon mellom modell og plan. Modellen må altså være partert i soner, områder og kontrollområder som også brukes i fremdriftsplanlegging av prosjekteringsarbeider. Ekstensiv bruk av MMI i prosjekteringsplanlegging og målinger legger altså til rette for direkte målinger av kvalitet i prosjektering.

Tverrfaglige målinger

Team Bispevika erfarte at enkelte fag fulgte opp målesystemet i større grad enn andre. Det ble også erfart at målesystemet i perioder da det var hektisk i prosjekteringen ble fulgt opp i mindre grad og at målingene derfor burde vært mer automatiserte. Da enkelte fag var flinkere til å følge opp målesystemet enn andre, og målinger må være tverrfaglige for at de skal ha noe for seg,

oppstod suboptimaliseringer i prosjekteringsgruppa. Siden målingene bør gjenspeile tverrfagligheten i prosjekteringsgruppa for å forhindre suboptimaliseringer, er det viktig at de er omforente og tverrfaglige. Et tiltak for optimalisering av målinger er altså å gjøre de mest mulig omforente og tverrfaglige.

5.5.4 OPTIMALISERING AV PRODUKSJONSSTYRING

Basert på erfaringene til Team Bispevika, blir det videre presentert forslag til tiltak for optimalisering av bruken av produksjonsstyring av prosjekteringsarbeider som et av hovedverktøyene i VDC. Tiltakene for optimalisering omhandler bruk av digital i stedet for analog planvegg og fasilitatorrollen i bakoverplanleggingsmøter.

Digital planvegg

Team Bispevika erfarte at en analog planvegg med fysiske Post-It-lapper som system er sårbart, og at det fordrer at noen loggfører lappene etter at de blir plassert i møter. Om det ikke blir gjort, som enkelte ganger var tilfellet i Bispevika, medfører det lite sporbarhet. Å loggføre alle lapper fra planleggingsmøtene krever dessuten mye ressurser. På et prosjekt av en slik størrelse, kan den analoge planveggen bli nokså rotete, som gjør den uoversiktlig og gjør det vanskelig å se sammenhenger mellom ulike aktiviteter, noe som er helt kritisk ved bruk av en slik teknikk. På bakgrunn av erfaringene, anbefales bruk av en digital planvegg, eksempelvis TouchPlan, for optimalisering av produksjonsstyring av prosjekteringsarbeider.

Fasilitator i bakoverplanleggingsmøter

En annen erfaring fra Team Bispevika var at fasilitatoren i utkvikksplanmøtene burde være ekstern for å inneha en nøytral rolle, og å kun fokusere på å fasilitere møtene med fokus på metoden bakoverplanlegging. Da metoden i seg selv kan være utfordrende å gjennomføre i praksis, og spesielt utfordrende ved bruk av digital planvegg, er en fasilitator med kun oppgaven å fasilitere møtene et tiltak for optimalisering av produksjonsstyring av prosjekteringsarbeider.

6 KONKLUSJON

De utformede forskningsspørsmålene har hatt den hensikt å belyse forutsetninger og ulike aspekter ved den valgte problemstillingen ”*Hvordan kan Virtual Design and Construction i prosjektering optimaliseres?*”. Kapittel 5 Diskusjon har hatt den hensikt å diskutere resultatene fra den kvalitative datainnsamlingen, både knyttet opp mot den etablerte teorien, og i seg selv. Diskusjonskapittelet er strukturert i henhold til forskningsspørsmålene som har angitt retning for arbeidet, og har dermed lagt grunnlaget for den påfølgende konklusjonen. Konklusjonen tar for seg forskningsspørsmålene, og svarer dermed på problemstillingen.

I hvilken grad anvender Team Bispevika Virtual Design and Construction i prosjektering?

Dette forskningsspørsmålet ble ansett som vesentlig å inkludere for å gi leseren og undertegnede et innblikk i hvilken grad VDC anvendes i Team Bispevika. Grad av anvendelse angir hvorvidt funn og erfaringer fra forskningen egner seg for å danne grunnlaget for videre anbefalinger til tiltak for optimalisering av VDC i prosjektering. Grad av anvendelse blir bestemt ut ifra hvorvidt Team Bispevika anvender VDC i henhold til de teoretiske retningslinjene både når det kommer til organisering og de tilhørende hovedverktøyene.

VDC som rammeverk for gjennomføring av byggeprosjekter omfavner blant annet organiseringen av prosjekteringsgruppa i henhold til Produkt-Organisasjon-Prosess-modellen. Det ble under intervjuene spurt hvorvidt organiseringen av Team Bispevika var utviklet etter POP-modellens prinsipper. Da det ble forklart at implementeringen av VDC i prosjektet ikke var skikkelig i gang før ved detaljprosjektering av Dronninglunden (B2), og at de på dette tidspunktet allerede hadde utviklet et organisasjonskart over prosjektet og tildelt personell ulike roller, er det grunn til å tro at prosjektorganisasjonen ikke ble utviklet med hensyn til POP-modellens prinsipper. På den andre siden, ble det ikke spurt om hvilke prinsipper og hensikter prosjektorganisasjonen ble utviklet med. Det er dermed usikkert, men ikke usannsynlig, at prosjekteringsgruppa ble organisert med den hensikt å fremme prinsipper relatert til VDC.

Team Bispevika anvender alle fire hovedverktøyene tilknyttet VDC i prosjektering. Potensialet til BIM blir utnyttet i stor grad, da det både brukes som et visuelt verktøy for 3D-modeller, men også som et verktøy for mengdeberegninger, 4D-simuleringer, kollisjonskontroller og visuelle kontroller, i henhold til det teorien anser som ustrakt bruk av BIM i VDC. S-nivåer har i noen grad blitt tatt i bruk, og prosjekteringsgruppa skal videre på Bispevika Syd bruke MMI for å angi modenhet i BIM. ICE-sesjoner/møter har også blitt gjennomført gjennom hele prosjekteringen av Bispevika Nord og Bispevika Syd så langt. Møtene har blitt avholdt i et tilrettelagt Big Room med SMART Board som interaktiv skjerm, som anbefales av den

etablerte teorien. Intervjuobjektene var likevel åpne om at ICE-møtene ikke har blitt gjennomført helt i samsvar med teorien, men at de heller ble tilrettelagt for det gjeldende prosjektet. Prosjekteringsgruppelederen, som også var VDC-ansvarlig, gjennomførte målinger på Bispevika Nord for å øke effektiviteten under prosjekteringsfasen og for å få bedre kontroll over de ulike prosessene i fasen, for så å gjøre endringer underveis på ineffektive prosesser, slik teorien beskriver at man skal bruke det i henhold til rammeverket. Målinger var våren 2019 foreløpig ikke igangsatt på Bispevika Syd. Team Bispevika anvender også produksjonsstyring med Last Planner System, eller bakoverplanlegging, i samsvar med teorien.

Hvordan bør Virtual Design and Construction implementeres på best mulig måte i prosjektering?

Det ble i forbindelse med den kvalitative datainnsamlingen lagt fokus på aspekter som er viktige for god implementering av VDC i prosjektering. Forskningen resulterte i følgende fire elementer som er viktige for god implementering: (1) et kick-off, (2) en tydelig manual som rammeverk, (3) kontinuitet ved metodikken og (4) kontinuerlig forbedring underveis i prosessen. Det er verdt å påpeke at det eksisterer begrenset med litteratur som presenterer teori og anbefalinger for hvordan VDC bør implementeres i et prosjekt, og i prosjektering spesielt.

Et formelt *kick-off* er vesentlig for at prosjekteringsgruppa tidlig skal få eierskap til systemet, verktøyene og planleggingsmetoden, og at alle deltakende skal komme ut av startblokkene på riktig måte og til rett tid. Det er varierende kunnskap om innovative verktøy som VDC i bransjen, og en kortfattet introduksjon på prosjekter som skal anvende VDC er nødvendig. En tydelig *manual* som rammeverk for bruken av VDC er nødvendig for dokumentasjon av metodikken, arbeidsformen og samarbeidsformen ved bruk av VDC i prosjektering. En manual som rammeverk legger føringer for prosjekteringsgruppa, og vil bidra til å trimme og innarbeide arbeidsprosesser. *Kontinuitet* ved de valgte metodene er viktig for god implementering ved å være tydelige utad til resten av prosjekteringsgruppa, for å få satt rutiner og arbeidsformer med frekvens og for forutsigbarhet. *Kontinuitet* vil også øke kunnskapen og kompetansen til de involverte i prosjekteringsgruppa med tiden, noe som gagnar alle. *Kontinuerlig forbedring* underveis i prosessen står sentralt for god implementering av VDC i prosjektering. Det er viktig å tilpasse metodikken underveis i prosessen, og å være bevisst på prestasjoner for øyeblikket, ta læring fra de og forbedre prosessen deretter.

Hvilke erfaringer har Team Bispevika gjort seg ved bruk av Virtual Design and Construction i prosjektering?

Det ble i forbindelse med den kvalitative datainnsamlingen samlet inn en rekke erfaringer tilknyttet VDC i prosjektering fra prosjekteringspersonale i Team Bispevika. Erfaringene som ble delt dreide seg rundt alle de fire hovedverktøyene. De ble forsøkt satt i et teoretisk rammeverk for å gi undertegnede et bedre grunnlag for videre forslag til optimalisering. Det var for det meste bred enighet blant intervjuobjektene om erfaringene og utfordringene Team Bispevika opplever på prosjektet. Erfaringene tilknyttet de fire hovedverktøyene er kortfattet oppsummert i Tabell 10.

Hvordan kan Virtual Design and Construction i prosjektering optimaliseres basert på erfaringene Team Bispevika har gjort seg?

Basert på de mest sentrale innsamlede erfaringene Team Bispevika har gjort seg ved VDC i prosjektering har det i oppgaven blitt fremmet en rekke forslag til tiltak for optimalisering av VDC i prosjektering. Forslagene for optimalisering tar utgangspunkt i de mest sentrale funnene fra forskningsarbeidet. Flere av tiltakene avhenger av utstrakt bruk av MMI. Basert på de innsamlede erfaringene fra Team Bispevika og de presenterte tiltakene for optimalisering, anbefales dermed prosjekter som tar i bruk VDC å implementere MMI i prosjektet for å få bedre utbytte av hovedverktøyene tilknyttet VDC. MMI har som hensikt å demme opp mot den rådende usikkerheten omkring mangfoldet av betegnelser for modenhetsnivåer som blant annet S-nivåer, og danner dermed et standard format for norsk byggebransje. Det er verdt å merke seg at flere av tiltakene for optimalisering er avhengige av hverandre og at, som litteraturen understreker, verktøyene og tiltakene i VDC fungerer best etter sin hensikt om de blir brukt i en kombinasjon av hverandre. De foreslåtte tiltakene er kortfattet presentert i Tabell 10. Noen av anbefalingene er kjente fra etablert teori, mens andre strider mot teorien eller supplerer den, og danner grunnlaget for en forbedret praksis.

Tabell 10 - Oppsummering av erfaringer og tiltak for optimalisering av VDC i prosjektering

Tiltak for hovedverktøy	Erfaring	Tiltak for optimalisering
BIM		
<i>Tverrfaglige kontroller</i>	Programvare registrerer kun kollisjoner i modell	Innføre tverrfaglige, visuelle kontroller
<i>DAK-manual</i>	Mangel på tydelige retningslinjer begrenser funksjonen til BIM	Innføre og følge opp tydelig DAK-manual som rammeverk for bruk
<i>MMI - Modell Modenhets Indeks</i>	MMI har begrensede bruksområder om ikke alle prosjekterende bruker det	Implementere MMI i utstrakt grad for fullt utbytte av potensialet
ICE		
<i>Rollefordeling</i>	Prosjekteringsgruppeleder har for mye ansvar i ICE-møter	Inkludere fasilitator i ICE-møter for optimalisering
<i>ICE-møtenes funksjon</i>	Ikke hensiktsmessig å innarbeide løsninger i modell i ICE-møter	Introdusere en annen møtedag for innarbeiding og beriking av løsninger
<i>Dokumentasjon av beslutninger</i>	Sporbarhet til beslutninger som blir tatt er utfordrende å dokumentere	Anvende både SMART Board og BIMSync som dokumentasjonsverktøy
Målinger		
<i>Måling av kvalitet i prosjektering</i>	Å måle kvaliteten på prosjekteringsarbeider er utfordrende	Ta i bruk MMI i utstrakt grad for måling av kvalitet i prosjekteringsarbeider
<i>Tverrfaglige målinger</i>	Målinger kan medføre suboptimaliseringer	Introdusere omforente, tverrfaglige målinger
Produksjonsstyring		
<i>Digital planvegg</i>	Analog planvegg med Post-It-lapper er et sårbart system	Innføre digital planvegg for sporbarhet og oversiktighet
<i>Fasilitator i bakoverplanleggingsmøter</i>	Bakoverplanlegging er en utfordrende metode	Involvere ekstern fasilitator som fasiliterer møtene

7 VIDERE ARBEID

Arbeidet med rapporten har avdekket en rekke spørsmål og problemstillinger som det kan være interessant å undersøke videre. Den kvalitativt innsamlede dataen er hentet fra ett caseprosjekt, noe som medfører en svakhet for oppgavens generaliserbarhet. Erfaringene som har blitt presentert fører dermed med seg usikkerheten om at de kan være casespesifikke, og bør derfor etterprøves. De presenterte forslagene for optimalisering av VDC i prosjektering baserer seg på de innsamlede erfaringene og utfordringene, og har til gode å bli testet ut i praksis. Et forslag til videre arbeid er dermed å implementere ett eller flere av de presenterte tiltakene i et prosjekt og se hvorvidt det gir noen effekt.

Det ble under intervjuene uttalt at det eksisterer et stort gap mellom teori og praksis når det kommer til innovative verktøy som VDC. Flere av intervjuobjektene uttalte at de gjerne vil vite hvor mye økonomisk besparelse bruk av eksempelvis VDC i et prosjekt medfører, om det i det hele tatt medfører noen besparelse. Da alle byggeprosjekter er unike, er det nær sagt umulig å sammenligne ett prosjekt som bruker VDC og ett som ikke gjør det, da det er vanskelig å sette fingeren på om det er VDC eller andre faktorer som er utslagsgivende for økonomiske prestasjoner. Spesielt ble det uttalt at det er utfordrende å måle besparelse som følge av prosjekteringsarbeider i produksjon. Prosjekterende får beskjed om noe er feilprosjektert eller må omprosjekteres, men ikke om det har blitt prosjektert svært godt eller om beslutninger som har blitt tatt under prosjektering har medført god byggbarhet eller besparelse i produksjon. En måling som viser potensiell besparelse i prosjektering er derfor interessant for videre arbeider.

Et av tiltakene for optimalisering av VDC i prosjektering omhandler tverrfaglige målinger som er omforente og forhindrer suboptimaliseringer ved bruk av målinger. At suboptimaliseringer ved målinger er en utfordring, og at målingene bør være tverrfaglige og omforente ble identifisert i denne oppgaven. Et forslag til videre arbeid er dermed å utvikle et målesystem som tilrettelegger for tverrfaglighet i større grad.

Det ble konkludert med at en tydelig manual som rammeverk for bruken av VDC er nødvendig for dokumentasjon av metodikken, arbeidsformen og samarbeidsformen ved bruk av VDC i prosjektering. Selv om en slik manual vil være noe forskjellig fra prosjekt til prosjekt, er et forslag til videre arbeid å utvikle en god VDC-manual for et prosjekt, eksempelvis for caseprosjektet, eller en standard VDC-manual tilpasset norsk byggebransje.

Da MMI i følge oppgavens forslag til tiltak for optimalisering står sentralt for optimalisering av VDC, er et forslag for videre arbeider å forske på hvordan å implementere MMI i utstrakt grad i byggeprosjekter, og prosjektering spesielt.

REFERANSELISTE

AF Gruppen (2018) *Kvartalsrapport 2018 Q1*. Tilgjengelig fra: <https://afgruppen.no/globalassets/investor/kvartalsrapporter/af-gruppen---kvartalsrapport-2018-q1.pdf> (Hentet: 10.05.2019).

AF Gruppen (2019a) *Om oss*. Tilgjengelig fra: <https://afgruppen.no/om-oss/> (Hentet: 10.05.2019).

AF Gruppen (2019b) *Boligutvikling i Bjørvika*. Tilgjengelig fra: <https://afgruppen.no/prosjekter/bygg/bispevika/> (Hentet: 10.05.2019).

Anseth, T. (2018) *Planlegging og ledelse av prosjektering*. Prosjektoppgave: NTNU.

Baglo, C. (2017) *Kvalitet i beslutningstaking ved BIM prosjektering: En arbeidsprosessmodell for ICE sesjoner*. Masteroppgave, NTNU.

Ballard, G. & Howell, G. (2003) Lean Project Management. *Building Research & Information*, 31(2), pp. 119-133, doi: 10.1080/09613210301997

Busch, T. (2013) *Akademisk skriving – For bachelor- og masterstudenter*. 1. utgave. Oslo: Fagbokforlaget.

Bølviken, T., Gullbrekken, B. & Nyseth, K. (2010) Collaborative design management. *IGLC-18, 2010. Haifa: International Group for Lean Construction*. IGLC, pp. 103 – 112.

Chachere, J., Kunz, J., & Levitt, R. (2004) Observation, theory, and simulation of integrated concurrent engineering: Grounded theoretical factors that enable radical project acceleration. *CIFE WP*, 87. Tilgjengelig fra: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.319.3117&rep=rep1&type=pdf> (Hentet: 15.04.2019).

Chachere, J., Kunz, J., & Levitt, R. (2009) The role of reduced latency in integrated concurrent engineering. *CIFE Working Paper# WP116*. Tilgjengelig fra: <http://cife.stanford.edu/sites/default/files/WP116.pdf> (Hentet: 11.12.2018).

Chen, P.-H., Cui, L., Wan, C., Yang, Q., Ting, S. K., & Tiong, R. L. (2004) Implementation of IFC-based web server for collaborative building design between architects and structural engineers. *Automation in Construction 14 (2005)*. Elsevier, pp. 115 – 128.

Cockburn, A. (2003) *People and Methodologies in Software Development*. Doctor Philosophiae, Universitetet i Oslo.

Dainty, A., Moore, D. & Murray, M. (2006) *Communication in construction: theory and practice*. London: Taylor & Francis.

Dalland, O. (2012) *Metode og oppgaveskriving for studenter*. 6. utgave. Gyldendal Akademisk.

Dammerud, H. S. (2017) *Sluttrapport INPRO. Integrert metodikk for prosjekteringsledelse*. Oslo: Veidekke Entreprenør AS. Tilgjengelig fra: <https://www.prosjektnorge.no/wp-content/uploads/2017/12/INPRO-sluttrapport-2017.pdf> (Hentet: 20.11.2018).

Dingle, J. (1997) *Project Management: Orientation for Decision Makers*. Wiley.

Eikeland, P. T. (1998) *Teoretisk analyse av byggeprosesser*. SIB Rapport, Prosjektnummer P10602. ISBN 82-91860-12-2.

Emmitt, S. (2007) *Design management for architects*, Oxford, Blackwell Publ.

Fangen, K. (2015) *Kvalitativ metode*. De nasjonale forskningsetiske komiteene. Tilgjengelig fra: <https://www.etikkom.no/FBIB/Introduksjon/Metoder-og-tilnarminger/Kvalitativ-metode/> (Hentet: 30.04.2019).

Fløisbonn, H. W., Skeie, G., Uppstad, B., Markussen, B. & Sunesen, S. (2018) *MMI - Modell Modenhets Nivåer*. Oslo: EBA - Entreprenørforeningen - Bygg og Anlegg. Tilgjengelig fra: <https://www.eba.no/globalassets/dokumenter/mmi-utvalget/mmi-modell-modenhets-indeks.pdf> (Hentet: 02.05.2019).

Gresseth, F. (2016) *Kommunikasjon mellom prosjektering og produksjon ved delte entrepriser*. Masteroppgave, NTNU.

Gresseth, F., Lohne, J., Lædre, O. & Svalestuen, F. (2017) Information Flow Between Design and Production. *Proceedings of the 9th Nordic Conference on Construction Economics and Organization*. Chalmers University of Technology, Göteborg, Sverige 13.-14. Juni 2017.

Haaland, S. M. (2012) *Effektiv bruk av BIM i byggebransjen*. Masteroppgave, NTNU.

Jacobsen, D. I. (2005) *Hvordan gjennomføre undersøkelse?* 2. Utgave. Høyskoleforlaget.

Knotten, V., Svalestuen, F. (2014) Implementing Virtual Design and Construction (VDC) in Veidekke - Using Simple Metrics to Improve the Design Management Process. In: *Proceedings of the 22nd Annual Conference of the International Group For Lean Construction*. Volume 3. Akademika Forlag. pp. 1379-1390.

Koskela, L., Howell, G., Ballard, G. & Tommelein, I. (2002) *The foundations of lean construction*. University of California, Berkeley. Tilgjengelig fra: https://www.researchgate.net/publication/28578914_The_foundations_of_lean_construction (Hentet: 21.11.2018).

Kristensen, K. H. (2013) *Building design management: Management of the cooperative design and its interdisciplinary functions*. Doktorgradsavhandling. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi, Institutt for bygg, anlegg og transport.

Kunz, J. & Fischer, M. (2012) *Virtual Design and Construction: Themes, Case Studies and Implementation Suggestions*. CIFE Working Paper #097. Tilgjengelig fra: <https://purl.stanford.edu/gg301vb3551> (Hentet: 18.11.2018).

Martin, D. & Poulsson, P. H. (1996) *Slik blir du bedre på møter: møtestyring*. Oslo: Hjemmets bokforlag.

Meland, Ø. H. (2000) *Prosjekteringsledelse i byggeprosessen. Suksesspåvirker eller andres alibi for fiasko?* Doktorgradsavhandling, Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet. Tilgjengelig fra: https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/231254/125503_FULLTEXT01.pdf?sequence=1 (Hentet 25.11.2018).

Murray, M. (2001) ICT tools are helping to make the construction process more productive. *Civil Engineering: Magazine of the South African Institution of Civil Engineering*. 9, 17.

NTNU. (2013) *Råd og retningslinjer for rapportskrivning ved prosjekt- og masteroppgaver*. Studieinformasjon - Institutt for bygg- og miljøteknikk: NTNU.

Olsen, A. S., Jermstad, O. & Eriksen, L. S. (2013) *PROBY. Prosjekteringsprosess i byggeprosjekter. (Et samarbeidsprosjekt mellom Norsk Senter for Prosjektledelse, Rådgivende Ingeniørers Forening og Statsbygg)*. Oslo: Statsbygg.

OSU (2019) *Dette er Oslo S Utvikling*. Tilgjengelig fra: <https://osu.no/om-osu> (Hentet: 10.05.2019).

Phelps, A. F. (2012) Behavioral Factors Influencing Lean Information Flow in Complex Projects. In: Tommelein, I.D. & Pasquire, C.L., *20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. San Diego, USA, 18-20 Jul 2012. Tilgjengelig fra: <http://iglc.net/Papers/Details/822> (Hentet: 17.11.2018).

Reinertsen, D. (1997) *Managing the Design Factory*. New York, Free Press.

Samset, K. (2008) *Prosjekt i tidligfasen: valg av konsept*, Trondheim, Tapir akademisk forlag.

Samset, K. (2014) *Forskningsmetode*. NTNU Fordypningsfag.

Sander, K. (2017a) *Induktiv og deduktiv studie*. studie.no. Tilgjengelig fra: <https://studie.no/induktiv-deduktiv/> (Hentet: 30.04.2019).

Sander, K. (2017b) *Reliabilitet*. studie.no. Tilgjengelig fra: <https://studie.no/reliabilitet/> (Hentet: 30.04.2019).

Sander, K. (2017c) *Validitet*. studie.no. Tilgjengelig fra: <https://studie.no/validitet/> (Hentet: 30.04.2019).

SCImago (u.å.) *SJR — SCImago Journal & Country Rank*. Tilgjengelig fra: <http://www.scimagojr.com> (Hentet: 07.10.2018).

See, R., Karlshoej, J., & Davis, D. (2011) *An Integrated Process for Delivering IFC Based Data Exchange*. buildingSMART. Tilgjengelig fra: http://iug.buildingsmart.org/idms/methods-and-guides/Integrated_IDM-MVD_ProcessFormats_14.pdf/view/ (Hentet: 28.11.2018).

Svalestuen, F., Knotten, V., Lædre, O., Drevland, F. & Lohne, J. (2017) Using building information model (BIM) devices to improve information flow and collaboration on construction sites, *Journal of Information Technology in Construction*. ITcon Vol. 22. Pg. 204-219. Tilgjengelig fra: <http://www.itcon.org/2017/11> (Hentet: 20.04.2019).

Tiltnes, S. (2016) *Veileder for fasenormen "Neste Steg" – Et felles rammeverk for norske byggeprosesser*. (Bygg 21, Versjon 1.2). Tilgjengelig fra: <https://www.bygg21.no/contentassets/32bef76f835c48fca3303376f63878db/veileder-for-stegstandard-ver-1.2-med-logoer-201116.pdf> (Hentet: 25.11.2018).

Tjora, A. (2010) *Kvalitative forskningsmetoder i praksis*. 1. utgave. Gyldendal Norsk Forlag.

Tjora, A. (2017) *Kvalitative forskningsmetoder i praksis*. 3. utgave. Gyldendal Norsk Forlag.

VIKO (2018) *Finne kilder*. Tilgjengelig fra: <https://innsida.ntnu.no/wiki/-/wiki/Norsk/Finne+kilder> (Hentet 07.10.2018).

Westgaard, H., Arge, K. & Moe, K. (2010) *Prosjekteringsplanlegging og prosjekteringsledelse: rapport til Byggekostnadsprogrammet*. (Prosjekt 14303 i byggekostnadsprogrammet) Oslo: Byggekostnadsprogrammet. Tilgjengelig fra: <https://www.sintef.no/globalassets/upload/prosjekteringsplanlegging-og--ledelse.pdf> (Hentet 05.10.2018).

Yin, R. K. (2014) *Case Stude Research: Design and Methods*. 5. Utgave. SAGE Publications, Inc.

Østby-Deglum, E., Svalestuen, F. & Drevland, F. (2013) *TBA4127/AAR4951 Prosjekteringsledelse. Kompendium*. Trondheim: NTNU.

VEDLEGG 1 – INTERVJUGUIDE

Intervjuguide

Går det fint om jeg tar lydopptak av intervjuet slik at jeg kan se tilbake på det i forbindelse med oppgaven? Du kan være anonym om ønskelig og få referat fra intervjuet, samt materiale som vil bli brukt i oppgaven.

0 GENERELL INFORMASJON

0.1 Om Tobias

- Inne i siste år på Bygg- og miljøteknikk ved NTNU i Trondheim, med fordypning i prosjektledelse.
- Skriver i løpet av høsten 2018 og våren 2019 prosjekt- og masteroppgave i samarbeid med Team Bispevika, AF Gruppen.
- Jobbet i AF Byggfornyelse ved Nye Deichmanske hovedbibliotek sommeren 2018.

0.2 Om arbeidet

Det overordnede temaet for prosjekt- og masteroppgaven er Optimalisering av Virtual Design and Construction i prosjektering. I masteroppgaven våren 2019 vil følgende fire forskningsspørsmål bli forsøkt besvart:

- 1 I hvilken grad anvender Team Bispevika Virtual Design and Construction i prosjektering?
- 2 Hvordan bør Virtual Design and Construction implementeres på best mulig måte i prosjektering?
- 3 Hvilke erfaringer har Team Bispevika gjort seg ved bruk av Virtual Design and Construction i prosjektering?
- 4 Hvordan kan Virtual Design and Construction i prosjektering optimaliseres basert på erfaringene Team Bispevika har gjort seg?

Metodene som vil bli tatt i bruk i forsøket på å besvare forskningsspørsmålene er:

1. **Litteraturstudier** for å finne frem til relevant og kvalifisert litteratur innen fagfeltet, og som grunnlag for å diskutere funn fra den kvalitative datainnsamlingen.
2. **Case-studie** av prosjektet Boligutvikling i Bjørvika. I forbindelse med case-studiet gjennomføres:
 - I. **Intervjuer** for å samle erfaringer og meninger om VDC i prosjektering i Team Bispevika, som videre vil bli diskutert for å kunne legge frem forslag til optimalisering av VDC i prosjektering.
 - II. **Observasjonsstudier** av ICE-møter for å gi undertegnede et økt innblikk i praksisen på prosjektet og for å supplere funn fra intervjuer.
 - III. **Dokumentstudier** for å gi undertegnede tilgang på informasjon som best formidles skriftlig og å redusere belastningen på deltakere i forskningen fra Team Bispevika.

1 INTERVJUOBJEKTET

1. Kan du fortelle kort om din bakgrunn og dine arbeidserfaringer? (Tidligere roller, antall år erfaring, ulike bedrifter/virksomheter, utdanning)
2. Hva er din bedrifts rolle i prosjektet? (Kontraktstype, hvem har dere tilknytning til)
3. Hva er din rolle i prosjektet? (*Firma, ansvarsoppgaver, funksjon*)
4. Når ble du involvert i prosjektet?
5. Hvem forholder du deg til i størst grad? (*Ulike aktører, personer, funksjoner*)

2 VDC I PROSJEKTERING I TEAM BISPEVIKA

1. Hva mener du er viktig for god implementering av VDC i et prosjekt?
2. Hvordan er prosjekteringsgruppa i Team Bispevika organisert?
3. Har du kjennskap til POP-modellen?
4. Hva er bruksområdene til BIM i prosjektering i Team Bispevika?
5. Blir ICE-møter avholdt i forbindelse med prosjekteringen? I så fall, hvor ofte og hvordan?
6. Blir det gjennomført målinger av prosjekteringsprosessen i Team Bispevika?
7. Bruker dere Last Planner System for prosjekteringsplanlegging?
8. Er det andre momenter ved VDC dere anvender i Team Bispevika som jeg har oversett?

3 ERFARINGER VED VDC I PROSJEKTERING

1. Hva er erfaringene dine med implementering av VDC i prosjektering?
2. Har du noen formeninger om hvordan prosjekteringsgruppa i Team Bispevika er organisert?
3. Hva er erfaringene dine med BIM i prosjektering i Team Bispevika?
4. Hva er erfaringene dine med ICE-møter i Team Bispevika?
5. Hva er erfaringene dine med målinger av prosjekteringsprosessen i Team Bispevika?
6. Hva er erfaringene dine Last Planner System for prosjekteringsplanlegging?
7. Har du andre erfaringer utenom hovedverktøyene som du ønsker å dele?

4 OPTIMALISERING AV VDC I PROSJEKTERING

1. Hvordan kan man optimalisere implementeringen av VDC i prosjektering?
2. Hvordan kan man optimalisere bruken av BIM i prosjektering?
3. Hvordan kan man optimalisere ICE-møter i forbindelse med prosjekteringen?
4. Hvordan kan man optimalisere målinger av prosjekteringsprosessen?
5. Hvordan kan man optimalisere bruken av Last Planner System i prosjektering?
6. Har du andre forslag til tiltak for optimalisering av VDC i prosjektering?

5 AVSLUTNING

1. Er det noe du mener jeg har glemt/utelatt å spørre om som det kan være hensiktsmessig å inkludere i arbeidet mitt?
2. Har du innvendinger om formen og spørsmålene i intervjuet?
3. Er det deler av intervjuet du mener jeg bør utelate fra videre intervjuer?
4. Kan jeg ta kontakt med deg hvis jeg har behov for oppklaring eller har flere spørsmål?

Takk for meg!