

UNDERSØKELSE AV SAMHANDLING OG VERKTØYBRUK I
VIRTUAL DESIGN AND CONSTRUCTION

STUDY OF COLLABORATION AND THE USE OF TOOLS IN
VIRTUAL DESIGN AND CONSTRUCTION

SIMEN LUNDER

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITTENSKAP
Institutt for matematiske realfag og teknologi
MASTEROPPGAVE 30 STP. 2013



I. Forord

Denne rapporten er skrevet av Simen Lunder, og er avslutningen på mastergraden innen Industriell Økonomi med retning byggeteknikk og prosjektledelse ved Norges Miljø og Biovitenskapelige Universitet (tidligere Universitetet for Miljø og Biovitenskap). Rapporten er et resultat av 30 studiepoeng ved emnet M30-IMT utført høsten 2013.

Jeg ønsket med rapporten å øke min kompetanse i forhold til prosjektgjennomføring i byggebransjen. Ved å analysere Virtual Design and Construction (VDC) opp mot mer konvensjonelle prosjekteringsmetoder har jeg fått innblikk i ulike metoder for å gjennomføre prosjektering. Dette har vært nyttig for min forståelse av byggebransjen. Jeg fattet interesse for VDC, og definerte rapportens problemstilling, etter å ha deltatt på et BIM-seminar arrangert av Multiconsult. På seminaret presenterte flere entreprenørbedrifter deres bruk av VDC. Foredragsholdernes engasjement og entusiasme rundt konseptet trigget min interesse for samhandling i prosjekteringsammenheng.

Jeg vil takke alle som har bidratt under arbeidet av rapporten. En stor takk rettes til NCC og Magne Ganz, Torbjørn Rastad, Nina Kvestad og Øyvind Børstad, samt alle deltakerne ved observasjonene i NCC Prosjektstudio. Fra Multiconsult vil jeg takke Thor Ørjan Holt, Stine Bjønnstu Johansen og Morten Lund Hoffmann. Til slutt vil jeg takke min veileder ved Universitetet, Leif Daniel Houck, for viktig og god støtte underveis i arbeidet.

Simen Lunder

Ås 20.01.2014

II. Problemstilling

Denne rapporten analyserer samhandlingsmetoder tilknyttet Virtual Design and Construction (VDC), og undersøker om de kan bidra til å forbedre prosjekteringsprosessen av store flerfaglige prosjekter for rådgivende ingeniørbedrifter hvor VDC ikke benyttes i dag. VDC er utviklet av Center for Integrated Facility Engineering ved Stanford University, som et konsept for effektivisering av prosjektgjennomføring for byggebransjen.

Rapporten fokuserer på følgende forskningsspørsmål:

- Er det elementer i VDC som kan forbedre prosjekteringsfasen i store flerfaglige prosjekter?
- Hvilke utfordringer er knyttet til prosjekteringslederens rolle ved innføring av VDC i store flerfaglige prosjekter?

III. Sammendrag

Statistikken viser at produktiviteten i norsk byggebransje har vært en negativ utvikling de siste årene (Det Kongelege Kommunal- og Regionaldepartement 2012). I et forsøk på å forbedre produktiviteten i byggeprosjekter har flere av Norges ledende entreprenørbedrifter tatt i bruk Virtual Design and Construction (VDC).

Denne rapporten er en kvalitativ dybdestudie med formål om å se på bruken av VDC-konseptet til prosjektering. Rapporten analyserer og diskuterer VDC-elementer og verktøy, før den retter et fokus mot store flerfaglige prosjekter hos rådgivende ingeniørbedrifter, og utfordringer knyttet til prosjekteringslederrollen. Datagrunnlaget i rapporten kommer av intervjuer og observasjoner av ICE-sesjoner.

VDC er knyttet til fire hovedelementer som teorien definerer, Organisasjon, Prosess, Produkt/BIM+ og Målinger. Resultatene og diskusjonen kommer frem til at Produkt/BIM+ og Organisasjon er de elementene som prosjekteringslederne prioriterer i størst grad, mens prosess og målinger blir delvis neglisjert. Fra den rådgivende ingeniørbedriften gir resultatene uttrykk for at de delvis jobber etter lignende prinsipper som VDC, men uten å definere det som en spesiell måte å jobbe på. Selv om det er noen forskjeller i metodene sier resultatene at det vil gi en positiv effekt ved å fokusere på de fire elementene også for deres prosjekter.

Resultatene tilsier at rådgivende ingeniørbedrifter allerede gjennomfører samlokalisert prosjektering, men uten en del av verktøyene som VDC bruker. Det er bred enighet om at elementer fra VDC kan gi en positiv effekt for prosjekteringen. Og det mest aktuelle å overføre blir derfor samhandlingsverktøyene, som har vært en viktig brikke for entreprenørens arbeid med VDC. I forhold til nye utfordringer for prosjekteringslederne knyttet til VDC og samhandlingsverktøy, kommer det frem at de største utfordringene er planlegging og gjennomføring av ICE-sesjoner.

IV. Abstract

Statistics show that productivity in the Norwegian construction industry has been declining in recent years (Det Kongelige Kommunal- og Regionaldepartement 2012). In an effort to improve productivity in construction projects, several of Norway's leading construction companies implemented Virtual Design and Construction (VDC).

This report is a qualitative depth study designed to look at the use of VDC-concept with project planning. multidisciplinary projects in The report analyzes and discusses VDC-elements and tools, before it focuses on large multidisciplinary projects for engineering consultancy firms, and challenges related to the role of the project planning manager. The data in the report comes from interviews and observations of ICE sessions.

The VDC theory defines four main elements, Organization, Process, Product/BIM+ and Measurements. Results and discussion concludes that Product/BIM+ and Organization are the elements that project planning manager are enabling to the greatest extent, while the process and measurements are partially neglected. From the engineering consultancy firms the results indicates that some processes follow similar principles as in VDC, but without defining it as a special way of working. Although there are some differences in the methods, the results indicate that it will have a positive impact for their projects to focusing on the four elements of VDC.

The engineering consultancy firms are already conducting collocated design, but without some of the VDC-tools. The results show that the engineering consultancy firms will get a positive effect if they implement elements from VDC. The most appropriate transfer is therefore collaboration tools, which have been an important part of the success of the construction company's work with VDC. In terms of new challenges for the project planning manager, related to VDC and the collaboration tools, the biggest challenges that emerge is the planning and execution of ICE sessions.

V. Figurer

Figur 1 Utvikling i timeverksproduktiviteten fra 2000 til 2011 2000 = 100 (Det Kongelige Kommunal- og Regionaldepartement 2012).....	9
Figur 2 Forskningsløken - Ulike nivå for valg av forskningsmetode (Saunders et al. 2009)	14
Figur 3 Kvalitativ og kvantitativ metode som ytterpunkter på en skala (Jacobsen 2000).....	17
Figur 4 Fasene i et byggeprosjekt (Meland 2000).....	25
Figur 5 Gjennomføring av skisseprosjekt Illustrasjon: Multiconsult hentet fra Westgaard et al. (2010)	26
Figur 6 Påvirkningsmuligheter og akkumulert kostnad gjennom prosjektets levetid. (Paulson 1976).....	27
Figur 7 VDC for reliable project execution (Fischer 2011)	29
Figur 8 Grad av parallellitet (Chachere 2009)	30
Figur 9 Informasjonskanaler med og uten delt BIM (Europe INNOVA 2008).	33
Figur 10 Hovedelementene i VDC (NCC Partnering 2013)	37
Figur 11 Oppsett av brakkerigg for NCC Prosjektstudio (NCC Partnering 2013)	39
Figur 12 Til/Fra matrise (NCC Partnering 2013)	41
Figur 13 A3-metoden (NCC Partnering 2013)	42
Figur 14 Koordinering ved konvensjonell prosjektering (Houck 2013).....	68
Figur 15 Koordinering ved ICE-prosjektering (Houck 2013).....	68

VI. Tabeller

Tabell 1 Kapittelbeskrivelse (Busch 2013).....	13
Tabell 2 Kritiske faktorer for ICE-prosjektering (Kunz & Fischer 2012).....	31
Tabell 3 Kategorisering av oppgaver i VDC	39
Tabell 4 Oppsummering av resultater knyttet til hovedelementene i VDC fra intervju av prosjekteringsledere	63

VII. Forkortelser

CIFE – Center for Integrated Facility Engineering

BIM – Byggningsinformasjonsmodell/-modellering

VDC – Virtual Design and Construction

TPS – Toyota Production System

LPDS – Lean Project Delivery System

JPL – Jet Propulsion Laboratory

iRoom – Interactive Rooms

WBS – Work Breakdown Structure

OBS – Organization Breakdown Structure

PBS – Product Breakdown Structure

ICE – Integrated Concurrent Engineering

IFC – Industry Foundation Classes

VIII. Innholdsfortegnelse

I.	Forord.....	1
II.	Problemstilling.....	2
III.	Sammendrag	3
IV.	Abstract	4
V.	Figurer	5
VI.	Tabeller.....	6
VII.	Forkortelser	7
VIII.	Innholdsfortegnelse	8
1.	Innledning	9
1.1.	Bakgrunn.....	9
1.2.	Formål.....	11
1.3.	Rapportens omfang og begrensninger	12
1.4.	Rapportens oppbygning	13
2.	Metode.....	14
2.1.	Vitenskapsteori og Forskningsdesign	14
2.2.	Datainnsamling	17
2.3.	Dataanalyse	23
2.4.	Metodekvalitet	23
3.	Teori	25
3.1.	Konvensjonell prosjektering	25
3.2.	Virtual Design and Construction - VDC.....	27
3.3.	Undersøkelse om effekt av VDC.....	36
4.	Resultater	37
4.1.	Individuelle intervjuer	37
4.2.	Observasjoner i gjennomføringen av NCC Prosjektstudio	60
5.	Diskusjon	63
5.1.	Innledning.....	63
5.2.	Virtual Design and Construction.....	63
6.	Konklusjon og videre arbeid	78
6.1.	Konklusjon	78
6.2.	Videre arbeid	80
7.	Litteraturliste	81
8.	Vedlegg.....	83
8.1.	Tabell 1 Engelsk versjon.....	83
8.2.	Intervjuguide.....	85

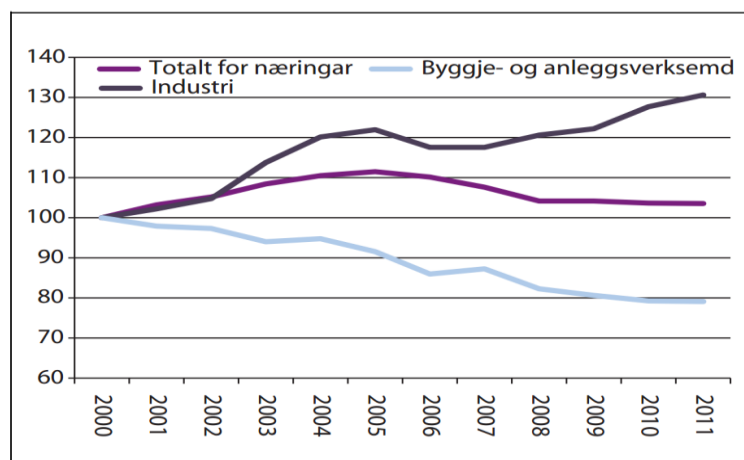
1. Innledning

1.1. Bakgrunn

I senere tid har det vært store endringer i teknologien benyttet til prosjektering i byggeprosjekter. Fra enkle tegneprogrammer har det nå utviklet seg kraftigere programvare som gir helt nye muligheter for modellering av bygg og anlegg. Dagens modeller kan inneholde enorme mengder informasjon og samkjører alle fagområdene i prosjektene. Denne type modeller blir kalt for Byggningsinformasjonsmodeller (BIM). BIM har blitt mer vanlig de siste årene, og fra 2010 har blant annet Statsbygg hatt krav om at alle deres prosjekter skal bruke BIM-verktøy (Statsbygg 2007).

BIM er en betegnelse for modeller, og modellering av modeller som er satt sammen av objekter som inneholder spesifikk informasjon. Slik informasjon kan for eksempel være størrelser, produsent og relasjoner til andre objekter (buildingSMART - Norge 2013).

Selv om teknologien har utviklet seg har ikke produktiviteten i bransjen bedret seg de senere årene. Ifølge Håland et al. (2006) hadde bygg og anleggsnæringen god produktivitetsutvikling frem til midten av nittitallet. Siden det har det vært en svak nedgang i produktivitet som vist i Figur 1. Figuren viser utviklingen i timeverksproduktiviteten totalt for alle næringer, for industrinæringen og for bygge- og anleggsnæringen, i perioden 2000 – 2011 (Det Kongelige Kommunal- og Regionaldepartement 2012). Vi ser at bygge- og anleggsnæringen kommer dårligst ut av de tre grafene, med et fall på omtrent 20 %.



Figur 1 Utvikling i timeverksproduktiviteten fra 2000 til 2011 2000 = 100 (Det Kongelige Kommunal- og Regionaldepartement 2012)

Bygg og anleggsnæringen i Norge har lenge hatt et dårlig rykte når det kommer til produktivitet, leveringsevne, andel av feil og mangler og kostnadsnivå. Forskning viser tydelig at bransjen har et stort potensiale for å øke både produktiviteten og effektiviteten, blant annet går store kostnader hvert år med til retting av feil og dobbeltarbeid (Ingvaldsen 2008).

Ifølge Thorbjørn Ingvaldsen (2008) ligger kostnadene for prosessrelaterte byggefeil i bygg på ca. 9 % av byggevirkens omsetning. Tall fra Statistisk Sentralbyrå for byggevirkens omsetning i 2006 viser at de omtalte prosentene vil utgjøre mellom 6 og 18 milliarder NOK (Ingvaldsen 2008). Til sammenligning var 2004-omsetningen til den totale arkitekt og byggetekniske konsulentvirksomhet i Norge på 14,6 milliarder (Håland et al. 2006).

Kunz og Fischer (2012) peker på bedre planlegging som en løsning på byggenæringens problemer. Økt bruk av BIM kan føre til høyere detaljering og dermed mulighet til å unngå feil. For effektiv bruk av BIM er det viktig å definere hvordan disse verktøyene skal brukes. Virtual Design and Construction (VDC) er utviklet av Center for Integrated Facility Engineering (CIFE) ved Stanford University, som et rammeverk for hvordan man kan organisere og gjennomføre i byggeprosjekter på en effektiv og produktiv måte ved stort fokus på BIM (Kunz & Fischer 2012).

1.2. Formål

Rapportens formål er å undersøke og evaluere metodene som ligger i konseptet Virtual Design and Construction (VDC). Undersøkelsene skal gi svar på om det er elementer fra VDC som effektivt kan forbedre prosjekteringsprosessene for store flerfaglige prosjekter hvor VDC ikke benyttes i dag.

Virtual Design and Construction er et konsept som skal bidra til å gjennomføre et byggeprosjekt så effektivt og godt som mulig. Fokuset og målene i konseptet er å gi kunden det produktet han vil ha, så raskt som mulig og til en så lav kostnad som mulig. Konseptet blir definert og tilpasses til hver enkelt bedrifts behov og posisjon i bransjen.

Ved å studere bruken av VDC-metodene andre steder i bransjen vil rapporten sammenligne og evaluere VDC-metoder med mer konvensjonelle metoder. Rapporten setter ikke noen faste grenser for hva som er store eller små prosjekter, men ut fra et idealisert ståsted er store prosjekter komplekse prosjekter som inkluderer de aller fleste fagfeltene og derfor har mange aktører involvert.

Rapporten vil behandle følgende forskningsspørsmål:

Er det elementer i VDC som kan forbedre prosjekteringsprosessene i store flerfaglige prosjekter?

Formålet med forskningsspørsmålet er å analysere samarbeidsmetodene i VDC for å se om det er elementer som vil bidra til bedre prosjektering i store flerfaglige prosjekter hos rådgivende ingeniørbedrifter.

Hvilke utfordringer er knyttet til prosjekteringslederens rolle ved innføring av VDC i store flerfaglige prosjekter?

Formålet med forskningsspørsmålet er å se på hvilke utfordringer som er knyttet til prosjekteringslederens rolle hvis man innfører metodene bak VDC helt, eller delvis.

1.3.Rapportens omfang og begrensninger

Masteroppgaven er avslutningen for sivilingeniørutdanningen ved Norges Miljø og Biovitenskapelige Universitet (NMBU) og utgjør 30 studiepoeng. Rapporten er et resultat av 22 uker med selvstendig arbeid. En avsluttende studentoppgave av denne typen er avgrenset i både tid og omfang, og har derfor noen begrensninger.

VDC er i denne rapporten introdusert som et teoretisk konsept for gjennomføring av byggeprosjekter. Undersøkelsene i rapporten tar for seg metoder og verktøy som er tilknyttet samhandling mellom aktører i byggeprosjekter som prosjekterer etter VDC-konseptet, og undersøker overføringsverdi i forhold til rådgivende ingeniørbedrifter som ikke følger VDC. Rapporten er gjennomført i samarbeid med bedriftene NCC og Multiconsult. NCC er en av Norges største entreprenører, og en av bedriftene som har valgt å satse på VDC, mens Multiconsult er en av Norges største rådgivende ingeniørbedrifter som foreløpig ikke er engasjert i VDC.

Rapporten tar utgangspunkt i eksisterende teori om VDC, samt intervjuer og observasjoner gjennomført i tilknytning til rapporten. Ettersom VDC er relativt nytt, og lite utprøvd i Norge, er studien gjennomført som en dybdestudie av noen få prosjekteringsledere hos NCC og deres bruk av samhandlingsmetoder og verktøy. For å skape et sammenligningsgrunnlag er det gjennomført intervju med en prosjekteringsleder hos Multiconsult. Rapporten sammenligner på overførbarhet av metoder og verktøy, og effekter av dette for rollen til en prosjekteringsleder på bakgrunn av innhentede data.

Intervjuene og observasjonene i rapporten er i forbindelse med totalentrepriser, men rapporten tar ikke stilling til prosjekters entrepriseform. Dette er gjort da rapportens fokus ligger på samhandling mellom aktører, og forsker ikke ser noen grunn til at resultatene endrer verdi ved ulike entreprisemodeller. Rapporten legger til grunn at prosjekteringen blir gjennomført av en prosjekteringsgruppe bestilt av en byggherre, uavhengig av om en entreprenør eller en rådgivende ingeniørbedrift leder prosjekteringen.

Grunnet rapportens begrensede omfang, spesielt i forhold til antall intervjuer og observasjoner, kan ikke resultatene utlede en bevist sannhet. Resultatene kommer av en grundig kvalitativ studie og må vurderes ut i fra dette. En gjennomgang av rapportens forskningsmetoder finnes under kapittel 2.

1.4. Rapportens oppbygning

Rapporten er bygget opp av syv kapitler etter vanlig mal for en vitenskapelig rapport (Busch 2013). Oppbygningen av rapporten er vist i Tabell 1, med en beskrivelse av hvert kapittel.

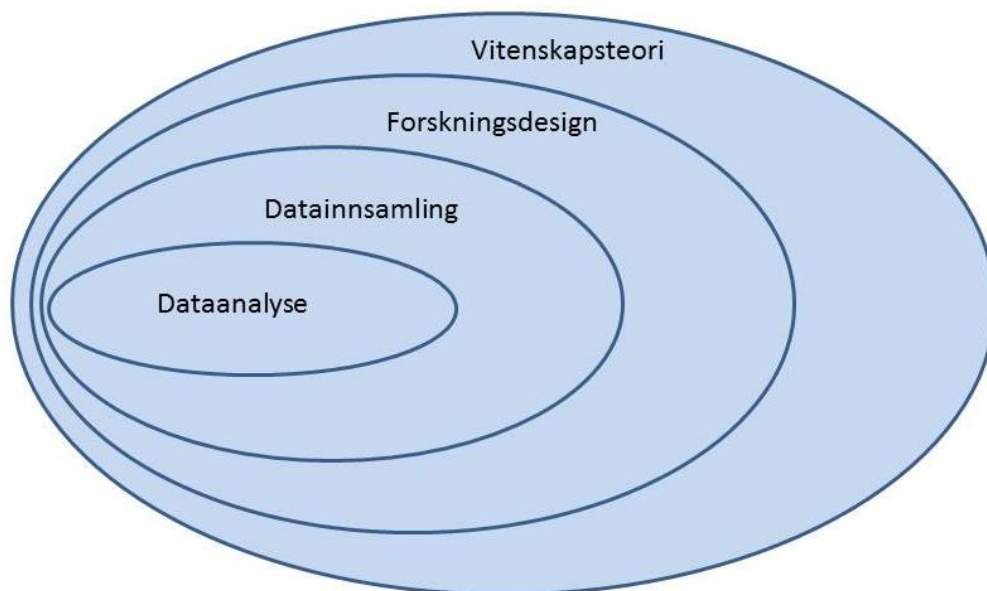
Tabell 1 Kapittelbeskrivelse (Busch 2013)

		Beskrivelse
Kapittel 1	Innledning	Her presenteres temaet og bakgrunnen for at dette er et interessant felt å forske på.
Kapittel 2	Metode	Her redegjøres det for hvilke vitenskapelige metoder som er benyttet for å samle inn rapportens empiri.
Kapittel 3	Teori	Dette kapitlet viser hvilke teoretiske perspektiver som vil bli lagt til grunn for analyse av problemstillingen.
Kapittel 4	Resultater	I dette kapitlet presenteres empirien som har blitt samlet inn, og det gis en fremstilling av alle funn.
Kapittel 5	Diskusjon	Her skal empirien analyseres og drøftes opp mot problemstilling og teori.
Kapittel 6	Konklusjon og videre arbeid	En oppsummering av resultatene, og konklusjon av rapporten.
Kapittel 7	Litteraturliste	En oversikt over alle referansene som er benyttet i rapporten.
Kapittel 8	Vedlegg	Større tabeller, intervjuguider og andre mer perifere opplysninger.

2. Metode

En vitenskapelig undersøkelse krever en definisjon av forskningsmetodene. For å definere metodene må forsker foreta en rekke valg angående vitenskapsteoretisk utgangspunkt, forskningsdesign, metoder for datainnsamling og metode for analyse av innhentet empiri. Disse valgene henger i stor grad sammen og et valg påvirker det neste (Busch 2013).

Saunders et al. (2009) illustrerer hvordan valgene henger sammen som en forskningsløk, vist i Figur 2. Først må man ta stilling et overordnet valg i forholdt til vitenskapsteoretisk ståsted, som videre har betydning for alle valgene helt ned til metode for dataanalyse.



Figur 2 Forskningsløken - Ulike nivå for valg av forskningsmetode (Saunders et al. 2009)

2.1. Vitenskapsteori og Forskningsdesign

De første valgene som må bli tatt i forhold til forskningen er hvilket utgangspunkt som finnes for rapporten. I et vitenskapsteoretisk perspektiv må det defineres hvilket ståsted rapporten har. I denne rapporten skal forskningen gjennom teori, intervjuer og observasjoner forsøke å besvare og oppfylle rapportens formål.

Forskningsdesignen inneholder en beskrivelse av undersøkelsens, det vil si hva undersøkelsens formål er, hvem som er aktuelle informanter, hvor undersøkelsen skal utføres og hvordan den skal utføres (Thagaard 2009).

Det skilles mellom tre hovedtyper av forskningsdesign, eksplorativt, deskriptivt og kausalt. Eksplorativt design er undersøkelser der forskeren ikke har noen klar hypotese om utfallet, da han besitter lite forkunnskaper om temaet. Deskriptivt design er undersøkelser som beskriver sammenhenger mellom ulike variabler. Kausalt design er undersøkelser der forskeren ønsker å måle effekter av ulike stimuli, det vil si årsak/virkning-forhold (Grenness 2001).

I denne rapporten vil det være hensiktsmessig med en eksplorativt forskningsdesign da problemstillingen ikke stiller noen klar hypotese, men legger opp til å undersøke og analysere praksisen opp mot teorien. Forkunnskapene er også begrenset både for forsker og bransje, da Virtual Design and Construction-konseptet er nytt og lite utprøvd i Norge. Dette er også et argument for at eksplorativt design er det rette designvalget. Ifølge Grenness (2001) kan eksplorative undersøkelser egne seg som forstudier til deskriptive undersøkelser med klare problemstillinger og hypoteser, men også for undersøkelser som skal stå på egne ben. Med en eksplorerende design kan forskningsspørsmålene utvikles etter hvert som kunnskap blir tilegnet.

2.1.1. Forskningstilnærming

Videre må det defineres om rapporten er deduktiv eller induktiv i forskningstilnærmingen. Det vil si med hvilken tilnærming problemstillingen skal angripes. Med deduktiv tilnærming går man fra teori til empiri, det vil si at elementer fra teorien testes i praksis for å undersøke om teorien verifiseres. Det kan argumenteres mot denne tilnærmingen da forskeren kan lete etter en ønsket informasjon som støtter opp under forventningene, slik at man ikke får en nyansert tilnærming. Ved induktiv tilnærming går man motsatt vei, det vil si at man går fra empiri til teori. Her undersøker og observerer forskeren virkeligheten, for så å analysere og danne teorien på bakgrunn av funnene. Det er ønskelig at forskeren har et tilnærmet åpent sinn og samler inn all relevant data før systematiseringen og analysene gjennomføres (Jacobsen 2000).

Denne rapporten vil inneholde elementer fra begge forskningstilnærmingene da problemstillingen ikke kan knyttes til en spesifikk tilnærming. Deduktiv og induktiv tilnærming er ikke gjensidig utelukkende, og en bevisst bruk av elementer fra begge tilnærminger vil gi en bredere plattform for rapporten. Gjennom observasjoner og intervjuer vil kunnskap om samhandlingsmetodene i VDC fremkomme gjennom induktiv tilnærming da forskeren henter empiri fra virkeligheten. I deler av rapporten vil også deduktiv tilnærming bli brukt gjennom å hente elementer fra teorien, for å teste problemstillingene gjennom deler av intervjuene med prosjekteringslederne.

2.1.2. Tidsfaktoren

Tidsperspektivet for undersøkelsen har noe å si for hvordan man gjennomfører forskningen. I følge Halvorsen (1987) skiller det mellom statiske og dynamiske studier. Statiske studier er undersøkelser som er gjort på samme tidspunkt. Slike undersøkelser er egnet til å beskrive et fenomen, eller å generalisere ved å sammenligne et fenomen hos to grupper. Dynamiske undersøkelser er oppfølgingsundersøkelser som følger et utvalg av respondenter over en lengre periode (Halvorsen 1987).

Undersøkelsene i denne rapporten blir gjort hos ulike aktører på tilnærmet samme tidspunkt, og er da en statisk studie. Som nevnt er slike studier egnet til å generalisere ved å sammenligne et fenomen hos to grupper, noe som i stor grad er formålet med denne rapportens undersøkelser.

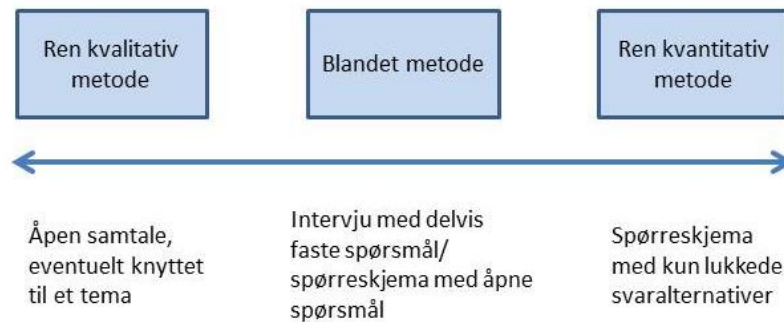
2.1.3. Forskningsmetode

Et fundamentalt valg som må foretas når forskeren har bestemt seg for å samle inn egne data er valget av undersøkelsesmetode (Halvorsen 1987). Når dette valget skal gjennomføres er det viktig at forskeren har en oversikt over hva slags type data som skal samles inn. Teorien tegner et hovedskille mellom kvantitative og kvalitative data.

Kvantitative data kan beskrives som målbare data, det vil si tall eller andre mengdetermer. Kvalitative data beskrives som ikke-tallfestbare data som sier noe om egenskapene til undersøkelsesenheten (Halvorsen 1987).

Kvalitative metoder er en vanlig metode for eksplorativ undersøkelse fordi egenskaper og erfaringer hos respondentene blir studert. Dette valget understrekes av Thagaard (2009) som hevder at kvalitative metoder tilstreber å gå i materialets dybde og vektlegge dets

betydning. I motsetning tilstreber kvantitative metoder at materialets bredde og antall målinger er størst mulig. **Error! Reference source not found.** illustrerer en skala som omfatter forskningsmetodene og viser at det ikke er et klart skille mellom kvantitative og kvalitative undersøkelser. Skalaen gir en pekepinn på hva slags kategori som beskriver en gitt undersøkelse.



Figur 3 Kvalitativ og kvantitativ metode som ytterpunkter på en skala (Jacobsen 2000)

Metodene som blir brukt i denne undersøkelsen er intervjuer, litteratursøk og observasjoner. Ulike typer data kan gi et bedre grunnlag for å besvare problemstillingen. Dette kalles metodetriangulering, man skaffer seg to perspektiver for bedre å kunne forklare det tredje (Halvorsen 1987). Denne rapporten vil nærme seg metodetriangulering i form av at metodene for datainnsamling vil variere mellom ren kvalitative metode til mer blandet metode på skalaen i **Error! Reference source not found.**

2.2.Datainnsamling

I forbindelse med datainnsamling er det viktig å definere datakildene, og metode og verktøy for å hente nødvendig data fra kildene. Grenness (2001) forklarer at det finnes to hovedtyper av datakilder som gir oss to ulike typer data; primærdata og sekundærdata. Primærdata er data som er hentet inn spesielt for rapporten, mens sekundærdata er data som er innhentet uavhengig av rapporten. Det er viktig å skille mellom disse datatypene fordi de må behandles ulikt. Sekundær data kan være innhentet for å belyse en annen problemstilling og det kan være usikkerhet rundt opphavet av dataene (Grenness 2001).

Rapporten bygger i hovedsak på primærdata, men sekundærdata er også brukt for å belyse den underliggende teorien og rapportens utgangspunkt. Sekundærdataene er innhentet ved

hjelp av en litteraturstudie som er utgangspunktet for teorikapittelet i rapporten. Deretter har primærdata blitt innhentes gjennom dokumenterte metoder for å angripe problemstillingen i samspill med sekundærdataene. Primærdataene er innhentet gjennom observasjoner og intervjuer, både strukturerte og ustrukturerte.

2.2.1. Litteraturstudie

Litteraturstudiet er gjennomført for å belyse teori som gir grunnlag for rapporten. Teoridelen vil i hovedsak fokusere på Virtual Design and Construction (VDC) og metodikken bak konseptet. Det rettes også et fokus på hvordan byggebransjen prosjekterer etter mer konvensjonelle prinsipper.

Som diskutert tidligere har rapporten et eksplorativt design. Eksplorativ forskningsdesign kan sammenlignes med en oppdagelsesreise i et nytt territorium (Saunders et al. 2009). Det er også slik litteraturstudien har foregått. Forskeren har satt seg inn i et nytt tema, og benyttet fleksibiliteten som ligger i forskningsdesignet ved å starte bredt for deretter å spesifisere søket.

Søket etter informasjon har i hovedsak blitt gjort gjennom følgende kanaler:

- BIBSYS – Bibliotekjennesten for Universiteter og høyskoler
- Google scholar – søkemotor for vitenskapelige utgivelser
- Publikasjoner ved CIFE - Center for Integrated Facility Engineering ved Stanford University
- Artikler som har blitt anbefalt av fagpersoner i bransjen

I hovedsak ble følgende søkeord brukt:

Virtual design and construction, VDC, Integrated concurrent engineering, ICE, samhandling i byggebransjen, BIM, Jet Propulsion Laboratory, LEAN Construction, prosjektering, prosjekteringsledelse, sekvensiell prosjektering, Building Information Model/Modeling,

Last Planner, Collaborative Design Management

Da mye av informasjonen kommer fra ulike og til tider usikre kilder har det vært viktig med god kildekritikk.

2.2.2. Intervju

Intervju kan bidra med pålitelig og gyldig data som er relevant for forskningsspørsmålet (Saunders et al. 2009). Formålet med et intervju er blant annet å få fylldig, samt omfattende informasjon rundt synspunkter og perspektiver på ulike temaer i intervjusituasjonen (Thagaard 2009).

I rapporten er intervjuene både brukt i den eksplorative forskningstilnærmingen og i tilknytning til problemstillingen. Det vil si at intervjuene er gjort for å forstå praksisen i bedriftene samt for å gjøre analyser i tilknytning til problemstillingen og forskningsspørsmålene. En fordel med å gjennomføre intervjuer er mulighet til å stille oppfølgingsspørsmål, enten som hensikt å sikre konkret oppfattelse eller å gå i dybden av ulike emner.

Intervjumetode

Som kvalitative metode kan intervju benyttes som en supplerende metode for å belyse et forskningsspørsmål fra ulike synsvinkler. I denne undersøkelsen ble det valgt å benytte ulike former for intervju for å samle inn resultatene, ustrukturerte intervjuer og semi-strukturerte intervjuer. I følge Saunders et al. (2009) faller disse to intervjutypene under den eksplorative eller utforskende forskningsdesignen.

Et ustrukturert intervju kan betraktes som en uformell samtale mellom forsker og informant. Intervjuet er preget av lite struktur, hvor kun temaet er definert på forhånd. Det indikerer at spørsmålene bærer preg av å være åpne, samt at de kan tilpasses den aktuelle intervjusituasjonen (Grenness 2001). Når forskeren er usikker på hvilke type spørsmål som skal stilles i utforskningsfasen kan bruken av ustrukturerte intervjuer være nyttige (Halvorsen 1987). Ulempen ved disse fleksible intervjumetodene er at intervjuer ikke har anledning til å stille de samme spørsmål til alle intervjuobjektene (Halvorsen 1987). Dette ble ikke noe problem i denne undersøkelsen, da denne intervjutypen ble brukt i tidlig fase for å innhente bakgrunnsinformasjon. Med en slik hensikt er et ustrukturert intervju ideelt.

Ifølge Grenness (2001) er det særlig et element som skiller semi-strukturert intervju fra ustrukturerte intervjuer. Dette er bruken av intervjuguide. Intervjuguiden er oversikt over temaer og spørsmål som forskeren følger gjennom intervjuet. Guiden gir en oversikt over hva intervjuet skal oppnå, men hindrer ikke intervjueren i å forfølge interessante svar eller

uventede temaer som dukker opp. En intervjuguide sikrer også større grad av reliabilitet og sammenlignbare kvalitative data (Grenness 2001).

Intervjuene med prosjekteringslederne fulgte et semi-strukturert oppsett, som ble valgt for å skape sammenlignbare kvalitative data. Dataene som ble samlet inn er erfaringer som kun et fåtall personer i byggebransjen har opparbeidet seg. Det var derfor viktig å gå i dybden for full utnyttelse av deres kunnskap. Intervjuguidene brukt i de semi-strukturerte intervjuene ligger vedlagt i kapittel 8.2.

Uavhengig av intervjumetode er det viktig å følge råd vedrørende personlig intervju. Slike råd fremgår i litteraturen. Halvorsen (1987) vektlegger betydningen av blant annet presentasjon av intervjueren og informasjon om hensikt og formål med intervjuet. Informasjon om frivillighet og anonymitet, og hvordan informasjonen skal benyttes er også elementer som har vært en del av intervjuene. Det kan nevnes at ingen av intervjuobjektene hadde et ønske om å være anonyme.

Bakgrunnsinformasjon til intervjuene

NCC

NCC er et av Norges største entreprenør- og eiendomsutviklingselskap, og er et datterselskap av NCC AB i Sverige. Bedriften er delt opp i fire forretningsområder NCC Construction, NCC Property Development, NCC Roads og NCC Bolig. I sammenheng med rapporten er det gjort to intervjuer med prosjekteringsledere fra NCC Construction, entreprenørdelen av bedriften. Det er også gjort et intervju med en representant fra NCC VDC og Partnering. Denne avdelingen driver støtteprosesser og utvikling for de fire forretningsområdene (NCC Norge 2008 - 2013).

NCC er en av flere entreprenørbedrifter i Norge som har startet et VDC-samarbeid med CIFE og Stanford University. Samarbeidet har bidratt til en utvikling av det selskapet kaller NCC Prosjektstudio som er betegnelsen på den samlokaliserte prosjekteringen som jobber etter ICE-metoden. NCC fokuserer på at samlokaliseringen muliggjør og stimulerer den formelle og uformelle kommunikasjonen i samarbeidet (Ganz & NCC Partnering 2013).

NCC er i sitt første år med VDC og har til nå hatt fire prosjekteringsledere gjennom et VDC-kurs i regi av CIFE. Alle prosjekteringslederne utfører nå prosjekter etter VDC-konseptet, og

tilbakemeldingene er gode. Det er også noen av fra NCC sin partneravdeling som har gjennomført VDC-kurs, men de jobber i større grad med utvikling og støtteprosesser, og ikke prosjekteringsledelse (Ganz & NCC Partnering 2013).

Intervjuene med NCC er gjennomført for å skape et bilde av hvordan NCC tilnærmer seg og bruker VDC-konseptet. I tillegg belyses strategien og målsetningene i forhold til denne metodeutviklingen. Intervjuene skal danne et grunnlag for å diskutere og finne svar på forskningsspørsmålene.

Multiconsult

Multiconsult er et av Norges og Nordens ledende miljøer innenfor rådgivning og prosjektering. Forretningsområdene spenner over olje og gass, bygg og eiendom, industri, samferdsel, energi og miljø. Totaliteten til Multiconsult gjør at de kan ta totalansvar for komplekse prosjekter (Multiconsult AS 2013).

Informasjonen fra Multiconsult har som hensikt å bidra med kunnskap om gjennomføring av prosjektering, med fokus på samhandlingsprosesser og verktøy. Dette blir gjort for å skape et grunnlag for diskusjonen rundt mulighetene for at VDC kan bidra til forbedring av prosjekteringen hos rådgivende ingeniørbedrifter. Intervjuet er gjennomført med en prosjekteringsleder med bred erfaring fra både prosjektering og utvikling av BIM i bedriften.

2.2.3. Observasjoner

Observasjon er en metode for innsamling av data ved å studere fenomener i sine naturlige sammenhenger. Dette er en metode for å undersøke om det som kommer frem av intervjuene også skjer i praksis. Observasjoner av handlinger er ikke alltid selvforklarende, og Halvorsen (1987) mener derfor at forskeren må danne seg en mening om det som har blitt observert. For at dette skal bli data som kan brukes i en utredning er det derfor viktig at observatøren er godt forberedt og vet hva som skal observeres (Halvorsen 1987).

I rapporten gir observasjonene en ekstra synsvinkel i temaet, og bidrar til større grunnlag for diskusjon. Observasjonene foregikk etter at intervjuene var gjennomført slik at forskeren hadde mulighet til å veie observasjonene opp mot inntrykkene fra intervjuene.

2.2.4. Dokumentasjon og gjennomføring

Ved gjennomføring av datainnsamling er det viktig å dokumentere alle data som blir samlet inn. Ulike dokumentasjonsmetoder egner seg for ulike innsamlingsmetoder. I utforskningsprosessen ble intervjuene dokumentert med lydopptak, samt notater for å få med tanker fra intervjueren. For observasjonene ble det ført notater underveis i tillegg til å ta bilder. Når en forsker skal gjennomføre et intervju er det i forkant viktig å avklare hvordan intervjuet skal dokumenteres. Thagaard (2009) hevder at der forsker bare tar notater vil han få dokumentert mindre data fordi det ikke er mulig å notere alt som blir sagt. Det er også hensiktsmessig å transkribere lydopptak umiddelbart etter intervjuet for å få med mest mulig tanker og inntrykk når dataene er ferske. En ulempe ved lydopptak er at respondentene begrenser seg og føler seg ukomfortable. I slike tilfeller er det nødvendig at intervjueren ser an situasjonen med et fokus på at innsamlede data blir av høyest mulig kvalitet (Thagaard 2009).

2.2.5. Feilkilder

Ved en eksplorativ forskningsdesign kan en rekke faktorer gjøre resultatene mindre gode, slike faktorer kaller vi feilkilder. Når undersøkelsens resultater avhenger av få respondenters svar er det viktig å være bevisst på mulige feilkilder. Ved intervjuer er det viktig å sørge for at respondentenes svar ikke blir påvirket av intervjueren eller situasjonen (Grenness 2001).

Intervjuerens nøytralitet, med tanke på spørsmål og holdninger, er viktig for å oppnå så riktige data som mulig. For å minimere feilkilder ved intervjuene ble de foretatt i respondentenes omgivelser, og alle spørsmålene var konstruert for å få frem respondentenes egne ytringer. Thagaard (2009) omtaler det å unngå å påvirke respondentene i størst mulig grad som et nøytralitetsideal. Mulighetene for å oppnå slik nøytralitet er en styrke ved ustrukturerte og semi-strukturerte intervjuer da intervjuobjektet ikke tvinges inn i et bestemt tankesett, men kan uttrykke sine meninger om temaene som er gitt i intervjuguiden. Ved observasjoner er mulige feilkilder egenskaper eller holdninger ved observatøren. Denne feilkilden ble unngått ved at observatøren var bevisst på å forholde seg nøytral til dataene som ble samlet inn.

2.3.Dataanalyse

Ifølge Grenness (2001) har all form for dataanalyse, kvalitativ eller kvantitativ, det samme formålet. Dette formålet er å skape orden og oversikt over datamaterialet som har blitt samlet inn. For kvalitative undersøkelser er det i første omgang viktig å dokumentere alle dataene. Videre må man gjennomgå dataene og klassifisere de slik at de lettere kan brukes til diskusjon. En annen måte å se dette på er at innsamlet datamateriale i utgangspunktet ikke svarer på formålet med rapporten, men forskeren må gi dataene en struktur slik at de egner seg til tolkning (Grenness 2001).

I denne rapporten er det jobbet mye med å gjennomarbeide lydopptak og notater fra intervjuer og observasjoner slik at det fremstilles riktig og på en måte som gir gode muligheter for tolkning og diskusjon.

2.4.Metodekvalitet

Når en forsker skal velge metode for en undersøkelse, er det viktig at valgt metode tillater høy kvalitet på dataene som samles inn. I metodelitteraturen presenteres to begreper reliabilitet og validitet. Reliabilitet sier noe om hvor pålitelige målingene i undersøkelsen er og høy reliabilitet betyr at en annen forsker skal få tilnærmet like resultater om han gjennomfører samme undersøkelse. Validitet handler om hvor mye det som måles har direkte sammenheng med det som skal undersøkes. Validitetsproblematikken kommer av at forskeren opererer i to plan; problemstillingen dannes med utgangspunkt i et teoriplan, mens undersøkelsene gjøres i et empiriplan. For høy validitet er det viktig at begreper og definisjoner samsvarer i begge plan. En undersøkelse kan være både valid og reliabel, reliabel, men ikke valid, men aldri valid uten å være reliabel (Grenness 2001; Halvorsen 1987).

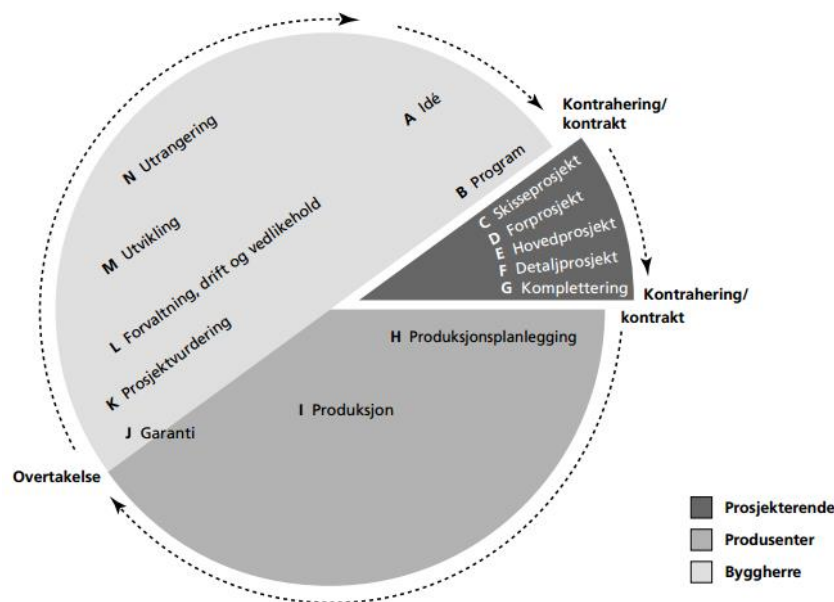
Kvaliteten på denne undersøkelsen må vurderes opp mot kriteriene som er nevnt over. Når det gjelder reliabilitet så er undersøkelsene gjort med fire intervjuer og to observasjoner. Antallet datainnsamlinger er ganske lavt, noe som kommer av at hvert intervju har fokusert på å gå i dybden for å skape kvalitative data. Dette fører til at reliabiliteten er høy med tanke på at resultatene gir et riktig bilde av det som har blitt undersøkt. Et spørsmålsteget kan likevel stilles med tanke på at få respondenter ikke gir like gode vilkår for å undersøke reliabiliteten som et økt antall respondenter ville gjort. Ved å øke antall intervjuer ville

forsker kunne stole mer på at dataene var riktige. Med tanke på validitet har undersøkelsen basert seg på teori som er kjent for intervjuobjektene, altså empiriplanet. Undersøkelsene er også gjort innenfor en spesifikk del av et byggeprosjekt, nemlig prosjekteringsfasen. Dette fører til at virkeligheten og teorien bruker samme definisjoner, noe som gir grunnlag for validitet.

3. Teori

3.1. Konvensjonell prosjektering

Øystein Meland (2000) definerer prosjektering som prosessen med å lansere konseptuelle ideer og bearbeide den valgte idé til et ferdig, immaterielt produkt i form av tegninger, modeller, beskrivelse og lignende (Meland 2000). Vi ser av Figur 4 at prosjekteringsfasen inkluderer fasene C-G, og skal skape grunnlaget for entreprenørens arbeid i H-I.

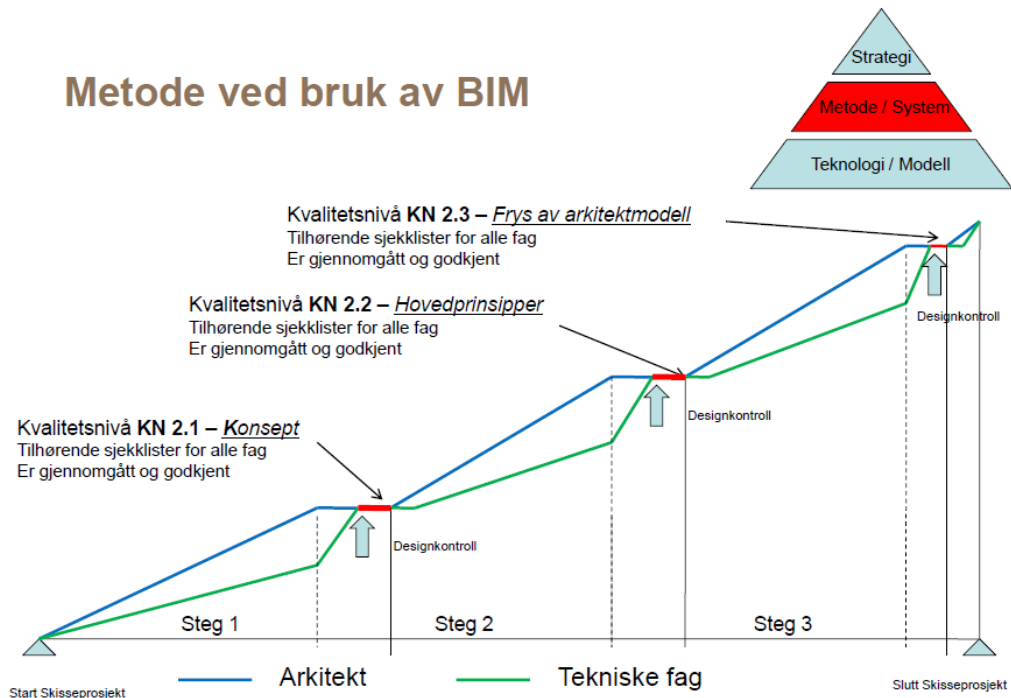


Figur 4 Fasene i et byggeprosjekt (Meland 2000)

Gjennom ulike entrepriseformer vil byggherren avgjøre hvem som skal gjøre hva, og hvem som har ulike ansvar. Denne rapporten vil ikke fokusere på de ulike entrepriseformene, ettersom samhandling i prosjektering i hovedsak ikke vil være preget av hvilken entrepriseform som er valgt. Konvensjonell prosjektering er i denne rapporten definert som den arbeidsmåten som er ansett som vanlig for de ulike rådgivende ingeniørfirmaene i Norge, og ifølge teorien for et byggeprosjekt.

Prosjekteringsprosessen foregår i faser som oftest er tids- og kostnadsavhengige. Vanlige prosjekteringer deles opp i en skisseprosjektfase, hvor man bestemmer konseptet, en forprosjektfase der man foretar systemvalg, og en detaljprosjektfase der det utarbeides detaljerte løsninger. En slik oppdeling fører til delmål og delfrister, som skaper en følelse av måloppnåelse ved hver milepæl som blir fullført (Meland 2000).

Metode ved bruk av BIM



Figur 5 Gjennomføring av skisseprosjekt Illustrasjon: Multiconsult hentet fra Westgaard et al. (2010)

Figur 5 Illustrerer hvordan samhandlingen i en fase, her skisseprosjekt, blir tenkt gjennomført. Arkitekten vil ligge i forkant med prosjekteringen, og ved gitte tidspunkter vil arkitekten ta en pause i sitt arbeid. Disse pausene brukes av de tekniske fagene til å prosjektere slik at man kan gjennomføre en godkjent designkontroll.

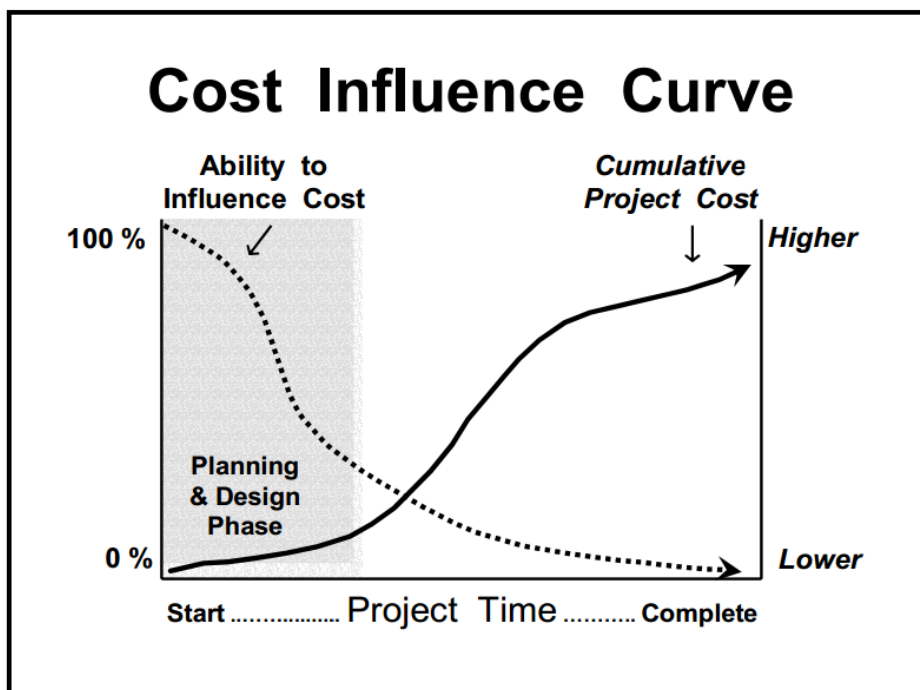
Busby Perkins og Will and Stantec Consulting (2007) lister opp kjennetegn ved konvensjonelle prosjekteringsprosesser:

- Involverer teammedlemmer etter behov
- Mindre tid, energi og samarbeid i de tidlige fasene enn i de senere fasene
- Beslutninger blir foretatt av få deltakere
- Lineære prosesser
- Systemer blir ofte vurdert isolert
- Begrenset optimalisering av prosessene
- Begrenset mulighet for synergieffekter
- Vekt på tidlige kostnader
- Ferdig når bygging er fullført

3.2.Virtual Design and Construction - VDC

Virtual Design and Construction, VDC, er et konsept som er utviklet av Center for Integrated Facility Engineering (CIFE), ved Stanford University i USA. Konseptet som ble lansert i 2001, har til hensikt å forbedre gjennomføringen av byggeprosjekter, med tanke på kvalitet, tid og kostnad. Dette gjøres ved å sette fokus på riktig kombinasjon av teknologi og mennesker i prosessene (Kunz & Fischer 2012).

VDC har blitt utviklet med tanke på å gjennomføre et byggeprosjekt virtuelt for å kunne identifisere utfordringer og problemer, før tidkrevende og kostbare prosesser er satt i gang. Ved å lage virtuelle modeller av produktet, organisasjonen og prosessene mener CIFE at man kan observere og perfeksjonere det integrerte samspillet mellom form, funksjon og oppførsel med disse symbolske modellene. Slike observasjoner gir gode muligheter for bransjen til å bedre produktiviteten ved å identifisere mulige fallgruver på et tidlig tidspunkt. Figur 6 illustrerer mulighetene til å påvirke de totale kostnadene i et prosjekt gjennom prosjektets levetid. Dette er en graf som ble introdusert av Boyd Paulson allerede i 1976. Vi ser av den stiplede kurven at evnen til å påvirke prosjektets total kostnad er klart størst i tidligfasen. På grunnlag av det ønsker VDC å føre til at de riktige avgjørelsene blir tatt så tidlig som mulig, for å skape et kostnadseffektivt prosjekt (Khanzode et al. 2006).

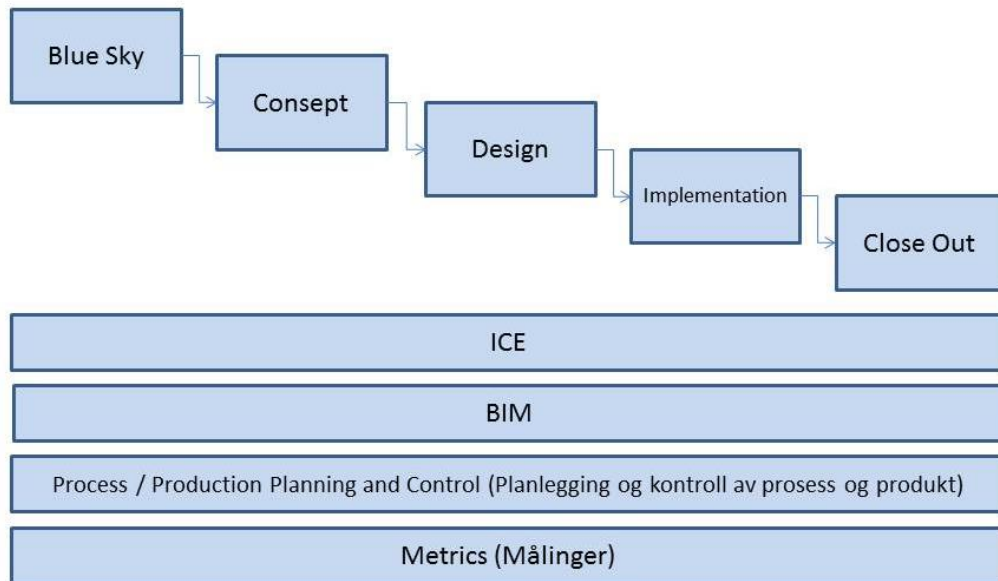


Figur 6 Påvirkningsmuligheter og akkumulert kostnad gjennom prosjektets levetid. (Paulson 1976)

VDC er et rammeverk for arbeidsmetodikk og arbeidsprosesser, men det er ikke låst til et spesifikt sett av metoder og løsninger. Det legges opp til at alle prosesser og organisasjoner skal formes i forhold til prosjektet som skal gjennomføres. VDC setter fokus på måloppnåelse og effektivisering, og viser åpenhet for nye metoder og teknikker såfremt det bidrar til økt oppnåelse av prosjektmålene. Ut fra denne tankegangen har CIFE utviklet noen metoder og verktøy på egenhånd, samt implementert en del fra andre. Blant annet er viktige prinsipper fra Lean Construction og samhandlingsmetoder fra NASA svært viktige for VDC (Kunz & Fischer 2012).

Prinsippene fra Lean Construction kommer opprinnelig fra bilprodusenten Toyota, som utviklet Toyota Production System (TPS). TPS ble utviklet for å optimalisere den totale produksjonsprosessen og ikke bare hver enkelt delprosess. Med bidrag som økt fokus på involvering av de som skal utføre etterfølgende aktiviteter, at produksjonen kan stoppes opp for å rette en feil så fort den ble oppdaget og at ubrukt varelager ble redusert til et minimum, førte TPS til et paradigmeskifte i bilproduksjonen. Disse prinsippene blir tilpasset byggeprosjekter ved Lean Project Delivery System (LPDS), og skal bidra til en mer effektiv prosjektgjennomføring. LPDS er hovedsakelig en prosessbasert metode for gjennomføring av byggeprosjekter. VDC sitt rammeverk inkluderer på sin side disse prosessene i en helhetlig ramme sammen med produktet og organisasjonen (Khanzode et al. 2006).

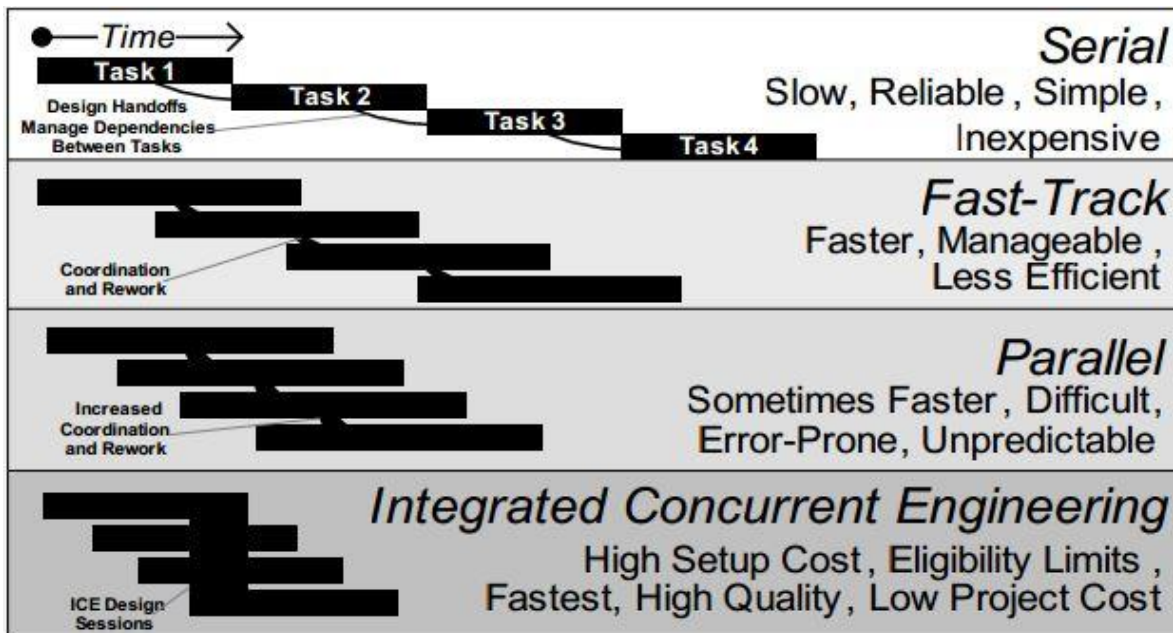
Et VDC-prosjekt består av fire hovedelementer som er til stede gjennom alle prosjektets fasene, *ICE, BIM, Planlegging og kontroll av prosess og produkt, og målinger*. Et slikt prosjekt er illustrert ved Figur 7, og elementene vil bli presentert videre i kapittelet (Fischer 2011).



Figur 7 VDC for reliable project execution (Fischer 2011)

3.2.1. ICE

Integrated Concurrent Engineering (ICE) er samtidig og samlokalisert prosjektering i en tverrfaglig gruppe. I ICE-prosjektering deltar alle aktørene i prosjektet, det vil si prosjekteringsleder, rådgivendeingeniører, arkitekter, byggherre og andre interessenter, for å jobbe mot et felles prosjektmål (Kunz & Fischer 2012). Ved en slik prosjektering er det viktig at alle har blitt enige om felles mål for prosjektet, og ikke jobber for egne mål. Dette prinsippet kommer fra Lean Construction der vi nevnte effektivisering av hele prosessen og ikke delprosessene hver for seg. Et eksempel her kan være at rådgivendeingeniør elektro etter grunnlagsdata setter opp et system for elektro i et prosjekt. Dette gjør han på den beste måten han kan, uten detaljert informasjon fra andre fag underveis. Hvis alle fagene gjør dette har man effektivisert alle delprosessene for seg, men koordinering og dobbeltarbeid kommer i tillegg for å få et godt resultat. Ved samtidig og samlokalisert prosjektering kan man ideelt sett ta koordinering og kontroller fortløpende. Og selv om hvert fag kan kreve mer arbeid, vil man raskere komme frem til et godt felles resultat med mindre dobbeltarbeid (Kunz & Fischer 2012).



Figur 8 Grad av parallellitet (Chachere 2009)

Vi ser av Figur 8 en fremstilling tidsperspektivet for utførelse av oppgaver ved fire forskjellige tidsperspektiv for gjennomføring av aktiviteter. Det som ansees som konvensjonell prosjektering i bransjen i dag vil nok ligne mest på det vi i figuren kaller Parallell. Det er tydelig at mulighetene for tidsbesparelser er store ved ICE-metoden. Det er viktig å merke seg at en slik gjennomføring krever god koordinering og rett tilnærming til arbeidsmetoden for å få den effekten man ønsker (Chachere 2009).

ICE som metode ble utviklet av NASA og Jet Propulsion Laboratory (JPL) for å gjennomføre prosjekter raskere, billigere og til en høyere måloppnåelse. Gjennom flere års utvikling på 1990-tallet er metoden nå mye brukt både hos JPL og andre steder. Observasjoner viser at metoden til de grader oppfyller de ønskede effektene. JPL kan vise til gjennomføring av tidlig-fase prosjekter på mindre enn 10 % av tidsforbruket ved tidligere metoder, og mindre enn 30 % av variable kostnader ved tidligere metoder (Chachere 2009).

Kunz og Fischer (2012) bemerker at til tross for likheter i prosjektgjennomføring, så er det signifikante forskjeller ved romfartsprosjekter og byggeprosjekter. CIFE har derfor tilpasset ICE til VDC slik at metoden gir gode vilkår for byggeprosjekter. Tabell 2 lister opp kritiske faktorer, utarbeidet av CIFE, for arbeid med ICE-prosjektering i bygg og anleggsprosjekter.

Tabell 2 Kritiske faktorer for ICE-prosjektering (Kunz & Fischer 2012)

Tabellen er direkte oversatt fra engelsk, engelsk versjon ligger vedlagt i kapittel 8.1.

Kritisk faktor	Suksesskrav	Risikofaktor	ICE-løsning
Deltaker fokus	100 % tilgjengelighet i møtetiden: Møtedeltakerne fokuserer eksklusivt på arbeid med prosjektet i møtetiden.	Aktører har andre oppgaver som stjeler fokus	Støtte fra ledelsen, korte møter, få ledere til å frigjøre viktige aktører, innarbeide en kultur for metoden, tilrettelegge arbeid for alle deltakerne.
Fagspesifikk modellering. Visualiseringsverktøy	Balansert slik at alle mulige modelleringer og analyser er raske	Enkelte aktiviteter blir en flaskehals for fremdriften, En deltaker forstår ikke modellen til en annen	Modellering, visualisering, analyser og avgjørelser støtter gjennomføring av tidskritiske aktiviteter
Åpent og tilgjengelig informasjon	All nødvendig informasjon er tilgjengelig for gjennomføring av aktiviteter, dvs grunnlag, prosedyrer, muligheter og myndighet	Etterslep på tilgang til tolkninger og avgjørelser.	Stort fokus på prosjektering i fellesskap, samlokalisering, nøye planlegging av deltakerne, riktig trening av deltakerne i modellering, analyser, tolkning av andres modeller og samarbeid
Medier for kommunikasjon	Delt og personlig, visuell, flerfaglig, viser funksjonskrav, design valg og anslått oppførsel	Treg prosess for å beskrive modellene, evaluere valg, gjøre anslag og skape alternativer	Modne modellering og analyseverktøy, personlige arbeidsstasjoner, delte iRoom skjermer
Frihet fra ledelsesstrukturer	Gjennomføre prosjekteringsarbeid med minimalt fokus på ledelsen	Aktørene må innhente eller vente på avgjørelser fra ledelsen	Ekskludere prosjekter hvor usikkerheter og kompleksitet krever mye ledelses fokus, velge aktører som er trent til å jobbe selvstendig, autonomisk kultur, analyser og avgjørelser er synlige for alle
Organisasjonsstruktur	Flat struktur, Minimalt med organisasjonsbarrierer og ledelsesstyring	Trege avgjørelser vil bremse problemløsningen	En tilrettelegger, ingen ledere, en kultur for å jobbe med lite tilsyn fra ledelsen

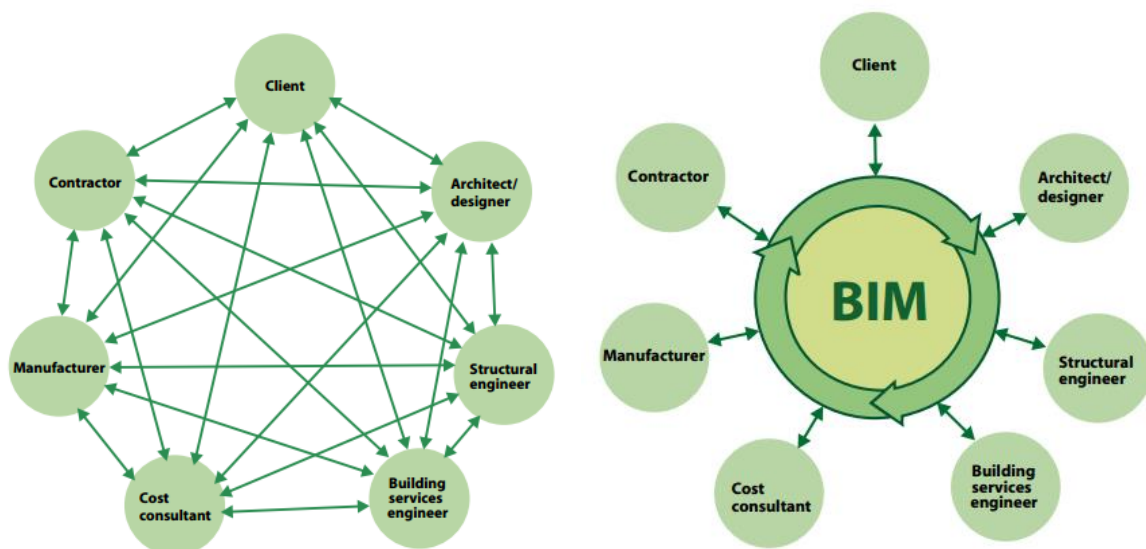
Felles overordnede mål	Deltakerne tilstreber et vellykket prosjekt, forplikter seg til et overordnet vellykket prosjekt fremfor funksjonsmål	Uoverensstemmelser i prosessene, vekslende avgjørelser, store mengder dobbeltarbeid, skjulte agendaer	Kultur, tilretteleggerens oppmerksomhet, tidlig målavklaring, varig felles syn på oppgavens formelle grenser, fellesskaps kultur, analyser og avgjørelser er synlige for alle
Prosessavklaringer (prosesser fri for ulike tolkninger)	Prosedyrer og mål er forstått og akseptert	Lange debatter om prosesser og prioriteter	En nedsatt plan for prosessavklaring, selvstendig kultur, analyser og avgjørelser er synlig for alle, teamets erfaring, god tilrettelegger for prosessene
Integrerte konseptuelle modeller	Delte modeller bruker samme navngivning og detaljeringsgrad, data lagres kun et sted, men er tilgjengelig for alle relevante modeller og aktører for felles forståelse	Lite fleksibilitet, grove trekk, eller forvirrende	Forsiktig utvikling av prosjektets ontologi, en enkelt POP database som definerer navngivning, referanser til lagrede verdier
Samhandling mellom interessentene	Aktører løser problemer underveis i små grupper	Formelt eller lite fleksibel koordinering	Samlokalisering, Storskjermer, åpen kultur for korte møter
Databehandlings verktøy	De fleste programmene har tilgang til en delt database, som dermed er veldig sentral i nettverket	Inkonsekvent definisjon av data eller detaljering, manglene data, aktører eller programmer som ikke forstår eller refererer til den delte prosjektmodellen	En delt database som bruker et POP format utviklet og forstått av hele prosjektteamet, og for å støtte selvstendighet, er tilgjengelig for de viktigste prosjekterings og analyseverktøyene
Lengden på underaktiviteter	Mindre enn ti minutter, aktørene dekomponerer aktivitetene til korte underaktiviteter slik at spørsmål lettere kan bli besvart, og minimaliserer mulighet for dobbeltarbeid	Stor innsats kreves for god dekomponering av aktivitetene som ofte har varighet på en dag eller to, og liten struktur av underaktiviteter	Nøye dekomponering av aktivitetene, opplæring av deltakerne, og utvikling av gode støttende programmer og analyseverktøy

iRoom

Et viktig verktøy for ICE-prosjektering er Interactive Rooms (iRoom). Dette er arbeidsrom som er tilrettelagt for ICE sin samtidige og samlokaliserte prosjektering. Forskere ved både JPL og Stanford har utviklet disse rommene gjennom flere år, noe som har ført til visse krav til utforming og utstyr. Det er spesielt viktig at det er flere storskjermer, gjerne i form av interaktive tavler, som kan brukes til å vise frem og forklare modeller for andre aktører. Med slike skjermer blir modellene analysert fort og effektivt med mange møtedeltakere, noe som fører til økt forståelse og færre feil i prosjekteringen. Rommet fungerer som et sentrum i prosjektet, og inneholder de visuelle verktøyene som er knyttet til samhandlingen mellom aktørene i prosjektet. Rommet er organisert slik at man lett kan få med seg avklaringer som skjer mellom andre, hvis man i perioder jobber med egne oppgaver (Kunz & Fischer 2012).

3.2.2. BIM

Byggningsinformasjonsmodeller (BIM) er 3D-modeller som er satt sammen av objekter som inneholder spesifikk informasjon. Slik informasjon kan for eksempel være størrelser, produsenter og relasjoner til andre objekter. Med BIM kan alle fagene lage virtuelle versjoner av produktet som blir utviklet. En sammenstilling av alle de ulike modellene gir en total visualisering av prosjektet, og kan brukes til kommunikasjon og kollisjonskontroll mellom fagene (buildingSMART - Norge 2013).



Figur 9 Informasjonskanaler med og uten delt BIM (Europe INNOVA 2008).

Figur 9 viser en idealisering av kommunikasjonslinjene med og uten bruken av felles BIM i prosjektering. Vi ser av figuren at en slik delt modell vil gi alle fagene en direkte tilgang til all informasjon, fremfor å måtte hente den fra hver enkelt aktør. For å kunne gjennomføre slik kommunikasjon har det blitt innført en åpen standard kalt IFC. Med IFC kan alle aktører hente informasjon fra andres modeller uavhengig av programvare og system (buildingSMART - Norge 2013).

BIM er også svært viktig i VDC-konseptet da det er verktøyet som kan skape den virtuelle modellen av produktet. I tillegg til god visuell fremstilling av produktet, noe som fører til høy grad av forståelse hos alle aktørene, er informasjonen som ligger i modellen svært viktig. Slik informasjon er blant annet egenskaper, relasjoner, analyser, mengder, kostnader, leverandør og fremdrift (Kunz & Fischer 2012).

3.2.3. Planlegging og kontroll av prosess og produkt

Produkt og prosess er to viktige elementer i gjennomføringen av et prosjekt. Produktet er det man skal selge, og må derfor ha ønsket funksjon og kvalitet, og leveres til rett tid og kost. For å kunne oppnå dette er vi avhengig av godt planlagte prosesser som gjennomføres rett. Av denne grunn velger VDC å fokusere på planlegging og kontroll av prosess og produkt gjennom alle prosjektets faser. For å nå høyest mulig måloppnåelse må forutsetningene gjennomarbeides og det må legges planer for hvordan målene som blir satt skal nås. Ved gjentatte kontrollringer underveis kan man hele tiden ha en oversikt over hvordan arbeidet følger de planlagte prosessene, og at produktet blir prosjektert slik at målene blir nådd. Dette elementet i VDC omfavner alt som sier noe om hvordan man gjennomfører prosjektet, som for eksempel fremdriftsplaner og andre prosessrelaterte verktøy (Kunz & Fischer 2012).

For å redusere mengden unødvendig arbeid anbefaler Kunz og Fischer (2012) å gjennomføre planleggingen av prosjektet gjennom å spalte opp alle aktiviteter ned til laveste nivå for å kartlegge hva alle aktivitetene innebærer. Dette prinsippet kalles for Work breakdown structure (WBS). Lignende kan analyse kan man gjøre for organisasjonen og produktet, det kalles da henholdsvis Organization breakdown structure (OBS) og Product breakdown structure (PBS). Ved å inkludere så mange interessenter som mulig i arbeidet med WBS, vil analysen kunne oppdage flest mulig problemområder og utfordringer. Resultatet blir en arbeidsstruktur som blir så presis som mulig (Kunz & Fischer 2012).

POP-modell

VDC-konseptet bygger opp under det å skape tydelige modeller av det som kan styres i et prosjekt. Ifølge Kunz og Fischer (2012) er det tre ting en prosjekteringsleder kan styre i et prosjekt, utformingen av produktet som skal skapes, utformingen av organisasjonen som skal skape produktet, og utformingen av prosessene som organisasjonen skal bruke for å skape produktet. Planlegging og utforming av disse tre elementene kalles en Produkt-organisasjon-Prosess-modell, eller POP-modell. Ved å definere en slik modell gir man alle interessentene i prosjektet et felles utgangspunkt for hva som skal gjøres, hvordan det skal gjøres og hvem som skal gjøre det. POP-modellene deles inn i to typer, generelle og spesifikke. Generelle POP-modeller lages for å skape et felles utgangspunkt for prosjektet og inneholder grunnleggende definisjoner av produkt, organisasjon og prosess, men ikke noen detaljert informasjon. Spesifikke POP-modeller inneholder detaljert informasjon om prosjektet. Hensikten med en slik modell er å gi interessentene en definisjon på elementene som prosjektet er bygd opp av. Detaljnivået for de spesifikke POP-modellene deles inn i tre ulike nivåer, Level-A, Level-B og Level-C. Level-A er en POP-modell bestående av de inngående modellene av produkt, organisasjon og prosess. Level-B er en utvidelse av modellene slik at hver post inneholder 10 % av prosjektets kostnad og varighet. Videre nedbrytning av postene gir oss Level-C, her representerer hver post 1 % av prosjektets kostnad og varighet (Kunz & Fischer 2012).

3.2.4. Målinger

Det siste hovedelementet i VDC-konseptet er målinger med tanke på gjennomføring av et prosjekt. Målinger er kvantitative kontroller av ulike deler av prosjektene. Kunz og Fischer (2012) hevder at det er viktig å foreta målinger både i løpet av, og på tvers av, prosjektene for å vite hvor godt man arbeider og om man forbedrer seg. Det kan foretas ulike målinger for blant annet tidsbruk, fremdrift, kostnader, resultater fra kollisjonstester eller detaljeringsnivå i BIM. Summen av slike målinger kan gi svar på grad av måloppnåelse. Fokus på resultat og måloppnåelse er også ofte et bra insentiv for at team skal jobbe godt (Kunz & Fischer 2012).

Aktiv bruk av målinger i prosjektstyringen kan også være enkle gjennomganger av i samhandlingsmøtene. Eksempler kan være: Hvor er vi? Hvor ønsker vi å være? Eller lignende spørsmål til aktørene.

3.3.Undersøkelse om effekt av VDC

I 2012 gjennomførte CIFE et sommerprogram hvor flere av samarbeidspartnerne knyttet til VDC la frem resultater av sitt arbeid med VDC. Disse presentasjonene ble oppsummert av Gregory Luth (2012), og publisert på nettstedet Engineering News-Record. Blant de 13 bedriftene som presenterte resultater var NCC i Sverige og SERA Architects Inc i USA (Luth 2012).

NCC Sverige fortalte om et prøveprosjekt som hadde som mål å redusere kostnadene med 30 % og byggetiden med 50 %. Disse reduksjonene skulle komme ved hjelp av modulkonsepter, prefabrikasjon, detaljert prosjektering, last-planner metoden, og integrasjon og kommunikasjon ved hjelp av VDC. NCC rapporterte at begge målene ble nådd, og reduksjonene viste seg å være enda større de satte målene (Luth 2012).

SERA Architects Inc la frem resultater som imponerte mange, og ikke minst Gregory Luth (2012). Han skriver i sitt sammendrag at SERA presenterte en imponerende rekke av studier gjort på data fra 20 ulike prosjekter. Prosjektene fordelte seg fra å være gjennomført med enkle 2D-tegninger og lite samarbeid, til integrerte BIM-prosjekter med samarbeid på et nivå slik som VDC legger opp til. Studiene viste at bruk av sammensatt BIM og samtidig prosjektering førte til (Luth 2012):

- 60 % reduksjon i prosjekteringstid
- 67 % reduksjon i byggetid
- 50 % reduksjon i informasjonsforespørsler
- 51 % reduksjon i bruk av e-post
- 62 % reduksjon av endringsordre

4. Resultater

4.1. Individuelle intervjuer

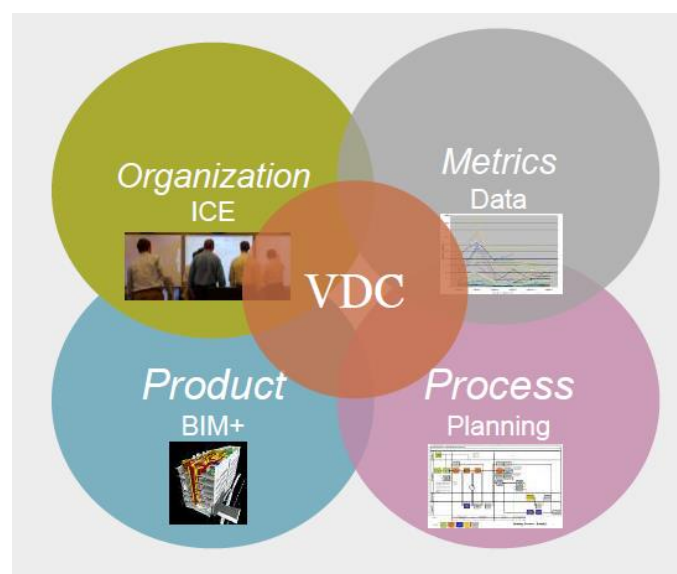
4.1.1. Intervju med Magne Ganz

Magne Ganz jobber i VDC og partnering avdelingen til NCC hvor han bygger opp under støtteprosesser og bidrar til utvikling av BIM og VDC. Han har deltatt på VDC-kurs i regi av CIFE, for å kunne bistå prosjekteringsledere i VDC-prosjekter.

Hensikten med intervjuet er å kartlegge hvordan NCC har tilnærmet seg VDC-konseptet. VDC som måte å jobbe på legger opp til mange valg som må tas med tanke på gjennomføring, detaljering og verktøy. To bedrifter kan dermed jobbe på ulike måter selv om de begge kaller metodene for VDC. Dette intervjuet vil derfor operere i sammenheng med teoridelen av rapporten, da resultatene fra intervjuet kan betraktes som teori om hvordan NCC definerer VDC. Det er viktig å presisere at selv om bedrifter definerer bruken av VDC forskjellig, vil målene om effektivisering, måloppnåelse og kostbesparelser fortsatt være utgangspunktet.

Kort om VDC hos NCC

Ganz forklarer innledende om VDC, og fokuserer spesielt på de fire elementene som utgjør VDC, elementene er BIM+, Proses, Organisasjon og Målinger. Elementene er illustrert i Figur 10.



Figur 10 Hovedelementene i VDC (NCC Partnering 2013)

BIM+ elementet forklarer han at er Bygningsinformasjonsmodellen og alt denne kan brukes til. For å inkludere alle begreper som BIM, 3D, 4D og mange andre uttrykk har de valgt å kalle det BIM+, for å vise at BIM kan være så mye mer enn bare en visuell modell. *Prosess* elementet i VDC beskriver hvordan man gjennomfører prosjektet, det inkluderer BIM-manualer, prosjekthotell, fremdriftsplaner og alle andre ting som hjelper prosessene i et prosjekt. *Organisasjon* elementet forklarer Ganz på en enkel måte, det er folkene i prosjektet. Hvem de er, om de trenger noe opplæring og hvordan organiserer vi disse folkene. Det er også under *Organisasjon* at han først nevner ICE, eller *NCC Prosjektstudio* som de kaller den samlokaliserte prosjekteringen. NCC Prosjektstudio er ukentlige heldagsmøter, med aktørene i prosjektet, som gjennomføres i spesialtilpassede lokaler. Ganz forklarer at NCC Prosjektstudio har en fot i alle de fire elementene i VDC, det handler mye om bruken av BIM, gjennomføringen av prosessene og prestasjonsmålinger. Alt dette til tross så er Prosjektstudio en måte å organisere prosjektet på, og hører derfor hjemme under *Organisasjons* elementet. Til slutt er det snakk om elementet som er kalt *Målinger* som er til for å finne ut av hvor godt man arbeider, og om prosjektet gjennomføres best mulig. Målinger kan for eksempel være oppmøtestatistikk, antall kollisjoner mellom fag eller antall objekter i modellen, slike målinger kan variere mellom å være daglige, ukentlige eller månedlige. Det blir nevnt at det er viktig med målinger for å kunne utvikle seg ytterligere, men at det byr på utfordringer å finne hva man skal måle, og på hvilke nivå. Ganz legger så til at hans arbeidsoppgaver og ekspertise omfavner elementene BIM+ og *Prosess*.

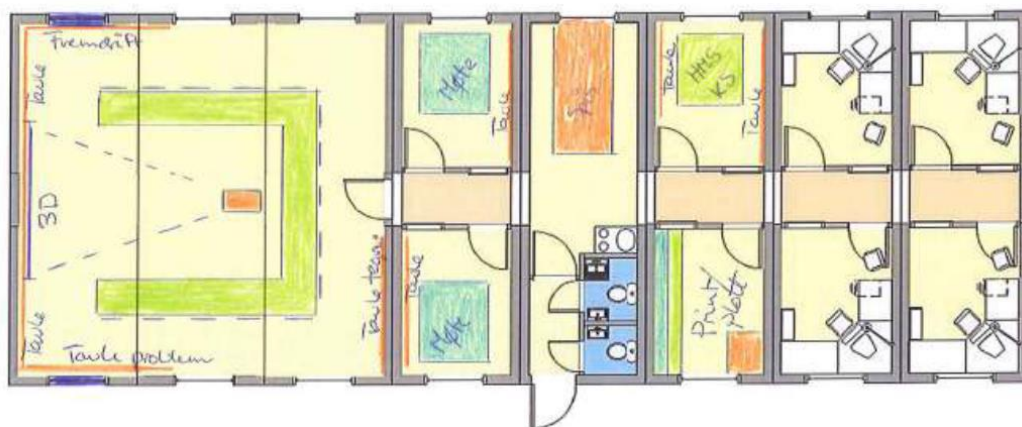
NCC har forsøkt seg på å drive prosjektstudio tidligere uten VDC som rammeverk, noe som ikke ga overveldende suksess forklarer Ganz. Det var ikke bare å sette en stor gruppe sammen for så å høste resultater, det trengtes noen verktøy. Slike verktøy føler de nå at de har fått gjennom samarbeidet med CIFE. Pre-planning-møter er et av disse verktøyene. CIFE har gitt prosjekteringslederne opplæring i hvordan de skal planlegge gjennomføringen av hvert enkelt prosjektstudio-møte, for å oppnå den rette fremdriften. Og før hvert møte i prosjektstudio holdes det er Pre-planning møte, her avklares hvordan dagen i prosjektstudio skal brukes. Det vil si hvilke oppgaver som skal løses innenfor hvilke tidsrammer, hvilke prosesser man skal gjennom, og hvem som behøver å delta. Dette er viktig for effektiviteten, sier Ganz, for det er mange problemer som skal løses som ikke involverer alle fag.

Oppsett av lokaler

Når det ble snakk om deltakere, problemløsning og ulike fagfelt, er Ganz rask i gang med å forklare hvordan de har et spesielt romoppsett på brakkeriggen for å løse oppgaver på ulike nivåer. Han lister opp tre kategorier (nivåer) av oppgaver, som er beskrevet i Tabell 1.

Tabell 3 Kategorisering av oppgaver i VDC

Kategori	Beskrivelse
1	Du vet hva som skal gjøres, og hvordan du skal gjøre det.
2	Du vet hva som skal gjøres, men trenger noen avklaringer fra andre.
3	Du vet ikke hva som skal gjøres fordi det avhenger av avklaringer fra flere fag og aktører.



Figur 11 Oppsett av brakkerigg for NCC Prosjektstudio (NCC Partnering 2013)

Han tegner ned en oversiktsplan over brakkerne med tre forskjellige arbeidssituasjoner, planen vises i Figur 11. Først har vi Big Room, det CIFE kaller iRoom, dette er plassen for å løse oppgaver av kategori 3. Her er det store skjermer til å vise frem modeller, og bord som er satt opp i hesteskoform slik at alle kan se hverandre og skjermene. Dette skal være et rom hvor det diskuteres og avklares med mange aktører. Videre har vi flere grupperom der kategori 2 oppgaver kan løses i små grupper. Til sist er det et oppsett av kontorplasser der man kan jobbe med oppgaver av kategori 1, hvis man ikke har behov eller er involvert i oppgaver av kategori 2 eller 3. Ganz påpeker at denne bevisste oppsplittingen av oppgaver har vært en suksesshistorie for NCC, og har virkelig bidratt til bedre gjennomføring av samlokalisert arbeid i prosjektstudio. Han forklarer at de ble opplært i dette av Martin

Fischer ved CIFE. Fischer presiserte også at de som styrer møtene må ha et bevisst forhold om hva som skal løses, og ønsket utfall og tidsforbruk. Dette krever gode ledere da de må gi klare definerte oppgaver med tidsrammer. Her kommer han også inn på viktigheten av å forstå at ikke alle oppgaver kan løses i Big Room, noe arbeid er selvstendig og noe krever særmøter, rett miks av dette gir ifølge Ganz grunnlag for suksess.

Når det kommer til prosjekter som blir prosjektert før det er mulig å sette opp en brakkerigg på byggeplassen forteller Ganz at de prøver å skape det samme oppsettet i andre lokaler. Dette er vanskeligere å få til forklarer han, ettersom disse rommene vil bli brukt av andre de resterende dagene i uken. Big Roomet blir på mange måter satt opp til hvert enkelt prosjekt med visuelle hjelpemidler på veggene. Det er ikke umulig å løse disse problemene, men ikke like gunstig som en prosjektfast brakkerigg, forklarer Ganz.

Samhandlingsverktøy

NCC har lært flere verktøy gjennom CIFE sine VDC kurs sier Ganz, før han fortsetter å fortelle om *Last Planner-metoden* som er en metode for fremdriftsplanlegging. Det som er spesielt for metoden er at den som skal utføre aktiviteten selv definerer tid, omfang, varighet og avhengigheter. Dette gjøres felles i Big Room slik at alle får med det som planlegges.

Proessen foregår slik at prosjekteringslederen definerer hvor man skal være om tre til fire måneder, ut fra dette definer de ulike aktørene hvilke aktiviteter de må gjennomføre for å nå dette nivået. Til slutt blir fremdriftsplanen satt sammen på bakgrunn av alle disse aktivitetene. Ganz forklarer at det å la utførende delta i planleggingen av sine egne aktiviteter gir mer eierskap til oppgaven, som igjen gjør at måloppnåelse på budsjettet tid, kvalitet eller kostnad etterstrebes mer. Det å planlegge i fellesskap gjør avklaringer av avhengigheter blir gjort på et tidlig tidspunkt, slik at alle aktører kan vite hva og når andre trenger input fra deres arbeid.

Til/Fra-matrise er et annet verktøy som brukes i VDC. Dette er en stor matrise som lister opp alle aktørene i prosjektet. Denne matrisen er satt opp slik at alle aktørene har en Til- og en Fra-rute direkte til alle andre aktører. Her kan beskjeder og behov for avklaringer festes på matrisen i ruten mellom de aktuelle aktørene. Etter som beskjeder er mottatt og avklaringer gjort fjernes de fra matrisen. På denne måten minimeres e-post bruken, man korter ned svartiden og alle har oversikt over hva andre trenger fra dem for å kunne fortsette sitt

arbeid. Ifølge Ganz blir mange av inputene til matrisen løst på stedet, mens noen trenger mer tid for gjennomgang. Ved et slikt tilfelle vil den aktuelle mottakeren i matrisen ta med seg problemet, og forsøke å få det løst til neste prosjektstudio. Ganz påpeker at VDC-konseptet ønsker å minimere bruken av e-post, og la kommunikasjonen mellom fagene være mer tilgjengelig for alle. I følge CIFE ønskes det da tanken er at jo mer alle vet om prosjektet, jo bedre kan det bli gjennomført. Figur 12 viser en slik Til/Fra-matrise.

Fra \ Til	Byggherre	NCC	ARK	RIB	RIV	RIE	RIBr Akustikk
Byggherre							
NCC							
ARK							
RIB							
RIV							
RIE							
RIBr Akustikk							

Figur 12 Til/Fra matrise (NCC Partnering 2013)

Neste verktøy som blir forklart er noe Ganz kaller *A3-metoden*. Dette er en metode som visualiserer en problemstilling. Man tar enkelt og greit et A3-ark, viser en problemstilling med bilde og tekst, og skriver opp forslag til løsning. Arket blir hengt opp på veggen i Big Room slik at alle kan se problemet, gjøre seg opp en mening og hjelpe til å løse det på en best mulig måte. Denne metoden er også gunstig for de som ikke har deltatt på prosjektstudioet, da de enkelt kan få en oversikt over hva som er problemområdene i prosjektet ved å se på veggen med A3-arkene.



Figur 13 A3-metoden (NCC Partnering 2013)

Ganz forteller så om en *Beslutningsliste*, en liste som dokumenter alle beslutningene som blir tatt i løpet av en dag i prosjektstudio. Da det ikke føres noe møtereferat er det viktig å dokumentere beslutningene som blir tatt. Slik loggføring gjør at man ved en senere anledning kan gå tilbake å kontrollere når og hvorfor en beslutning er blitt tatt.

Beslutningslisten lages gjerne i Excel slik at søking og filtrering gjennomføres lett. Når vi er inne på digitale hjelpemidler forteller Ganz at det ikke er utviklet noen spesifikke digitale hjelpemidler for de ulike verktøyene som brukes i VDC, med unntak av noen Excel-maler og selvfølgelig BIM programvaren. Mangelen på digitale hjelpemidler har muligens en sammenheng med at verktøyene som brukes skal være visuelle og enkle å behandle for alle aktørene, Ganz legger også til at fargede Post-It lapper er hyppig brukt i flere av prosessene.

Det siste verktøyet Ganz snakker om er BIM, det viktigste verktøyet, og et av hovedelementene i VDC. Han påpeker viktigheten av hvordan man bruker BIM til å visualisere prosjektet. Eksponer designen sier han, ved å vise modellen på storskjerm forstår folk prosjektet bedre. Når aktørene forstår designen opparbeides det også meninger om designen, noe det ikke gjør når det er gjemt i en bunke med plantegninger. Ved oppstart av et prosjekt defineres grunnlaget for modelleringen. Det vil si at man blir enige om verktøy, filformater, nullpunkter, BIM-ambisjonene i prosjektet, det utnevnes en BIM-ansvarlige for de ulike fagene og det bestemmes en BIM-koordinator som har ansvaret for å koordinere og sette sammen alle de faglige modellene. Tidlige avklaringer bidrar til at alle starter modelleringen med de samme forutsetningene. Ganz påpeker at økt bruk av IFC formatet har gjort BIM-koordineringen bedre og mer effektiv. Utvekslingen BIM på åpent format skjer gjennom et prosjekthotell hvor alle aktørene i prosjektet har tilgang. Her leverer alle fagene

inn modeller før møtet i prosjektstudio. Modellen blir satt sammen og kollisjonskontrollert slik at man har grunnlag for arbeidet som skal løses i møtet.

Som en oppsummering av praten om verktøy og hjelpemidler påpeker Ganz at verktøyene i hovedsak skal bidra til å kutte ned tiden man venter på avklaringer, og å sørge for at alle virkelig forstår det samme. En av klaring er mye lettere når to parter kan se på og peke til en modell, enn om man skal forklare problemstillingen via tekst i en e-post.

Oppstartsamling

Alle VDC-prosjektene i NCC starter opp med en todagers oppstartsamling. Dette er team building for at alle skal bli kjent, men i kontekst av prosjektet. Ut av denne samlingen kommer det en samhandlingserklæring som inneholder overordnede mål og suksesskriterier for prosjektet, og hvordan man skal oppnå dette. Erklæringen blir underskrevet av alle i prosjektet, og henges opp i Big Room.

Ganz forklarer en analogi han har om samlokalisert arbeid, han forteller at det raskeste og best prosjekterte prosjektet ville vært om man kunne hatt en person som har kompetanse og kapasitet til å utføre alle fagområder. Denne personen finnes ikke, men det nærmeste vi kommer et godt samlokalisert team, som har kompetansen og kapasiteten, og jobber som et hode.

Eksterne aktører

På spørsmål om hvordan eksterne synes det er å komme inn i og jobbe i VDC-prosjekter svarer Ganz at det varierer veldig fra person til person, men hans oppfatning er at de fleste ingeniører virkelig trives med å jobbe i tett med andre. Han nevner også at noen ofte kan se litt vanskelig på de tekniske utfordringene det er å jobbe uten for eget kontor, med tanke på server, lisenser og lignende. Disse utfordringene kan ofte føles som noe man gjemmer seg bak fordi man ikke ønsker å bruke en hel dag på NCC sin brakkerigg. Ganz forklarer at dette kan gjelde små fag, som brann og akustikk, som ikke vil bli involvert i alle avklaringer. For å takle dette hender det at vi ber små fag være tilgjengelige på telefon, fremfor å møte opp de dagene der vi ser at involveringen blir liten forklarer Ganz. Han legger også til at dette er et tema det er viktig å ta stilling til under Pre-planning-møtet. Når det gjelder byggherrerollen er det også ønskelig å ha den tilstede på møtene. Det er ikke alltid like lett, eller nødvendig, for byggherren å sette av en hel dag til prosjektstudio. Dette løses ved at byggherre kan

delta de siste timene når dagen skal oppsummeres, og det avklares hva som må gjennomføres før neste prosjektstudio. Dette forklarer Ganz at er gunstig da underlaget ligger klart, byggherren kan bli satt inn i prosjektets tilstand, og ut fra dette fatte beslutninger. Det legges til at byggherren mister muligheten til å være en del av prosessen som kom frem til underlaget, noe som kunne vært gunstig i noen prosjekter.

NCC er fortsatt i en tidligfase når det kommer til VDC arbeidet, og har per dette intervjuet ingen fullførte prosjekter. Det virker på Ganz som at tilbakemeldingene fra de pågående prosjektene er svært gode, og han utaler at de har som ambisjon å få gjennomført flest mulig prosjekter etter dette konseptet. Han nevner også at NCC bruker BIM i alle sine prosjekter, men per nå har de ikke ICE-prosjektering og målinger i alle prosjekter. Han mener at dette er noe som kan komme da de har stor tro på arbeidet de gjør med VDC.

Når det blir snakk om VDC i store flerfaglige prosjekter i regi av statlig/kommunal byggherre forklarer Ganz at de ikke har noen erfaringer enda. Han mener at mange store prosjekter har forsøkt samlokalisert prosjektering, men uten verktøyene som brukes ved VDC-prosjektering. Det er tydelig at han tror nettopp det kan bidra til effektivisering og bedre gjennomføring. Ganz poengterer også et ønske om at entreprenøren bør involveres tidligere i flerfaglige oppdrag, da han mener at det er mye å hente i et samspill mellom prosjekterende og entreprenøren. Ut av et slikt samspill mener han at det kan skapes mye bedre anslag av tid, byggbarhet og pris i forhold til hvordan det prosjekteres. Frykten for de organisatoriske utfordringene ved VDC i et stort prosjekt, med for mange aktører til å gjennomføre samlokalisert prosjektering, uttrykker Ganz at han forstår. Men han er fast bestemt på at gevinsten man får med tanke på involvering av aktørene og tydeligere avklaringer kan veie opp for utfordringene.

Til sist i intervjuet viser Magne Ganz meg en presentasjon som er blitt holdt om NCC sitt VDC arbeid. Denne presentasjonen inneholder mange gode illustrasjoner og figurer, som har blitt brukt i teksten for å bidra til høyere grad av forståelse for leseren.

Oppsummering

I starten av intervjuet fokuseres det på teorien bak VDC og hvordan NCC har definert sin versjon av konseptet. Det snakkes om fire elementer som utgjør VDC, nemlig BIM+, Proses, Organisasjon og Målinger. Ut fra disse elementene kommer verktøyene som kan brukes for å

forbedre arbeidet med fokus på de fire elementene. Spesielt viktig er ICE, eller NCC Prosjektstudio som NCC kaller sine samlokaliserte prosjekteringsdager. Ganz nevner at de har forsøkt arbeid i prosjektstudio tidligere, men ikke opplevd den suksessen de ønsket. Verktøyene de har fått gjennom VDC-konseptet har ført til en forbedring i gjennomføringen av NCC Prosjektstudio. Her nevnes det mange verktøy. Definerings av oppgaver på tre ulike nivåer, og hvordan de da skal løses, utpeker seg som noe Ganz mener har vært en positiv forbedring.

4.1.2. Intervju med Torbjørn Rastad

Torbjørn Rastad er prosjekteringsleder hos NCC, og jobber etter VDC-konseptet på en byggeplass i Bærum. Prosjektet han holder på med er et kontorbygg på omtrent 26 000 m², med to kjelleretasjer og fem etasjer over bakken. Entrepriseformen er totalentreprise med NCC Property Development som byggherre. Rastad forteller at han har gjennomført flere prosjekter som har hatt et fokus på bruk av BIM, og har gode erfaringer med det. Dette prosjektet er det første han er med på som bruker VDC-konseptet fullt ut.

Hensikten med intervjuet er å kartlegge forskjeller i gjennomføringen, og erfaringene som er gjort av prosjekteringslederen, i et prosjekt som gjennomføres etter VDC-konseptet.

Intervjuet ønsker å fremheve positive og negative opplevelser i forhold til innføring og gjennomføring av VDC i prosjektet.

Innføring av VDC-konseptet

Innføringen av VDC i prosjektet har ifølge Rastad gått bra. Han forteller at de gjennomfører NCC Prosjektstudio etter ICE-prinsippene, med mellom 10 og 15 deltagere en dag i uken. Her deltar aktører fra de ulike fagdisiplinene med mål om å få på plass en BIM så raskt, og riktig, som mulig. Det å involvere aktører som ønsker å jobbe samlokalisert med BIM, har vært et viktig element for sammensetningen av prosjekteringsgruppen forteller Rastad. Han nevner også at det er viktig å definere krav om BIM og VDC før man inngår avtaler med andre aktører. I dette prosjektet har de kun valgt samarbeidspartnere som var meget interesserte og villige til å jobbe etter VDC-konseptet. Rastad understreker at dette kriteriet har bidratt til at det har vært få komplikasjoner med innføring av VDC-prinsippene i prosjektet.

Utfordringer med tanke på innføring av VDC har, ifølge Rastad, vært at nye teknikker ikke nødvendigvis fungerer med en gang. Det krever tid og investering for at alle verktøy og

teknikker skal fungere optimalt, dette gjør det krevende når man samtidig skal gjennomføre et utfordrende prosjekt med tidsfrister.

VDC verktøy i prosjektet

I ukentlige prosjektstudio er BIM på interaktive storskjermer det mest brukte verktøyet, ifølge Rastad. Han forteller at fagmodellene blir gjennomgått og detaljer diskutert i fellesskap rundt storskjermen. Det at skjermen er interaktiv gjør at de kan skrive og tegne på tavlen, for så å lagre informasjonen til en møterapport eller presentasjon. Slik rapportering er gunstig for prosjektgjennomføringen da det hender at man deler seg i mindre grupper for særmøter, noe som gjør det vanskelig å føre et vanlig møtereferat. I denne sammenheng forteller Rastad at de i dette prosjektet har laget et delt Excel-dokument, som inneholder en rekke VDC-verktøy. Dokumentet oppdateres fortløpende, og inneholder Til/Fra-matrise, beslutningsliste, HMS i prosjektering, kvalitetssikring, oversikt over møtedeltakere og lignende. Et slikt felles dokument gjør det lett å føre inn og følge opp viktig informasjon. Litt problematisk er det at man mister noe av det visuelle med verktøy som Til/Fra-matrisen når de ikke henger på veggen. Å digitalisere og samle alt i et dokument har ifølge Rastad vært litt nytt for noen av aktørene, men etter hvert som prosjektet har kommet i gang har dokumentet ført til rask og god rapportering fra prosjektstudiodagen. Til slutt trekker Rastad frem visualiseringsarbeidet i 3D som det beste verktøyet, både i prosjektering og overføring til de utførende. Arbeidet i 3D gjør at alle forstår prosjektet bedre og vi oppdager flere feil tidligere, noe som fører til riktigere og raskere gjennomføring av prosjekter sier Rastad.

Endringer i forhold til tidligere metoder

Fellesskapet og eierskapet til alle i prosjektet blir også dratt frem med et positivt fortegn, spesielt det at sosiale relasjoner gir et godt fundament for avklaringer mellom aktører, både i og mellom møtene. Denne sosiale kontakten som skapes fører også til flere telefonsamtaler og færre e-post, noe som kutter ned responstid. Rastad har et inntrykk av at alle aktørene kommer mer forberedt til møtene når det skal jobbes med prosjektering, og ikke bare være en kontroll av hvordan de ulike aktørene ligger an. De fleste aktørene ønsker å være godt forberedt både for å kunne få svar på egne spørsmål og å ha mulighet til å svare på andres. Rastad legger til at ikke alt går raskt og problemfritt, men at det er lettere å få et riktig produkt raskt prosjektert.

Effektivitet

Rastad mener at prosjekteringen har blitt mer effektiv, men forklarer at endringer i effektiviteten er vanskelig å tallfeste da ingen prosjekter er like. Han forteller at NCC jobber med å få på plass standardiserte metoder for å måle effektiviteten i deres prosjekter. Når det gjelder Rastads inneværende prosjekt forteller han at samarbeidet i prosjektstudio mellom byggherre, entreprenør, arkitekt og leverandør av råbygget førte til at modellen av råbygget gikk fra noen strektegninger til en 3D-modell som var tilpasset både arkitektmodellen og peleplanen på veldig kort tid.

Møtene og Til/Fra-matrisen tydeliggjør hva de ulike fagene trenger fra hverandre, noe som fører til at arbeidet blir mellom møtene også blir effektivt. Denne oversikten gjør også at arbeidsoppgavene fokuserer på avklaringer som er viktig prosjektets fremdrift. Rastad forklarer også at han har et inntrykk av at e-postutvekslinger er noe mindre, spesielt e-post med vedlagte tegninger og lignende som fort blir utdaterte. Han legger til at dette mest sannsynlig kommer av at alle fagmodellene er tilgjengelige for alle i et prosjekthotell.

VDC i store prosjekter

På spørsmål om VDC passer for alle prosjektstørrelser, svarer Rastad at han helt klart mener store prosjekter kan ha stor effekt av en del av elementene. Han ser at det selvfølgelig er store utfordringer med tanke på at veldig mange aktører er involvert, men da er det enda viktigere å samarbeide godt sier han. Alle verktøyene kan nok ikke implementeres like lett i store prosjekter, så det kreves nok noen tilpasninger av VDC-verktøyene. Rastad påpeker at små bidrag til effektivisering og mindre feil i store prosjekter vil fort kunne føre store besparelser. Det legges også til at NCC bruker noen VDC-elementer i alle sine prosjekter, spesielt BIM og visualisering. Når det gjelder aktører som kommer fra andre bedrifter forteller Rastad at i hans inneværende prosjekt har alle vært positive til arbeidsformen selv når det er mange som deltar på møtene. Det blir også nevnt at det er viktig at alle vurderer sine behov for enten å delta i et fellesmøte, et særmøte eller bare jobbe med eget arbeid, samtidig som man er tilgjengelig hvis det er behov. Bruken av Til/Fra-matrise og fremdriftsplan med aktiviteter og avhengigheter trekkes frem som verktøyene Rastad tror vil kunne bidra mye i store prosjekter med mange aktører.

Endringer i prosjekteringslederens rolle

Når spørsmålene blir rettet mot prosjekteringsleder rollen forteller Rastad at en av de største endringene han opplever er i forhold til møteforberedelse. På prosjektstudiomøtene kommer det mange aktører som skal jobbe effektivt en hel dag, da er det viktig å finne de rette oppgavene og temaene for møtene. Hvem som behøver å delta på møtene, samt oppdeling til mindre særmøter er også viktige områder for forberedelsene forklarer Rastad. Planleggingen av møtene blir gjennomført slik at Rastad kan sende ut en agenda til de ulike aktørene et par dager i forveien, på denne måten har alle en mulighet til å forberede seg til møtet.

Styring underveis i prosjektstudio nevnes også som en viktig del av oppgavene til prosjekteringsleder. Det er de samme elementene i forhåndsplanleggingen som trenger styring under møtene, som hvilke temaer det bør fokuseres på, om det bør deles opp i mindre særmøter samt å kontrollere at det er god fremdrift i møtet.

Prosjekteringslederens utfordringer

De største utfordringene Rastad ser som prosjekteringsleder for VDC og store prosjekter er at det krever mye innsikt i de ulike fagene for å kunne stille de rette spørsmålene og ta de rette beslutningene. Han mener at dette gjelder spesielt innen fagområder som ikke prosjekteringslederen har sin utdanning eller erfaring. Det er da viktig å se sine egne begrensninger og utnytter kunnskapen til spesialistene riktig, slik at man får den beste løsningen. Rastad forteller at hvis møter er ineffektive så fokuserer han på at deltakere som ikke for noe ut av møtet jobber med andre ting, eller ikke deltar i det hele tatt. Av samme årsaker legger han bevisst ikke opp til temaer som bare gjelder et fag i møter med flere aktører.

Torbjørn Rastad er klar på at byggherrens deltakelse er viktig. Han forteller at i hans innværende prosjekt ble det vurdert hvor mye byggherrens representanter skulle delta. Prosjekteringsledelsen ønsket deltakelse i starten på de fleste møtene for å øke beslutningsevnen til prosjekteringsgruppen. Videre forteller Rastad at han ikke kan huske at byggherrens representanter har gått før møtet er helt ferdig. Dette har ført til et godt samarbeid og bidratt til raske beslutninger, spesielt da byggherrens beslutningsgrunnlag er mye bedre ved deltakelse i prosjektstudio, i følge Rastad. Ut fra dette resonnementet

påpeker Rastad viktigheten av at deltakerne i Prosjektstudio har myndighet til å ta beslutninger. Samtidig må møtedeltakerne være de som faktisk prosjekterer og tegner, og dermed har best kjennskap til de tekniske løsningene i prosjektet, og ikke en overordnet disiplinleder.

På spørsmål om tekniske utfordringer med bruk av VDC svarer Rastad at det har vært litt problemer med å ta i bruk nye verktøy, da arbeidet ikke blir effektivt med en gang. Det kreves også at noen drifter modellen til prosjektet, og at man kan navigere seg lett rundt, slik at man utnytter potensiale til modellen sier Rastad. Her nevnes det også at NCC gir god teknisk støtte fra VDC og Partnering avdelingen.

Avslutningsvis forteller Rastad om opplæringen fra CIFE. Han er tydelig på at det har bidratt til en god start på NCC sitt arbeid med VDC, og tror samarbeidet vil gi en god plattform for mer effektive byggeprosjekter. Videre forteller Rastad at han har en oppfatning av at de fleste aktørene i prosjektet trives med å samarbeide tett på hverandre, og at dette skaper mer entusiasme og eierskap for både de prosjekterende og utførende.

Oppsummering

Det er tydelig at Torbjørn Rastad er fornøyd med innføringen av VDC, og han knytter mange av de positive erfaringene til fokuset de har hatt på å kontrahere aktører som interesserer seg for VDC-konseptets metoder. Rastad har utarbeidet et felles dokument som samler flere av VDC-verktøyene digitalt. En slik digitalisering har både positive og negative sider, og det redigerings- og oppdateringsmulighetene har blitt veid viktigere enn synligheten man får ved å ha verktøyene hengende på veggen i møterommet. Det sosiale samholdet som skapes ved NCC Prosjektstudio er også svært delaktig i at kommunikasjon i og utenfor møtene fungerer bedre. At aktørene er både prosjekterende og beslutningstakere blir fremhevet som essensielt for effektiv gjennomføring av prosjektering. Byggherrens tilstedeværelse blir også nevnt som viktig for å få tatt raske og gode beslutninger. I forhold til prosjekteringslederen er det, ifølge Rastad, knyttet størst utfordringer til planleggingen av prosjektstudiodagene. Det nevnes også at det er viktig at prosjekteringsleder behersker verktøyene slik at gjennomføringen blir så god som mulig, og verktøyenes potensiale blir oppnådd.

4.1.3. Intervju med Nina Kvestad

Nina Kvestad er prosjekteringsleder hos NCC, og jobber etter VDC-konseptet på et byggeprosjekt i Oslo. Prosjektet hun holder på med er et syv etasjers kontorbygg med to kjeller etasjer. Entrepriseformen er totalentreprise, med Entra Eiendom som byggherre. Inneværende prosjekt er Kvestad sitt første byggeprosjekt som prosjekteringsleder i NCC. I prosjektet har hun ansvaret for de byggetekniske fagene og driften av BIM-modellen. Hun har mange års erfaring fra prosjekteringsarbeid i et rådgivende ingeniørfirma.

Hensikten med intervjuet er å kartlegge gjennomføringen og erfaringene som er gjort av prosjekteringslederen i et prosjekt som gjennomføres etter VDC-konseptet. Intervjuet ønsker å fremheve positive og negative opplevelser i forhold til innføring og gjennomføring av VDC i prosjektet.

Innføring av VDC-konseptet

På spørsmål om innføringen av VDC i prosjektet svarer Kvestad at det har vært litt blandet hell i forhold til bruken av VDC. Hun forteller at de på en måte er inne i sin andre oppstartstartfase i prosjekteringen. Mye av det tidligere arbeidet har kun handlet om fundamentering og byggeteknikk, mens nå har de tekniske fagene kommet på banen. I prosjektstudio med de tekniske fagene har det vært litt problemer med å få i gang samtidig prosjektering, sier Kvestad. Aktørene kommer til prosjektstudio med intensjoner om å gjøre avklaringer, for så å dra tilbake til eget kontor og fortsette prosjekteringen der.

Kvestad forteller at hun har jobbet med lignende prosjektering tidligere med mer effekt, da i offshore prosjekter. I disse prosjektene var alle aktørene samlokalisert i hele prosjekteringsperioden noe som hun mener at gjorde prosjekteringsarbeidet lettere.

VDC verktøy i prosjektet

Vi gjennomfører ukentlige prosjektstudio, hvor annenhver uke inkluderer en grundig BIM-gjennomgang, forteller Kvestad. Hun viser frem en kollisjonsrapport som er tatt ut fra Solibri Model Checker. Rapporten viser kollisjoner mellom fagmodeller i BIM, denne rapporten er utgangspunktet for BIM-gjennomgangen. Kollisjonskontrollene som har blitt gjennomført til nå, viser at det som prosjekteres mellom møtene ofte blir prosjektert med utgangspunkt i utdaterte modeller fra andre fag. Kvestad forteller at de planlegger å øke frekvensen av

opplasting av nye modeller til prosjekthotellet, samt å fokusere på at prosjektstudio skal gi bedre samhandling mellom fagmodellene.

En kommunikasjonsmatrise i Excel, med et tidsperspektiv, blir brukt til å kontrollere og følge fremdriften til avklaringer mellom aktørene i prosjektet. Kvestad forteller at tidsaspektet i matrisen ikke blir endret hvis avklaringen ikke er utført til rett tid, de endrer bare fargen på avklaringen slik at det er tydelig hva som ikke har blitt avklart i tide. Avklaringene blir kartlagt utfra en gjennomgang av prosjekteringstidsplanen. Det settes mål for hvor man vil være om en gitt tid, med det utgangspunktet setter aktørene opp hva som må gjennomføres og avklares for å nå målet. Kvestad forteller at slik fremdriftsplanlegging fører til økt eierskap til prosessene, og bedre effektivitet ettersom oppgavene blir planlagt sammen med den som skal utføre oppgaven.

Kvestad forteller at hun foretar målinger som skal rapporteres inn til CIFE. De fører statistikk på møtedeltakelse og forsinkelse på oppgaver. Hun observerer også om det er økt e-postkorrespondanse til og fra aktører som ikke deltar på møtene, noe hun mener at det ser ut som. Slike målinger gjøres for å se om NCC Prosjektstudio gir noen gevinst, sier Kvestad.

Utfordringer med VDC

De største utfordringene i forhold til VDC er ifølge Kvestad å få alle aktørene til å jobbe på en ny måte. Som nevnt tidligere, er det også her snakk om evne og vilje til å gjennomføre prosjektering i løpet av dagen i prosjektstudio. Kvestad forteller at det var tydelig annonsert at man skulle jobbe på denne måten i prosjektet når man kontraherte de ulike aktørene, og alle aksepterte måten å jobbe på. I ettertid tror hun kanskje at ikke alle hadde satt seg helt inn i hva NCC Prosjektstudio innebærer. På den positive siden forteller hun at de som har vært med over lengst tid begynner å bli mer vant med arbeidsformen. Kvestad legger til at de fleste er positive til måten å jobbe på, selv om det har vist seg å by på noen utfordringer. Mange av aktørene har ikke med tilstrekkelig utstyr for å utføre prosjektering. Noe som kommer av problemer med bruk av modeller og programvare utenfor eget kontor.

Effektivitet

Kvestad føler ikke noe spesielt utslag på effektiviteten, hverken positivt eller negativt, i forholdt til at de har tatt i bruk VDC. Men hun har tro på at det kan endre seg nå som de ulike fagene har kommet lengre i prosjekteringen og modellene har blitt bedre. Når

modellene kommer opp på et høyere nivå er det lettere å bruke BIM til koordinering mellom fagene.

Det er mye kommunikasjon på e-post, noe som vi ønsker å minske ved hjelp av prosjektstudio. En felles arbeidsdag en gang i uken skal være med på å senke barrierene for det å gjennomføre avklaringer per telefon, eller i prosjektstudio. Kvestad argumenterer med at antallet forskjellige firmaer som er involvert i prosjektet er med på å gjøre at mye av kommunikasjonen foregår via e-post. Vi ønsker at aktørene blir så godt kjent gjennom ukentlig samarbeid at man ikke kommuniserer i form av e-post. I hovedsak så ønsker de å korte ned tiden på avklaringer. Det gjøres ved at partene skal jobbe med konkrete utfordringer i NCC-prosjektstudio, for derfor å slippe e-post kommunikasjon med tilhørende responstid, forteller Kvestad.

VDC i store prosjekter

På spørsmål om VDC passer for alle prosjektstørrelser svarer Kvestad at hun ikke ser at størrelsen på et prosjekt har noe å si i forhold til denne måten å jobbe på. Det er mer avhengig av antall aktører. Alle prosjekter med mer enn en aktør vil ha behov for avklaringer. En effektiv gjennomføring av disse vil alltid være gunstig, ifølge Kvestad. I veldig store prosjekter med mange aktører nevner Kvestad at metodene kanskje må tilpasses for at verktøyene skal bidra til effektivisering. Et eksempel kan være det å arrangere flere dager i prosjektstudio, da det vil være økt behov for avklaringer og samarbeid i store prosjekter. Kvestad er veldig klar på at hvis man har flere prosjektstudiodager så må mentaliteten i gruppen være at det er arbeidsdager, og ikke møter.

Kvestad tror at bruken av kommunikasjonsmatrisen kan være et svært nyttig verktøy for prosjekter med mange aktører, men det er viktig at matrisen blir driftet. Når det blir mange aktører, og mange punkter på listen, kan det være hensiktsmessig å kartlegge hva som er utført og hva som bør prioriteres i forkant av prosjektstudio. Slik kartlegging mener Kvestad at kan bidra til bedre planlegging av prosjektstudio, som igjen er essensielt for å oppnå effektivitet i prosjektstudio.

Prosjekteringslederens utfordringer

Når spørsmålene blir rettet mot prosjekteringslederrollen sier Kvestad at det krever mye av prosjekteringslederen for å få møtene til å være effektive. Det krever mye struktur og styring

fra prosjekteringslederen for å kunne gi konkrete oppgaver som det skal fokuseres på for de ulike aktørene. Hun forteller at byggeprosjekter skiller seg på mange måter fra offshore prosjektene hun har jobbet med tidligere. Spesielt med tanke på antall firmaer som er involvert og samlokalisering av prosjekter.

Kvestad forteller at hun pleier å sette opp en aksjonsliste med oppgaver som skal løses i løpet av dagen. Ut i fra denne listen deler de opp i mindre grupper med aktører som skal jobbe med de ulike oppgavene. Hvis det er noen som ikke har behov for å delta i noen av smågruppene skal de jobbe for seg selv med egne oppgaver i prosjektet.

Byggherredeltakelse

Byggherren er invitert til alle samlingene i prosjektstudio og deltar i stor grad, sier Kvestad. Hun er klar på at byggherren må delta i prosjektstudio for å kunne ta raske og gode avgjørelser. Byggherrerepresentantens deltakelse har ført til bedre forståelse av problemstillinger, noe som har ført til raskere beslutninger. Spesielt trekkes deltakelse i bruken av 3D og visualisering frem som noe som fremmer forståelsen for andre aktørers problemstillinger.

Kvestad presiserer viktigheten i at alle fagene, inkludert byggherren, sender beslutningstagere til prosjektstudio. Hun nevner også at det ofte hender at fag må ha med to deltakere i prosjektstudio, da arbeidsmetoden krever både evne og kompetanse til å prosjektere og ta beslutninger. Kvestad mener at det ville vært gunstig om flere aktører kunne hatt kompetanse til å utføre begge aspektene, noe hun tror vil bli vanligere om ikke alt for lenge.

På spørsmål om tekniske utfordringer med bruk av prosjektstudio svarer Kvestad at det har vært litt problemer med god nok nettilgang og lisenser for prosjekteringsprogrammene som skal brukes. Det er essensielt for arbeidsformen at alle kan arbeide som om de er på sitt eget kontor, noe som er en stor utfordring å få til.

Avslutningsvis blir Kvestad spurt om samarbeidet med CIFE og Stanford University. Hun svarer at opplæringen har gitt henne innsikt i mange nyttige verktøy til bruk i prosjektstudio. En del av verktøyene er litt for avanserte og detaljerte til at de enkelt kan tas i bruk. Derfor har NCC arbeidet med å få verktøyene på et nivå som passer våre prosjekter, forteller

Kvestad. Denne tilpasningen tror hun kan bidra til at flere aktører kan få mer effekt ut av verktøyene.

Oppsummering

Intervjuet tegner et klart bilde av at innføringen av VDC har bydd på noen utfordringer. I stor grad har dette kommet av oppstartsproblemer for aktører som ikke har erfaring med slik type arbeid. Utfordringene er, ifølge Kvestad, knyttet til at man ikke har fått til samtidig prosjektering i så stor grad som man har ønsket. Dagene i prosjektstudio har blitt brukt mer til koordinering på samme form som ordinære prosjekteringsmøter. Det pekes også på tekniske utfordringer knyttet til programvarelisenser og tilgang til modeller. For prosjekteringslederen er det knyttet størst utfordringer til å lede møtene slik at det er god fremdrift i forholdt prosjektets plan.

4.1.4. Intervju med Thor Ørjan Holt

Thor Ørjan Holt er en erfaren prosjekteringsleder hos Multiconsult. Han har den siste tiden arbeidet på flere prosjekter som ligger langt fremme med bruken av BIM, blant annet prosjektet for ombygging av Ski Stasjon. Holt har også vært en viktig bidragsyter for Multiconsult sitt utviklingsarbeid med BIM og prosjektstyring i mange år.

Hensikten med intervjuet er å kartlegge hvordan en rådgivende ingeniørbedrift gjennomfører prosjektering. Det er viktig for intervjuet at resultatene som blir innhentet er fra en prosjekteringsleder og prosjekter som gjennomføres på en måte som representerer bedriften. Disse kravene til intervjuet er satt da det vil være lite hensiktsmessig å få resultater fra allerede utdaterte prosesser eller særegne prosjekter med gjennomføring som ikke er representativt for bedriften. Intervjuet vil belyse bedriftens tilnærming til gjennomføringen av prosjektering, og å utfordre intervjuobjektet med elementer fra VDC-konseptet.

Etter en kort presentasjon av oppgaven og bakgrunn for den, er det tydelig at temaet er noe Holt har mange tanker om. Han fokuserer på at det å definere samarbeid og BIM i et og samme system er en positiv retning for utviklingen. Og synes det er interessant at det er entreprenørene som fronter utviklingen med VDC. Holt sier at det er positivt at entreprenørene inviterer inn alle aktørene i prosjektet, slik at det dannes et slags team som jobber mot et felles mål. Videre forteller han at det å jobbe integrert med BIM er en

selvfølge for prosjekteringsledere som har kunnskap og erfaring med dette, noe han mener den kommende generasjon av beslutningstagere har i større grad enn tidligere. Det legges også til at Holt mener at et flerfaglig integrert samarbeid med fokus på teknologi i prosjektering, kanskje er en større nyhet for noen av entreprenørene enn for rådgiverbedriftene.

Samlokalisering

Holt forteller at de samlokaliserer prosjektene i så stor grad som mulig. Det nevnes at det er lettest å få til i prosjekter som er av en slik størrelse at de kan ha ansatte som jobber majoriteten av tiden sin i et prosjekt. Ved mindre prosjekter kan vi samlokalisere i perioder, forteller Holt. Han legger til at det er viktig med en strategi for samlokaliseringen da effektene av samlokalisering er veldig situasjonsavhengig, spesielt med tanke på hvem det er hensiktsmessig at sitter sammen.

Holt viser frem et lokale hvor de har samlokalisert et prosjekt han har jobbet med. Der har de midt i kontorlandskapet satt av plass til et langbord og storskjerm. Han forklarer at de har brukt oppsettet til å gjennomføre møter, samtidig som de jobber i modellen.

Kundens forståelse og aksept for nye metoder er viktig, i følge Holt. Hvis vi skal gjøre ting annerledes en hva kunden tradisjonelt sett er vant med, så må kunden føle at endringene fører til noe positivt. Derfor er det viktig å inkludere kunden for å skape forståelse. Holt forteller at i hans prosjekter er kunden alltid velkommen til å delta i prosjektering og på møter. Han ser på det som svært positivt og nyttig når de deltar. Det legger til at hvis det skal være noen effekt av at kunden deltar, så må de være beslutningstakere. Hvis det sendes en kunderepresentant som ikke har evnen eller myndighet til å foreta beslutninger har det ifølge Holt liten effekt for prosjektet.

Bruk av samhandlingsverktøy

På spørsmål om bruk av samhandlingsverktøy forklarer Holt om ulike BIM-programvare som skaper god samhandling med fagmodellene. Det nevnes ulike verktøy som blant annet Naviswork og Solibri Model Checker. Disse verktøyene brukes effektivt til samhandling og koordinering i møter mellom aktører. I følge Holt er det mest effektive verktøyet per nå et samspill mellom tegninger og modell. Det er ved å kombinere disse to elementene at vi skaper størst forståelse blant alle aktørene i prosjekter. Videre forteller Holt at han mener at

det er viktig å fokusere på hva som er produktet en rådgivende ingeniør selger. Produktet er ikke bare en prosjektert modell eller et sett med tegninger, men nødvendig og riktig informasjon som bidrar til at kunden kan oppnå målet med prosjektet. Produktet kan være blant annet modeller, tegninger, beskrivelser eller rapporter. Uansett format så skal produktet overføre informasjonen på en så god måte som mulig til neste ledd i prosjektet.

Intervjuer utfordrer Holt med et konkret spørsmål om hans tanker rundt det å bruke Til/Fra-matriser i prosjektering. Han svarer at det er noe som til en viss grad gjøres per i dag. Alle disipliner setter seg ned sammen og for å gå gjennom prosjektets aktiviteter, og avhengigheter mellom fagene på grunnlag av aktivitetene. Denne informasjonen blir ofte borte i møtoreferater eller et annet dokument på serveren, sier Holt. Han er enig i at det ville vært hensiktsmessig å vise frem denne informasjonen på en plakat, eller en storskjerm man kan skrive på.

Holt finner frem et bilde på mobilen og viser et bilde av et møte som viser en tavle full av Post-it-lapper. Det er et møte for å kartlegge status midtveis i et prosjekt han holder på med. Han forteller at han viser bilde for å påpeke at mange av metodene det er snakk om i VDC brukes i prosjektering i dag. Vi snakker kanskje ikke så mye om det da det har blitt en naturlig måte å jobbe på, sier han. Det som er nytt i følge Holt er å inkludere BIM og andre digitale hjelpemidler.

Når det kommer til organisasjon og prosess forklarer Holt at det er vanlig å visualisere prosjektorganisasjonen gjennom et tradisjonelt organisasjonskart. Prosessene er ikke så tydelig visualisert, men formes gjennom møter og samhandlinger mellom prosjektdeltakerne. Prosjekteringsleder legger opp prosessene i forhold til produksjonstid og samlokalisering. I noen store prosjekter kan også prosessene tydeliggjøres gjennom flytskjema. Det legges til at prosessene endres mye fra fase til fase, og i forhold til hvilke aktører som er involvert.

Effektivt prosjekteringsarbeid

På spørsmål om utfordringer med effektivt samarbeid sier Holt at det ligger et stort potensiale i styring av beslutninger og tidsplaner. Som rådgivende ingeniør er det viktig å forholde seg til det som hele tiden er de nyeste beslutningene. Det er derfor viktig at prosjekteringsleder kommuniserer ut til organisasjonen, hva som er gjeldende til en viss tid.

Det kan være aktiviteter som må avvantes når det mangler avklaringer, eller aktiviteter som bør prioriteres fremfor andre. Det også viktig å gi klare beskjeder på hva som er tids- og kostaspektet for oppgaver som delegeres.

Holt forklarer at det hender at man jobber med et underlag samtidig som man vet at for eksempel arkitekten arbeider med endringer på det samme underlaget. Hvis det ikke finnes informasjon om hva alle aktørene jobber med, kan det føre til mye dobbeltarbeid. Holt tror at et tettere samarbeid mellom alle aktørene i prosjektet kan bidra til mer effektivitet på tvers av roller og bedrifter.

For effektiv gjennomføring av prosjekter i forhold til bemanning peker Holt på at det er viktig å ha den rette kompetansen tilgjengelig til rett tid. Det er ikke alltid snakk om å trenge mer tid eller 100 % integrering i prosjektet sier han, men det å kunne få inn de ulike fagene til riktig tid i forhold til prosessene. Holt legger også til at for prosjekter som går over lengre tid bør det fokuseres på å beholde aktørene for å ta vare på den historiske kompetansen. Det vil si at man bruker de samme personene gjennom store deler av prosjektet og dermed opprettholder kjennskapen til de foregående prosessene og beslutningene.

Målinger

Vi måler lite i forhold til effektivitet og prestasjoner, svarer Holt på spørsmål om målinger i prosjekter. Han påpeker at alle prosjekter er forskjellige, og at enkle målinger ikke vil kunne stille prosjekter direkte opp mot hverandre. Hvis det legges innsats og ressurser i det å lage gode metoder for målinger i prosjektene så tror Holt at det kan være gunstig. Det krever ressurser å gjøre målinger, så hvis vi skal måle noe så må det være en god grunn til å måle det, sier Holt bestemt. Han foreslår at målinger på kvaliteten til sluttproduktet kan være gunstig.

Involvering av entreprenør

Holt er veldig opptatt av at tegninger og modeller ikke skal «sendes over», men «overleveres». Han forklarer dette med at mye av det entreprenøren ser på som feil og mangler i det prosjekterte materialet ofte kan dreie seg om ulike oppfatninger, og forståelse av modell og tegninger. Gråsoner, som Holt kaller det, mener han at kan oppklares med flere møter i overleveringsfasen.

Det å få entreprenørkompetansen tidligere på banen tror Holt at kan bidra positivt for prosjektet. Av økonomiske interesser sier han at han ikke er så sikker på at det beste for et prosjekt er å få den entreprenøren som faktisk skal utføre byggingen tidligere på banen, men her har han ikke et klart svar. Han utdyper dette ved å påpeke at det viktig å tenke over hvem som skal tjene mest penger, og hva som gir det beste prosjektet for kunden. Entreprenørenes kompetanse om byggbarhet og kostnader vil kunne bidra positivt til prosjekteringen, sier Holt. Han legger til at det allerede finnes en del av denne kompetansen hos de rådgivende ingeniørbedriftene, men overlevering og forklaringer av valg er viktig for økt forståelse og et godt gjennomført prosjekt.

Bruk av BIM

Når det blir snakk om bruken av BIM forklarer Holt at det i alle prosjekter lages en spesifikk BIM-manual for prosjektet. BIM-manualen definerer det teknologiske rundt bruken av BIM i prosjektet og prosessene rundt hvordan modellen skal brukes i prosjekteringen. Det er ifølge Holt store variasjoner på hvordan BIM brukes i prosjekteringen, og at det i stor grad avhenger av prosjekteringsledelsen og ønske fra kunden. Utviklingen de siste årene har ifølge Holt ført til at flere og flere prosjekter har gått fra å la BIM være et sidestilt verktøy til å ha modellene integrert i prosjekteringsorganisasjonen. Dette er ifølge Holt en effekt av at BIM-kompetansen i bransjen stadig øker.

Bruk av BIM i prosjekteringsmøter forteller Holt at har blitt mer og mer vanlig, og bidrar godt til forståelse mellom aktørene. Det er ikke alltid det er hensiktsmessig å bruke BIM i møtene, men når vi ser verdien i det så bruker vi det aktivt, sier Holt. Han er klar på at veldig mange disiplinledere har kompetansen til å operere i modellene, men det er også de som ikke har denne kompetansen. De har gjerne med seg noen som kan assistere i møtene. Holt er usikker på hvor stor grad av BIM-kompetanse som bør kreves av disiplinlederne, spesielt i store prosjekter der disiplinlederen ofte har mer administrative oppgaver. Likevel må disiplinleder beherske modellen til en viss grad for å kunne ta del i bruken og se verdien av BIM. Det må nødvendigvis ikke være disiplinlederen som trykker på knappene, presiserer Holt.

Kollisjonskontroll

Kollisjonskontroller gjennomføres kontinuerlig etter behov, og alltid i forkant av koordineringsmøter. På denne måten blir møtene brukt til å løse problemer, ikke å finne dem. Holt forteller at effektive kollisjonskontroller underveis i prosjekteringen i stor grad handler om kompetanse hos de som skal utføre den. Det er viktig å følge rett rekkefølge i prosessene, også for kollisjonskontrollene. Holt eksemplifiserer ved at det kan finnes tusen kollisjoner i en modell i en tidlig fase av prosjektet, og det er kanskje bare tre kollisjoner som er viktige å fokusere på i den inneværende fasen. Derfor er det viktig at man har rett kompetanse til å identifisere det som er kritisk for hver fase. Enklere sagt så må man vite hva man skal se etter i modellen. En annen ting Holt er tydelig på er at man alltid må søke etter de nyeste modellene fra de andre fagene før man skal gjennomføre kollisjonskontroller, slik at man alltid jobber med det riktigste utgangspunktet.

På spørsmål om hva som er det største hinderet for effektiviteten i prosjektering med BIM svarer Holt at det handler om kompetanse for bruk av teknologien. Det handler om å bygge modeller riktig og på en effektiv måte, med rett detaljeringsgrad for den prosjektfasen man opererer i. For eksempel så kan tunge og detaljerte modeller i en tidlig fase hindre det og gjøre raske endringer. Holt forklarer at i et slikt tilfelle kan ofte modellen få skylden for at arbeidet ikke er effektivt, når det egentlig er manglende kompetanse som har ført til en modell som ikke er egnet for fasens oppgaver.

Oppsummering

Intervjuet gir et innblikk i prosessene og organiseringen rundt prosjektering i Multiconsult. Thor Ørjan Holt mener tydelig at mange elementer og verktøy som defineres av VDC ofte blir brukt i prosjekteringen i dag, men uten at det blir definert på samme måte. Holt understreker at han har stor tro på å sette BIM og samarbeid i et og samme system. Noe han mener at gjøres mer og mer i bedriften etter hvert som BIM-kompetansen øker. Det kommer frem at Multiconsult forsøker å samlokalisere prosjekteringsgruppen så mye som mulig. Store prosjekter samlokaliseres ofte på fast basis, mens mindre prosjekter samlokaliseres i perioder. Intervjuet får frem at det ikke brukes noen klart definerte verktøy for å bedre samhandlingen i prosjektene. Det er store variasjoner fra prosjekt til prosjekt, og fra prosjekteringsleder til prosjekteringsleder. Mye av kommunikasjonen går på mail og

gjennom møter og møtereferater. Holt mener også at arbeidet med BIM kan effektiviseres ved å øke kompetansen om hvordan de ulike fasene i prosjektet bør gjennomføres.

4.2.Observasjoner i gjennomføringen av NCC Prosjektstudio

4.2.1. Observasjon av NCC Prosjektstudio 20.11.2013

Observasjonen er gjort i NCC Prosjektstudio 20.11.2013. Møtet ble gjennomført med 9 deltakere, to fra entreprenøren, en rådgivende ingeniør for bygg, en fra leverandøren av bæresystemet, tre arkitekter, og to fra byggherren. Når møtet startet opp tok det ikke lang tid før diskusjonen var i gang. Det ble ikke gjennomgått noen agenda for møtet.

På en interaktiv storskjerm ble en BIM av bygget vist med et program som heter Solibri Model Checker. I programmet fikk man opp de ulike fagmodellene og kunne kontrollere de mot hverandre. Det var tydelig at alle la mye vekt i 3D-modellen og møtets fokus var i stor grad rettet mot den. Det var prosjekteringslederen som tok seg av modellen og navigerte rundt ettersom hvilket tema som det ble jobbet med.

I starten av møtet var det i hovedsak prosjekteringsleder, en arkitekt og råbyggleverandøren som diskuterte løsninger mens resten satt rolig og fulgte med. Det virket som om ikke alle var oppdatert på hva som ble diskutert i starten av møtet, for flere og flere meldte seg på utover i diskusjonen.

Det var tydelig at det var lite struktur i møtet, men prosjekteringslederen passet på at man hadde en fremdrift som ble dokumentert underveis. Dokumentasjonen ble gjennomført med et verktøy som er integrert i Solibri programvaren. Dette verktøyet lar deg ta et bilde i modellen og legge inn en kommentar. Når man er ferdig kan alle bildene eksporteres ut som et visuelt møtereferat.

Etter hvert som møtet pågikk ble møtedeltakerne mer og mer engasjert. Det var tydelig at den frie møtestrukturen gav folk en vilje til å forklare sine meninger. Gjentatte ganger var noen oppe fra stolen sin for å peke og forklare på storskjermen. Etter hvert ble det snakk om noen søyleplasseringer, hvor arkitekten la frem en utskrift på bordet. Et klart bilde på engasjementet var når alle de ni deltakerne sto lent over utskriften og diskuterte. Det var god dialog på møtet, selv om flere hadde ulike meninger om hva som var de riktige

løsningene. Det ble på dette møtet observert at ingen foreslo eller ønsket å jobbe for seg selv eller i mindre grupper.

Et problematisk moment som ble observert var en diskusjon som kom inn på en avgjørelse som avhenger av ventilasjonsinstallasjonen. Det var på det tidspunktet ikke kontrahert noen ansvarlig for ventilasjon, noe som gjorde at problemet ikke kunne løses med en gang. Denne problemstillingen er et tegn på at det er viktig å ha på plass alle aktørene så tidlig som mulig. For det er lite effektivt om feil avgjørelser blir tatt, og må rettes opp senere, eller at man ikke kommer videre på grunn av et problem.

4.2.2. Observasjon av NCC Prosjektstudio 05.12.2013

Observasjonen er gjort i NCC Prosjektstudio 05.12.2013. Møtet ble gjennomført med ti deltakere, hvor syv deltok ved møtestart og tre kom for sent. Deltakerne representerte entreprenør, arkitekt, og ulike tekniske fag. Møtet startet ved at prosjekteringsleder gjennomgikk kommunikasjonsmatrisen for å markere av utførte oppgaver og avklaringer. Denne gjennomgangen ble i hovedsak avklaringer mellom prosjekteringslederen og den gjeldende aktøren. Noen av avklaringene ble diskutert litt mellom flere av deltakerne, men prosessen involverte i stor grad kun en og en aktør. Gjennomgangen tok ganske lang tid, da det var mange punkter på listen. Det manglet deltakere fra fagområdet for ventilasjon. Noe som virket som et gjentakende problem, og har ført til mange avklaringer som henger etter tidsplanen.

Lokalene var forsøkt satt opp etter modellen fra CIFE, men det var tydelig at det har vært utfordringer da lokalene ikke gir rom for et likt oppsett. Møterommet var trangt, og gjorde det vanskelig å bruke skjermer og tavler aktivt. Dette hindret flyten i møtet og bidro til at aktørene i stor grad måtte bli sittende. Det var ikke interaktive tavler i rommet, som fjernet muligheten for å tegne og gjøre notater i samspill med modellene på storskjermen. Oppløsningen på storskjermen var også et problem, og det ble mye unødvendig navigering i Excel-ark og BIM. Det var et par mindre møterom, og noen kontorer som kunne brukes hvis prosjektstudio ble delt opp i grupper.

På veggen i møterommet hang det en stor prosjekteringstidsplan som ikke hadde noen aktiviteter på seg. Det virket som den store utskriften kun ble brukt til planlegging av aktiviteter, som senere ble lagt inn i et digitalt dokument.

Det gjennomføres en omfattende gjennomgang av en sammensatt BIM hver 14 dag. I denne sammenheng laster alle fagene opp en oppdatert modell, som blir satt sammen til en fullstendig BIM for prosjektet. Det har vist seg at 14 dager er litt for lenge mellom hver gang oppdaterte modeller blir utvekslet. Det blir derfor diskutert om man skal utveksle modeller oftere, noe man blir enige om. Det virket også som at det ikke var helt avklart hvordan man skal samarbeide med BIM mellom fagene. Det ble argumentert for at det er en omfattende prosess som må gjennomføres for å dele modeller, noe det var lite vilje til å gjøre blant noen av aktørene.

Etter gjennomgangen av kommunikasjonsmatrisen var det to deltakere som gikk ut i et eget særmøte. De gjenværende aktørene startet da en gjennomgang av resultatene fra en kollisjonskontroll, som var utført av prosjekteringslederen i forkant av prosjektstudio. Kollisjonskontrollen hadde avdekket en del kollisjoner som det ville vært gunstig å få prosjektert om i prosjektstudio, noe som ikke ble gjort. Grunnen til dette var at ikke alle deltakerne hadde med seg PC eller modeller slik at man kunne omprosjekttere. Slike tekniske utfordringer førte til at det kun ble gjort avklaringer i forhold til kollisjonene.

Som en oppsummering kan det virke som at deltakerne i prosjektstudio ikke hadde helt kontroll på hvordan det er meningen at de skal jobbe. Det var også noen tekniske utfordringer som gjorde at arbeidet ikke gikk helt som teorien tilsier. Det virket også som om møtene manglet struktur og en klar plan for hva som skulle gjennomføres.

5. Diskusjon

5.1. Innledning

Diskusjonen tar først for seg de fire hovedelementene av VDC som blir definert i teorien og av NCC i intervjuet med Magne Ganz. Videre vil diskusjonen rettes mot overførbarhet til store prosjekter hos rådgivende ingeniører, og utfordringer knyttet til prosjekteringslederens rolle. Teorien fra CIFE opererer med ulike navn på elementene enn hva NCC og Ganz gjør. Innholdet i elementene er det samme og ulikhetene kommer trolig av ulike oversettelser.

5.2. Virtual Design and Construction

Tabell 4 oppsummerer kort viktige resultater fra intervjuene med prosjekteringslederne knyttet til de fire hovedelementene i VDC-konseptet, som definert av NCC utfra teorien om VDC.

Tabell 4 Oppsummering av resultater knyttet til hovedelementene i VDC fra intervju av prosjekteringsledere

	Prosjekteringsleder for NCC Torbjørn Rastad	Prosjekteringsleder for NCC Nina Kvestad	Prosjekteringsleder for Multiconsult Thor Ørjan Holt
Organisasjon/ICE	<ul style="list-style-type: none">- Fokus på aktører som ønsker å jobbe etter ICE-metoden- Fokus på god BIM så raskt som mulig- Lokaler etter mal fra CIFE	<ul style="list-style-type: none">- Utfordringer med å utnytte potensialet i ICE- Få aktører i starten ga bedre resultater- Vanskelig utgangspunkt for oppsett av lokalene	<ul style="list-style-type: none">- Samlokaliserte prosjekter der kapasitet tillater- Lite fokus på organisasjonen når arbeidet er i gang- Bruker ikke ICE aktivt, men gjennomfører lignende møter
Produkt/BIM+	<ul style="list-style-type: none">- Bruker BIM aktivt i møtene- Noen tekniske utfordringer i forhold til prosjektering under møtene- Interaktive skjermer	<ul style="list-style-type: none">- Gjennomgang av kollisjonskontroll annethvert møte- Tekniske utfordringer knyttet til programvare.	<ul style="list-style-type: none">- Bruker BIM i stor grad- Fokus på den totale overleveringen- Bruken avhenger av prosjekteringslederens kompetanse
Prosess	<ul style="list-style-type: none">- Bruker en del VDC-verktøy- Lite visualisering- Gjør mest mulig digitalt	<ul style="list-style-type: none">- Digitale verktøy- Kontinuerlig oppfølging av fremdrift på oppgavenivå	<ul style="list-style-type: none">- Hvert prosjekt har en BIM-manual- Opp til pr. leder om hvilke verktøy som brukes
Målinger	Ingen informasjon om målinger i intervjuet	<ul style="list-style-type: none">- Oppmøtestatistikk- Forsinkelse på oppgaver	<ul style="list-style-type: none">- Lite målinger- vanskelig å sammenligne målinger

5.2.1. Organisasjon/ICE

Organisasjonselementet blir av Magne Ganz enkelt forklart som alle aktørene i prosjektet og hvordan de skal jobbe sammen. Det største fokuset i dette elementet er utvilsomt organisasjon og arbeidsformen Integrated Concurrent Engineering (ICE). NCC har valgt å kalle ICE-sesjonene for NCC Prosjektstudio, men videre i diskusjonen vil dette bli omtalt som ICE. ICE-sesjonene er jevnlig arbeidssesjoner hvor aktørene i prosjektet samles og jobber med prosjektet samtidig og samlokalisert. I intervjuet med Ganz påpekes det at ICE har en fot i alle elementene i VDC, men i hovedsak er det en måte å organisere prosjektet på.

Arbeidet i slike ICE-sesjoner har gjennom rapportens intervjuer vist seg å by på en rekke utfordringer. Spesielt nevnes det å få gjennomført prosjektering, og ikke bare avklaringer mellom fagene. Det at ICE-sesjonene hos NCC fører til at mange aktører reiser fra sitt eget kontor til NCC sine prosjektkontorer, gjør at mange har problemer med modeller og programvarelisenser. Disse problemene, og at noen ikke ønsker å legge til rette for prosjektering utenfor eget kontor, fører til at man ikke får den effekten man ønsker ved å samle alle aktørene.

En av effektene man ønsker å oppnå med ICE-prosjektering er kortere responstid ved informasjonsbehov. Hvis man får gjennomført prosjektering i løpet av de samlokaliserte sesjonene vil man ikke bare ha mulighet til å få løst et opprinnelig informasjonsbehov, men også problemstillinger som oppstår som følge av nye endringer.

Jevnlige møter, for eksempel ukentlige møter, kan også gjøre responstiden lengre. Hvis man venter med å forsøke å innhente informasjon til hvert møte kan dette føre til en flaskehals i forhold til prosjektets fremdrift. Derfor ønsker man ved ukentlige samlinger også å minske sosiale barrierer som kan oppstå mellom aktører fra ulike firma og fagfelt. Lang responstid kan ofte være knyttet til hvilke kommunikasjonsmetoder som blir brukt, for eksempel kan epost ofte føre til lengre responstid enn en telefonsamtale. Ved bruk av epostkommunikasjon vil det også kunne forekomme støy som fører til tap av informasjon. Slik støy kan være at mottakeren analyserer meldingen på en annen måte enn det senderen forsøkte å formidle.

For prosjektering hos et rådgivende ingeniørfirma forklarer Thor Ørjan Holt, at de forsøker å samlokalisere prosjekter så godt det lar seg gjøre. Han sier at det er lettere for store

prosjekter, hvor man kan ha personell på fulltid. Samtidig forsøker man å samlokalisere mindre prosjekter i perioder. Det at de fleste aktørene i et prosjekt hos en rådgiver er samlokalisert, vil gjøre at samtidig prosjektering ikke trenger å møte de samme utfordringene som hos entreprenøren. Holt forteller at de i noen prosjekter jobber på en måte som kan minne om ICE-sesjoner, men at de ikke kaller det for noe spesielt. Et økt fokus på en slik måte å jobbe på, og kanskje nettopp det å ha et navn på det, kan gi en effekt for prosjekteringsarbeidet hos rådgiverne. Det at man slipper unna utfordringer med programvare og tilgang til modeller, vil kunne bidra til en enklere innføring av ICE som en måte å organisere prosjekteringsarbeidet på.

Holt nevner kort i sitt intervju at de har satt av et areal i et av prosjektene, som forsøker å ha samme egenskaper som et Bigroom, eller iRoom som CIFE har definert i VDC. Et slikt område eller rom kan virke som et senter for prosjekteringsgruppen, og brukes til både konvensjonelle møter og ICE-sesjoner.

Et moment som blir understreket av alle intervjuobjektene er viktigheten av at byggherre, eller kunde, deltar aktivt i ICE-sesjonene. Det å ha en kunde som deltar i diskusjoner og tar beslutninger fortløpende under prosjekteringen er noe alle ser på som et suksesskriterie. Når man definerer mål som krever raske beslutninger og en fornøyd kunde, vil alle bidrag fra kunden kunne øke måloppnåelsen.

Oppsummering

Hvordan man organiserer prosjekteringsgruppen er et viktig grunnlag for å oppnå gode samhandlingsprosesser. Rapportens resultater indikerer at ICE er en arbeidsmåte som de fleste er positive til, men som gir utfordringer i forhold til gjennomføring. Intervjuene peker på at de største utfordringene er knyttet til programvare og modeller ved arbeid utenfor eget kontor. Også det å skape en mentalitet om at man skal prosjektere, ikke bare gjøre avklaringer, under en ICE-sesjon. Rådgivende ingeniørbedrifter vil ha gode forutsetninger for å kunne løse disse utfordringene da man ikke opplever det å jobbe utenfor eget kontor i like stor grad. I forhold til mentaliteten om å gjennomføre prosjektering i felleskap, så må dette bli styrt gjennom prosjekteringslederen og en vilje hos aktørene til å prøve nye metoder. Viktigheten av byggherrens deltakelse for raske og gode beslutninger trekkes frem av alle prosjekteringslederne.

5.2.2. Produkt/BIM+

Produktet, eller modellen, er veldig viktig i VDC-konseptet. I følge Kunz og Fischer (2012) går VDC ut på å gjennomføre byggeprosessen virtuelt for å kunne identifisere alle utfordringer og problemer så tidlig som mulig. Ved å gjøre dette vil kostnadene og kvaliteten ved den endelige løsningen gi høyere måloppnåelse. Stort fokus tidlig i prosjekteringen stiller seg i kontrast til det Busby Perkins og Will and Stantec Consulting (2007) mener er kjennetegn ved konvensjonell prosjektering, der man legger mer tid, energi og samarbeid i de senere fasene, og følger mer lineære prosesser.

BIM skal forklare alle aktørene hvordan produktet som er prosjektert skal bygges, samtidig som det er et kommunikasjonsverktøy mellom aktørene under prosjekteringen. VDC fokuserer på å bruke modellene til å visualisere det som skal diskuteres. Dette skaper større forståelse blant alle aktørene og hindrer støy i kommunikasjonen. Holt forklarer i sitt intervju at hans erfaringer tilsier at et samspill mellom visuell modell og tegninger gir størst forståelse.

Når det gjelder bruk av BIM i prosjekteringen så gir alle respondentene uttrykk for at det er et verktøy som bransjen har blitt mer erfarne med de siste årene. Det VDC forsøker å innføre, eller forbedre, er måten man bruker BIM til å samarbeide. Som nevnt skaper modellene økt forståelse blant alle aktørene. Dette inkluderer lettere aktører som er involvert i prosjektet i en mindre grad eller ikke har kompetansen som behøves for å forstå andre aktørers tegninger.

Kollisjonskontroller er en annen måte hvor BIM brukes til samarbeid. Gjennom intervjuene kommer det frem ulike rutiner for gjennomføring og hyppighet av kontroller. VDC-prosjekteringslederne gjennomfører en kollisjonskontroll i forkant av ICE-sesjonene. Dermed får alle fag frister for å levere inn en oppdatert modell i forkant av kontrollen. Holt forklarte at de gjennomfører kontroller mer etter behov, men alltid i forkant av møter hvor man skal jobbe med å løse problemer knyttet til kollisjoner. Det at ICE-sesjonene skaper frister for innlevering av modellene bidrar til en forutsigbarhet om jevnlig oppdateringer. Dette er positivt da aktørene ikke behøver å søke etter modeller fra andre, noe Holt nevner at hender ved deres rutiner.

Ideelt sett burde kollisjonskontroller være så hyppige som mulig for å oppdage potensielle utfordringer. Hyppige kontroller krever også tettere samarbeid og oppdaterte modeller til enhver tid. Holt påpeker i sitt intervju at man jobber med et grunnlag fra arkitekten samtidig som man vet at arkitekten jobber med å endre nettopp det grunnlaget. Denne måten å jobbe på er illustrert i Figur 5 på side 26, og kan føre til mye dobbeltarbeid i et prosjekt. Ved tettere samarbeid mellom alle aktørene i et prosjekt vil man kunne bidra til å holde avstanden mellom kurvene i Figur 5 så liten som mulig.

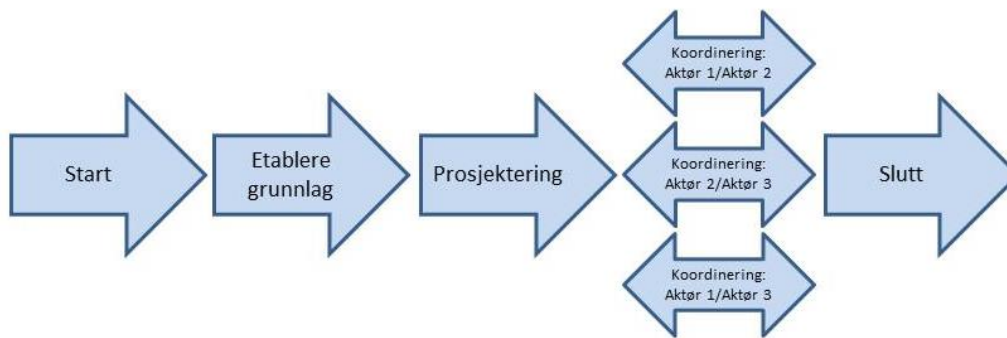
Oppsummering

BIM er ofte sett på som produktet man produserer, men det er også et kommunikasjonsverktøy for aktørene under prosjekteringen. VDC-teorien sier at man skal bruke visuelle modeller i så stor grad som mulig for at alle aktørene skal oppnå tilstrekkelig forståelse av prosjektet. Visuelle modeller kan hindre at det oppstår støy i kommunikasjonen mellom aktørene, og dermed hindre feil. Alle intervjuene indikerer at BIM er noe man i bransjen begynner å få erfaring med, men det ligger fortsatt muligheter for å forbedre samhandlingen mellom fagfeltene i BIM. Holt ønsker mer åpenhet og kontinuerlig delte modeller mellom fagene slik at man hele tiden vet hvilke endringer som blir gjort, noe VDC legger opp til.

5.2.3. Prosess

Magne Ganz forklarer VDC-elementet Prosess som alt som beskriver hvordan man gjennomfører et prosjekt, det inkluderer BIM-manualer, prosjekthotell, fremdriftsplaner og alle andre ting som hjelper prosessene i et prosjekt.

Et punkt under Prosess er aktivitetene knyttet til gjennomføringen av koordinering mellom fagene i et prosjekt. Figur 14 og Figur 15 viser koordinering ved konvensjonell prosjektering satt opp mot ICE-prosjektering. Ved konvensjonell prosjektering arbeider fagene parallelt for så å koordinere med et og et av de andre fagene. Dette vil kunne gi større grad av dobbeltarbeid da man ikke får synergieffekter av at alle koordinerer sammen samtidig. Ved ICE-prosjektering vil man derimot oppnå dette. Når flere fag koordinerer samtidig blir det mer effektiv informasjonsflyt i prosjektet og man reduserer faren for støy i kommunikasjonen.



Figur 14 Koordinering ved konvensjonell prosjektering (Houck 2013)



Figur 15 Koordinering ved ICE-prosjektering (Houck 2013)

Det er viktig å legge merke til at Figur 14 og Figur 15 er en idealisering av prosessene. Det vil si at dette er en måte å se på prosessene for å kunne forstå de bedre og ikke en fasit på hvordan all koordinering foregår. Ofte kan flere aktører koordinere ved konvensjonell prosjektering, og noen ganger vil koordinering ved ICE være delt opp i særmerter med få aktører. Den største og viktigste forskjellen på metodene vil være at selv om man ikke deltar på et særmerter ved ICE-prosjektering, så er alle aktørene informert om hva som blir gjennomgått. Dette fører til at alle vet hva som blir besluttet eller hvordan de enkelt kan finne ut av hva som er besluttet. Ved konvensjonell prosjektering hvor det er mange koordineringsmerter mellom ulike aktører, vil man ikke kunne oppnå samme gjennomsiktighet i prosessene. Noe som fører til større mulighet for støy i kommunikasjon mellom aktører.

I VDC-teorien peker Kunz og Fischer (2012) på viktigheten av planlegging og visualisering av prosessene i et prosjekt. Det kommer frem av intervjuene at alle prosjekteringslederne har et fokus på å planlegge oppgavene og til dels prosessene, men at det er lite fokus på visualiseringen. Ofte er planleggingen gjennomført etter last-planner prinsippet, som vil si at

den som skal utføre oppgaven er involvert i planleggingen av hvordan oppgaven skal gjennomføres. Kunz og Fischer (2012) hevder at det å spalte opp oppgavene ned til et så lavt nivå som mulig, og planlegge ut i fra dette, vil gi en god planlegging av oppgaven. Det vil også gi en måte å visualisere det på gjennom Work breakdown structure. I forhold til teorien er det et potensiale for et økt fokus på visualisering av oppgaver og prosesser. Nina Kvestad nevner i denne sammenheng at mange av verktøyene som teorien definerer er i overkant detaljerte og ikke lett har blitt integrert i forhold til den norske byggebransjen.

Oppsummering

Teorien legger vekt på viktigheten av både å planlegge og visualisere prosessene, noe som ikke virker å bli gjort i like stor grad hos prosjekteringslederne. Prosessene blir til en viss grad planlagt, men sjeldent visualisert. Det virker også som om planleggingen av hvilke oppgaver som skal gjennomføres overskygger planleggingen av selve gjennomføringen. Dette kan komme av at prosjekteringslederne er ferske i VDC-arbeidet og mangler erfaringen som trengs for god planlegging av både oppgaver og gjennomføring. Det nevnes også at flere av verktøyene teorien definerer, ikke passer helt til norske forhold. NCC jobber kontinuerlig med å tilpasse disse.

5.2.4. Målinger

I VDC-teorien fokuserer Kunz og Fischer (2012) på viktigheten av å foreta målinger både i løpet av, og på tvers av prosjektene. Målinger er kvantitative kontroller av ulike deler ved prosjektene, som blant annet tidsbruk, fremdrift, kostnader, resultater fra kollisjonstester eller detaljeringsnivå i BIM. Summen av slike målinger kan gi svar på grad av måloppnåelse. Fokus på resultat og måloppnåelse er også ofte et bra insentiv for at team skal jobbe godt (Kunz & Fischer 2012).

Intervjuene avdekker at det er lite fokus på målinger. Nina Kvestad er den eneste av prosjekteringslederne som nevner at det gjennomføres spesifikke målinger, da på oppmøte og forsinkelser i forhold til fremdrift. Det å gjennomføre slike målinger krever lite ressurser og vil føre til at man synliggjør hva og hvem som ikke bidrar på den måten som det er tiltenkt. Når aktørene vet at det blir gjort målinger kan det føre til økt vilje og innsats til å gjennomføre oppgaver til satte frister og tilfredsstillende kvalitet.

Holt fokuserer mest på målinger mellom ulike prosjekter, der han hevder å se verdien av målinger hvis man klarer å få til så gode målinger at man kan sammenligne prosjekter mot hverandre. Målinger innad i et prosjekt ble ikke nevnt da Holt ble spurt om målinger. Dette er nok noe som til dels blir gjort, kanskje spesielt med tanke på fremdrift og kostnad for hele prosjektet. Bruk av målinger som går på enkelte detaljer kan være noe som vil bidra til mer effektivitet og måloppnåelse i prosjekteringen blant de rådgivende ingeniørene.

Oppsummering

Det er lite fokus på målinger blant prosjekteringslederne, bortsett fra Nina Kvestad som gjennomfører målinger på oppmøte og forsinkelser på ikke utførte oppgaver. Målinger blir i teorien definert som et av de fire hovedelementene i VDC, og dermed ansett som en svært viktig faktor for konseptet. Resultatene viser at man ikke fokuserer på dette i noen særlig grad, og det er virkelig rom for økt satsning på målinger.

5.2.5. Samhandlingsverktøy

Virtual Design and Construction introduserer en rekke verktøy for å få arbeidet til å bli så effektivt som mulig. Teorien fra CIFE forteller ikke så mye spesifikt om verktøyene eller bruken av disse. Intervjuet med Magne Ganz har derfor vært viktig for å fremskaffe teori om bruken av verktøyene. Drøftingen vil ta utgangspunkt i verktøyene som blir forklart av Ganz, og videre vurdere de opp mot intervjuer med prosjekteringslederne og observasjoner i ICE-sesjoner. Det viktigste verktøyet er utvilsomt BIM. Selv om BIM blir sett på som produktet er det også et samhandlingsverktøy, og sådan svært essensielt for VDC. Viktigheten er vist ved at det er kategorisert som et av hovedelementene i VDC. BIM er diskutert både som produkt og samhandlingsverktøy i et avsnitt tidligere i rapporten, og blir derfor ikke videre diskutert i dette kapitlet. ICE kan også sees på som et samhandlingsverktøy, men tidligere i rapporten har vi definert ICE som en måte å organisere prosjekteringen på. Ut fra dette blir samhandlingsverktøy sett på som verktøy som bidrar til å gjennomføre ICE på en så effektiv og god måte som mulig.

Kategorisering av oppgaver

Ganz forteller at NCC har forsøkt seg på å gjennomføre ICE lignende møter tidligere, men uten å føle at det gav den ønskede effekten. Noe av det som har bidratt mest til at de får til arbeidet i ICE-sesjoner bedre denne gangen, er det at de kategoriserer oppgavene. Det er tre

ulike kategorier som er listet opp i Tabell 3 på side 39. Kategoriene er delt inn i forholdt til avhengigheten til andre aktører. En slik kategorisering avgjør hvilken metode man skal bruke for å løse en gitt oppgave. Dette fører til at tiden i iRoom kun blir brukt til å løse oppgaver som krever deltagelse av mange aktører.

Lokalene blir satt opp på en slik måte at det finnes tilpassede rom for å løse oppgaver på alle de tre nivåene. Kategori 1-oppgaver løses alene på en egen kontorplass, kategori 2-oppgaver løses i særmøter med få aktører på mindre grupperom, mens kategori 3-oppgaver løses i iRoom med mange aktører som deltar.

En slik kategorisering fører til økt fokus på hvordan man skal løse oppgaver, og hva man trenger for å løse dem. Dette vil føre til at man er bedre rustet til å løse oppgavene, samt at man har nødvendig informasjon tilgjengelig når oppgavene skal løses. Gjennom intervjuet med Holt kommer det ikke frem at man har slike tydelige kategorier, noe som kan føre til at møter med mange aktører blir brukt til å løse oppgaver som kanskje bare behøver to av aktørene tilstede. Dette er lite effektivt, og noe som kan fokuseres på uansett om man jobber etter VDC-konseptet eller ikke.

Til/Fra-matrise

En Til/Fra matrise er en matrise som viser kommunikasjonen mellom aktørene i prosjektet. Ganz forteller at dette ofte er en stor utskrift som henges opp i iRoomet til prosjektet. På denne matrisen festes lapper med hva slags informasjon man trenger fra hverandre for å kunne fortsette sitt eget arbeid. Et eksempel på en slik matrise er vist i Figur 12 på side 41, i intervjuet med Ganz. Han trekker frem det visuelle i en slik plakat, som henger på veggen, som svært positivt. Gjennom intervjuer og observasjoner kommer det frem at man bruker slike matriser digitalt i Excel. Torbjørn Rastad forteller at de har samlet en rekke verktøy i et delt dokument hvor alle har tilgang. Dette bidrar til at det er enkelt å legge inn og få tak i informasjonen i matrisen.

Bruken av en slik matrise er med på å gjøre informasjon lettere tilgjengelig for alle aktørene i prosjektet. Det er også en måte å dokumentere kommunikasjonen underveis. Holt blir i sitt intervju direkte utfordret på bruken av en slik matrise. Han svarte at de ofte dokumenterte slike behov for informasjon og kommunikasjon, men at det ofte ble borte blant annen informasjon, for eksempel i et møtereferat. Resultatene viser her et behov for synliggjøring

av informasjonsflyt eller avklaringer. Til/Fra matrise gjør at det er lettere å holde styr på hva aktører krever av hverandre i et prosjekt. Det vil også bidra til å fremme effektivt arbeid når alle lett kan se hva som holder igjen en oppgave eller en aktør. Ved å jobbe med de oppgavene som til en hver tid er viktige for prosjektet som en helhet, bringer det frem tankene fra LEAN-Construction.

Beslutningsliste

Beslutningsliste er et viktig verktøy, ifølge Magne Ganz. Dette er en liste som dokumenterer alle beslutningene som blir tatt i prosjektet. Grunnen til at dette er så viktig kommer av måten man jobber på i VDC-konseptet. Når man jobber på en så fleksibel måte som det ICE-sesjonene er, er det viktig å få dokumentert alle beslutninger som blir tatt underveis i møtene. Oppdelinger til særmøter, individuelt arbeid og varierende deltagelse gjør at det er nærmest umulig å produsere et tradisjonelt møtereferat som dokumenterer beslutninger som blir tatt. Prosjekteringslederne forteller at de bruker en digital beslutningsliste, gjerne i sammenheng med Til/Fra-matrisen.

En beslutningsliste er et resultat av at man med VDC forsøker å få til raske og gode beslutninger som er underbygget av de som har noe med saken å gjøre. Det er derfor viktig å merke seg at intervjuobjektene poengterer at alle som deltar på ICE-sesjoner må være, eller ha med seg, en beslutningstaker. Raske kommunikasjonsveier er en viktig del av denne måten å jobbe på, og derfor er det viktig å kunne ta beslutninger fortløpende og dokumentere de i beslutningslisten. Teorien trekker her frem at man må jobbe med en flat organisasjonsstruktur under prosjekteringslederen, slik at alle aktørene er beslutningstakere på samme nivå.

iRoom

Det viktigste samlingspunktet når man jobber etter VDC-konsepter er iRoomet. Dette er rommet hvor man i fellesskap skal løse de vanskeligste og mest integrerte oppgavene i prosjektet, definert som kategori 3-oppgaver i Tabell 3 på side 39. iRoom står for interaktivt rom, og skal ifølge CIFE inneholde teknologi som skal hjelpe til med å drive samlokalisert samtidig prosjektering, kjent som ICE. Det skal være flere storskjermer, som gjerne er interaktive tavler hvor man kan skrive og tegne på skjermbildet av modellen. I dette rommet

skal man også ha Til/Fra-matrisen, beslutningslisten, fremdriftsplaner og andre lignende verktøy.

Det at de intervjuede prosjekteringslederne har valgt å lage digitale versjoner av en del av disse verktøyene betyr kanskje at et slikt rom kan trenge flere storskjermer slik at de er så synlige som mulig. Det kan også være muligheter for å utvikle programvare som skaper de samme visuelle egenskapene som plakatene på veggen har. Rapportens forfatter ser for seg at det kan være mulig å utvikle et digitalt verktøy som samler verktøyene som nevnes i VDC, og skaper et slags oversiktsbilde over prosjektets status. Ved at mest mulig informasjon blir lagret digitalt, vil mulighetene øke for å kunne utnytte den og skape bedre oversikt og statistikk i prosjektene. Digitalisering av verktøyene kan også bidra til at flere prosjekter kan bruke samme iRoom, da verktøyene lett kan forandres på storskjermene.

Andre verktøy

Det blir også nevnt andre verktøy som A3-metoden og oppstartsamling. A3-metoden er måte å engasjere andre aktører til å bidra for å løse et spesifikt problem. Teorien går ut på at man skriver ned et problem på et A3-ark, og illustrerer det med et bilde. Dette arket henges opp i iRoom slik at alle ser får med seg problemet. På denne måten vil alle kunne bidra til en så god løsning som mulig, selv om deres fagfelt ikke var direkte berørt av problemet.

A3-metoden er et verktøy for å utnytte kompetansen som ligger i prosjekteringsgruppen.

Det er også en måte å knytte mer kontakt på tvers av fagfelt, noe som skaper en team-følelse. Det at aktører føler at de er et team som jobber mot et felles mål er, ifølge Kunz og Fischer (2012), svært viktig for å oppnå et godt resultat.

Oppstartsamling er en metode for å gi prosjektet en god start. På slike oppstartsamlinger deltar alle aktørene og man fokuserer på å bli bedre kjent mens man jobber med prosjektrelaterte oppgaver. Etter samlingen skal prosjekteringsgruppen være godt rustet til å starte med arbeidet. Slike samlinger er også med på å bygge opp under team-følelsen som er nevnt over. Fellesskap og eierskap til prosjektet er noe Torbjørn Rastad trekker frem som en positiv endring med VDC. Han mener også at tilhørighet til fellesskapet og de sosiale aspektene det medfører, bidrar til bedre informasjonsflyt.

Oppsummering

En rekke verktøy blir presentert og observert gjennom resultatene i rapporten. Gjentatte ganger kommer det frem at det å klassifisere prosjektets oppgaver og aktiviteter i forhold til hva som behøves for å løse dem, er et viktig verktøy for å få effektive arbeidssesjoner. Ved å klassifisere oppgavene vil man kun arbeide med oppgaver som krever deltakelse fra mange aktører i iRoom, og man slipper at aktører er med på møter de ikke behøver. iRoom er møterommet som er satt opp for å brukes til ICE-prosjektering, og skal inneholde mange av verktøyene som nevnes. Digitalisering av verktøyene gjør at iRoomet lett kan endres til ulike prosjekter. Andre viktige verktøy som blir diskutert er Til/Fra-matrise som samler og dokumenterer kommunikasjon mellom aktørene i prosjektet, og Beslutningsliste som er en logg for beslutninger som blir tatt av aktører underveis i prosjekteringen.

5.2.6. VDC i store prosjekter

Store prosjekter er i rapporten definert som komplekse prosjekter med behov for aktører fra de aller fleste fagfeltene. Gjennom intervjuene kommer det tydelig frem at alle har stor tro på at metodene i VDC-konseptet vil kunne bidra positivt under prosjektering av store prosjekter. Det å samarbeide godt og effektivt er spesielt viktig når det er mange aktører involvert.

Rastad legger til at selv små forbedringer kan føre til et stort bidrag når prosjekter har store kostnadsrammer og går over lang tid. Det nevnes av flere at verktøyene må tilpasses hvis prosjekteringsgruppen blir veldig stor, og det kan være vanskeligere å samle alle samtidig. Spesielt trekkes bruken av en Til/Fra-matrise frem som et verktøy som kan være veldig effektivt med mange aktører. Kvestad mener at det er viktig å få på plass en mentalitet blant aktørene som gjør at man klarer å tenke på samlokaliseringen som et sted å arbeide, ikke bare et sted for møter og avklaringer.

Holt forteller at de i stor grad samlokaliserer store prosjekter hos de rådgivende ingeniørbedriftene. Dette kan både være for å kunne bidra til kortere responstid på behov for informasjon, eller å skape et fellesskap i prosjektet. Resultatene forteller at de bruker svært få verktøy for å utnytte denne samlokaliseringen best mulig. Her kan verktøyene og metodene fra VDC kunne bidra til å forbedre samhandlingen i prosjektene. Holt fokuserer på at de i stor grad lar prosjekteringslederene lede prosjekter på en måte som spiller på deres

sterke sider. Dette trenger i så måte ikke å være et hinder for å gjennomføre en opplæring i verktøy som kan bedre samarbeid mellom aktører i prosjektene. En slik opplæring vil kunne gi prosjekteringslederne en bredere plattform for å gjennomføre gode prosjekter til økt måloppnåelse.

Det kommer frem av intervjuet med Holt at flere av metodene som nevnes i VDC allerede blir brukt i prosjekteringen i hans firma. Han trekker frem bruken av BIM, og møter for å gjøre opp status i prosjektet som eksempler. Videre påpeker han at man kanskje ikke snakker så mye om disse metodene, da det er ansett som en vanlig del av prosjekteringen. Med en slik oppfatning kan det virke som at det bedriften trenger er å definere sine allerede eksisterende metoder bedre, og snakke om de for å kunne forbedre de eksisterende prosessene. Innføring av spesifikke verktøy for å bedre metodene er også noe rådgivende ingeniørbedrifter vil ha nytte av å se på. I denne sammenheng kan man sammenligne med det Magne Ganz forteller om at NCC tidligere har forsøkt seg på å organisere prosjektering på en måte som kan minne om ICE-sesjoner. Han fortalte at det å gjennomføre de samme prosessene med og uten verktøy fra VDC gav helt forskjellige resultater. Spesielt trekker han frem den kategoriske oppdelingen av oppgaver som definerer hvilke prosesser man skal bruke på hvilke oppgaver.

Effekter av bedre samhandling i prosjekter som følge av ideene bak VDC kan CIFE vise til gjennom resultatene som er presentert av Gregory Luth (2012) i kapittel 3.3. Slike produktivetsforbedringer, som de Luth (2012) presenterer, er særdeles aktuelt i en norsk byggebransje som ifølge Det Kongelige Kommunal- og Regionaldepartement (2012) har hatt en negativ produktivetsutvikling de siste årene. Kunz og Fischer (2012) og Ingvaldsen (2008) peker mot at riktigere og grundigere prosjektering kan gi bedre utgangspunkt for de utførende. Dette vil bidra stort til effektivisering over prosjektets levetid, og gi bransjen bedre produktivitet, på tross av at tid og kostnader i forhold til prosjektering går opp.

Oppsummering

Resultatene viser en bred enighet om at VDC vil kunne bidra positivt for store flerfaglige prosjekter hos rådgivende ingeniørbedrifter. Det nevnes at for store prosjekter vil selv små forbedringer kunne gi store utslag. Til/Fra-matrisen, samt kategoriseringen av oppgaver, blir igjen nevnt som gode verktøy. Holt forteller at de forsøker å samlokalisere de store

prosjektene, men gir ikke inntrykk av å ha konkrete verktøy for å gjøre det samlokaliserte arbeidet mer effektivt. Her kan VDC-verktøy være med å forbedre prosessene.

Samhandlingsmetodene som allerede er i bruk er lite definert og snakket om, i følge Holt. Økt fokus på hele tiden å forbedre prosessene kan være viktig i en bransje som sliter med produktiviteten.

5.2.7. utfordringer knyttet til prosjekteringslederrollen ved bruk av VDC

Resultatene viser at prosjekteringslederne ikke føler at det har vært veldig store forandringer i deres rolle ved gjennomføring av prosjektering etter VDC-konseptet. Det som nevnes som de største utfordringene for prosjekteringslederne, er knyttet til forberedelser og gjennomføring av ICE-sesjonene. Her kreves det mer enn ved tradisjonelle prosjekteringsmøter.

Prosjekteringslederen må planlegge hvilke oppgaver som det er viktig at man får gjennomført og hvilke som kan vente. For å få effektive møter bruker prosjekteringslederne mye tid til forberedelser. Forberedelsene skal helst utføres i god tid før ICE-sesjonene da det er viktig at alle aktørene blir informert om agenda i forkant. Når alle aktørene mottar denne informasjonen har de mulighet til å komme forberedt til oppgavene, noe som kan føre til en bedre gjennomføring. Videre er det store utfordringer knyttet til å lede møtene så effektivt og godt som mulig, slik at man utfører alle oppgavene som er planlagt.

ICE-prosjektering har for de fleste av prosjekteringslederne vært en videreføring av allerede kjente metoder. Forskjellene er i hovedsak at fokuset på møtene nå er rettet mot prosjektering og ikke avklaringer. Det kommer tydelig fram gjennom intervjuene at flere av prosjekteringslederne mener at VDC ikke føles som noe helt nytt, men en utvikling av noe de har holdt på med tidligere. Dette understrekes også av Magne Ganz da han forteller at NCC har forsøkt seg på et ICE lignende konsept tidligere. Erfaringene fra dette forsøket var ikke helt slik man hadde ønsket, i følge Ganz. I ettertid sier han at erfaringene og verktøyene CIFE har bidratt med gjennom VDC har utgjort en viktig forskjell som gir et bedre utgangspunkt for å lykkes med denne typen prosjektering.

Da tankegangen ikke er helt ny og metodene kan virke selvfølgelige for noen, er det viktig å erkjenne hva CIFE virkelig forsøker å gjøre med VDC. Det er nemlig å skape et konsept som samler verktøy og metoder i et system. Slik kan byggebransjen, ut fra dens forutsetninger,

organisere og gjennomføre prosjekter raskere, til en lavere kostnad og til høyere måloppnåelse. Tabell 2 på side 31 lister opp 12 kritiske faktorer for å kunne gjennomføre god ICE-prosjektering. Disse kriteriene kan virke svært banale og selvfølgelig for mange, men gjennom rapportens observasjoner og intervjuer var det tydelig at det ofte er utfordringer knyttet til disse kriteriene. Som eksempler kan man nevne *Medier for kommunikasjon* som tilsier at kommunikasjon mellom aktører og mellom modeller, skal foregå raskt med modne modellerings- og analyseverktøy. Observasjonene avdekket at dette ikke var tilfelle. Flere av aktørene delte ikke modeller jevnlig på grunn av merarbeid for å få det til. Et annet eksempel er *Integrerte konseptuelle modeller* som tilsier at alle modeller skal være delte og følge samme oppbygning slik at alle aktører har samme forståelse. Dette punktet var mer oppfylt, men essensen er at alle modeller skal være tilgjengelige og oppdaterte så ofte som mulig. De kritiske punktene i Tabell 2 på side 31 er noe alle prosjekteringslederne kan fokusere på for å forbedre samhandlingen i et prosjekt, uavhengig og man jobber etter VDC eller ikke.

Oppsummering

Det kommer frem at utfordringer knyttet til prosjekteringslederens rolle ved VDC-prosjektering i stor grad er knyttet til planlegging og gjennomføring av ICE-sesjonene. Hvilke oppgaver som skal løses i sesjonene må planlegges i god tid i forveien slik at alle har mulighet til å forberede seg spesifikt til oppgavene. Det er viktig å kategorisere oppgavene, noe som har blitt en gjenganger i diskusjonen. Styring av gjennomføringen blir også nevnt som en større utfordring enn tidligere da det er krevende å få til prosjektering, og ikke bare avklaringer. Mange av prosjekteringslederne forteller at VDC-metodene føles som videreutvikling av allerede kjente prosesser. Teorien lister opp en rekke kritiske faktorer for gjennomføring av ICE. Observasjoner tydeliggjør at de fleste prosjekteringslederne kan dra nytte av å fokusere på denne listen, enten man jobber etter VDC eller ikke.

6. Konklusjon og videre arbeid

6.1. Konklusjon

Denne rapporten har som formål å undersøke bruken av konseptet Virtual Design and Construction. De fire hovedelementene i VDC; Organisasjon, Prosess, BIM+ og Målinger, samt ulike verktøy er analysert og diskutert. Det er også rettet et fokus på om det er elementer ved VDC som kan forbedre prosjekteringsprosessene hos rådgivende ingeniørbedrifter, og om implementering av VDC-metoder gir nye utfordringer knyttet til prosjekteringslederens rolle.

Organisasjon

Hvordan man organiserer prosjekteringsgruppen er et viktig grunnlag for å oppnå gode samhandlingsprosesser. Rapportens resultater indikerer at samlokalisert samtidig prosjektering, kalt ICE, er en arbeidsmåte som de fleste er positive til. Dette på tross av at man møter utfordringer knyttet til blant annet samhandling mellom aktører og deres modeller utenfor eget kontor. Rådgivende ingeniørbedrifter vil ha gode forutsetninger for å kunne løse disse utfordringene da man ikke jobber utenfor eget kontor i like stor grad.

Prosess

Teorien fremhever viktigheten av å planlegge og visualisere prosessene som skal gjennomføres. Resultatene viser at prosjekteringslederne ikke fokuserer på prosessene i like stor grad som teorien anbefaler. Prosessene blir til en viss grad planlagt, men sjeldent visualisert. Resultatene forteller også at planleggingen av hvilke oppgaver som skal gjennomføres, overskygger planleggingen av oppgavens gjennomføring. Det er derfor et potensiale for økt fokus på prosessene i prosjekteringen.

BIM+

VDC-teorien anbefaler å bruke visuelle modeller i så stor grad som mulig for å oppnå en fullstendig forståelse av prosjektet. Visuelle modeller kan hindre at det oppstår støy i kommunikasjonen mellom aktørene, og dermed hindre feil. En slik bruk av modellene gjør at BIM er både produktet og et samhandlingsverktøy i prosjekteringen. Resultatene indikerer at BIM er noe man i bransjen har erfaring med, men det ligger fortsatt muligheter for å

forbedre samhandlingen mellom fagfeltene. Potensialet virker å være størst i sammenheng med sømløs deling av fagmodeller.

Målinger

Det er lite fokus på målinger ifølge prosjekteringslederne. Det gjennomføres kun noen målinger hos entreprenøren i forhold til oppmøte og forsinkelser på ikke utførte oppgaver. Målinger blir i teorien definert som et av de fire hovedelementene i VDC, og dermed ansett som en svært viktig faktor for å nå prosjektenes mål. Det er tydelig et potensiale for økt satsning på målinger i prosjektene, spesielt hos rådgivende ingeniørbedrifter. Målinger vil bidra til å avdekke elementer i prosjektet som hindrer ønsket fremdrift, samt å føre til mer vilje til å holde satte frister.

Samhandlingsverktøy

En rekke verktøy blir presentert og observert i rapporten. Gjentatte ganger kommer det frem at det å klassifisere prosjektets oppgaver og aktiviteter i forhold til hva som behøves for å løse dem, er et viktig verktøy for å få effektive arbeidssesjoner. Andre verktøy som blir brukt er Til/Fra-matrise som samler og dokumenterer kommunikasjon mellom aktørene i prosjektet, og Beslutningsliste som er en logg for beslutninger som blir tatt av aktører underveis i prosjekteringen. De fleste verktøyene samles i iRoom, et møterom som er satt opp for å brukes til ICE-prosjektering. En digitalisering av verktøyene gjør at iRoomet lettere kan endres til ulike prosjekter.

VDC i store prosjekter

Resultatene viser en bred enighet om at det er flere ting som vil kunne bidra positivt for prosjektering av store flerfaglige prosjekter hos rådgivende ingeniørbedrifter. I intervjuene nevnes det at for store prosjekter vil selv små forbedringer kunne gi store utslag. Til/Fra-matrisen samt kategoriseringen av oppgaver blir igjen nevnt som gode verktøy. Resultatene avdekker at samhandlingsmetodene til den rådgivende ingeniørbedriften er lite definert og snakket om. De samlokaliserer i dag de store prosjektene, men gir ikke inntrykk av å ha konkrete samhandlingsverktøy og strategier for å gjøre arbeidet mer effektivt. Her kan VDC-verktøy være med å forbedre prosessene. Et økt fokus på å forbedre prosessene kan være viktig i en bransje som sliter med produktiviteten.

Utfordringer knyttet til prosjekteringslederrollen ved bruk av VDC

Resultatene i rapporten viser at utfordringer ved prosjekteringslederens rolle, når man prosjekterer etter VDC-konseptet, i stor grad er knyttet til planlegging og gjennomføring av ICE-sesjonene. Intervjuobjektene forteller at ICE-sesjonene må planlegges i god tid i forveien, slik at alle aktørene har mulighet til å forberede seg spesifikt til oppgavene som skal løses. Det er viktig å definere agenda og oppgaver slik at ICE-sesjonene blir brukt på den beste måten for prosjektet. Styring av gjennomføringen i ICE-sesjonene blir også nevnt som en større utfordring ved VDC, enn for tidligere prosjekteringsmøter, da det er krevende å få til prosjektering og ikke bare avklaringer i sesjonene. Teorien lister opp en rekke kritiske faktorer for gjennomføring av ICE vist i Tabell 2 på side 31. Observasjonene viser at de fleste prosjekteringslederne kan dra nytte av å fokusere på denne listen, enten man jobber etter VDC eller ikke.

6.2. Videre arbeid

Ut fra funnene i rapporten er det flere momenter som vil være spennende for videre arbeid og forskning. En videreføring av studiet kan være casestudier som prøver metodene i prosjekter hos en rådgivende ingeniørbedrift. En slik studie vil skape mer kvantitative svar som enten bekrefter eller avkrefter funnene i denne rapporten. Virtual Design and Construction er forholdsvis nytt blant prosjekteringslederne som er intervjuet i denne rapporten, og det vil også være interessant å gjennomføre tilsvarende undersøkelser når det er opparbeidet mer erfaring i bransjen.

7. Litteraturliste

Busby Perkins & Will and Stantec Consulting. (2007). *Roadmap For The Integrated Design Process, Developed for BC Green Building Roundtable.*

Busch, T. (2013). *Akademisk skriving for bachelor- og masterstudenter.* Bergen: Fagbokforl.

Chachere, J. (2009). *Observation, Theory, and Simulation of Integrated Concurrent Engineering: Grounded Theoretical Factors and Risk Analysis Using Formal Models.*

Det Kongelige Kommunal- og Regionaldepartement. (2012). *Gode bygg for eit betre samfunn, Melding 28 til Stortinget, Statistikk hentet fra SSB.*

Europe INNOVA. (2008). *Main experiences and recommendations from STAND-INN under the Europe INNOVA Standards networks initiative.*

Fischer, M. (2011). *Presentation of VDC.* Norsk senter for prosjektledelse.

Ganz, M. & NCC Partnering. (2013). *Personlig kommunikasjon (7.11.2013).*

Grenness, T. (2001). *Innføring i vitenskapsteori og metode.* Oslo: Universitetsforl.

Halvorsen, K. (1987). *Å forske på samfunnet: en innføring i samfunnsvitenskapelig metode.* Oslo: Bedriftsøkonomens forlag.

Houck, L. D. (2013). *Personlig kommunikasjon (11.12.2013).*

Håland, E. L., Thomassen, A., Aukrust, I. & Skirstad, N. P. (2006). *Bygg, anlegg og eiendomsdrift - Tall og metode.*

Ingvaldsen, T. (2008). *Byggskadeomfanget i Norge (2006) : en vurdering basert på et tidligere arbeid og nye data.*

Jacobsen, D. I. (2000). *Hvordan gjennomføre undersøkelser?: innføring i samfunnsvitenskapelig metode.* Kristiansand: Høyskoleforlaget.

Khazode, A., Fischer, M., Reed, D. & Ballard, G. (2006). *A Guide to Applying the Principles of Virtual Design and Construction (VDC) to the Lean Project Delivery Process.*

Kunz, J. & Fischer, M. (2012). *Virtual Design and Construction: Themes, Case Studies and Implementation Suggestions*.

Meland, Ø. H. (2000). *Prosjekteringsledelse i byggeprosessen*.

NCC Partnering. (2013). *NCC Partnering presentasjon for ledergruppen i Statsbygg*.

Paulson, B. (1976). Designing to Reduce Construction Costs. *ASCE Journal of the Construction Division, now called, Journal of Construction Engineering and Management*.

Saunders, M. N. K., Lewis, P. & Thornhill, A. (2009). *Research methods for business students*. Harlow: Pearson.

Thagaard, T. (2009). *Systematikk og innlevelse: en innføring i kvalitativ metode*. Bergen: Fagbokforl.

Westgaard, H., Arge, K. & Moe, K. (2010). *Prosjekteringsplanlegging og prosjekteringsledelse, Rapport til Byggekostnadsprogrammet*.

Internettreferanser

buildingSMART - Norge. (2013). *buildingSMART i praksis*. Tilgjengelig fra:

<http://www.buildingsmart.no/buildingsmart> (lest 03.11.2013).

Luth, G. (2012). *CIFE Presentation Summaries: Engineering News-Record*. Tilgjengelig fra:

http://enr.construction.com/technology/information_technology/2012/0627-CIFE-Presentation-Summaries.asp (lest 25.10.2013).

Multiconsult AS. (2013). *Om Multiconsult*. Tilgjengelig fra:

http://www.multiconsult.no/Om_Multiconsult/ (lest 27.12.2013).

NCC Norge. (2008 - 2013). *Om NCC Norge*. Tilgjengelig fra: <http://www.ncc.no/no/OM-NCC/NCC-i-Norge/> (lest 27.12.2013).

Statsbygg. (2007). *Statsbygg går for BIM*. Tilgjengelig fra:

<http://www.statsbygg.no/Aktuelt/Nyheter/Statsbygg-gar-for-BIM/> (lest 25.10.2013).

8. Vedlegg

8.1.Tabell 1 Engelsk versjon

Tabellen er hentet fra *Virtual Design and Construction: Themes, Case Studies and Implementation Suggestions* av Kunz og Fischer (2012).

Critical Factor	Success Target	Risk factors	ICE solution
Design staff focus	100% available during meetings: Design session participants focus exclusively on project work during design sessions;	Designers have other responsibilities during design sessions	Management support of focus; short meetings make enable managers to free valued staff; Culture and management practice, dedicate all participants during design sessions
Discipline-Specific Modeling. Visualization Tools	Strategic: Balanced so all potentially modeling and analysis tasks are very fast	Manual design activities bottleneck project schedule; One stakeholder fails to understand the model of another	Modeling, visualization, analysis and decision support tools enable all critical path activities
Open (“pooled”) Information Network of designers	Closed: All activities’ requisite knowledge, procedures, options, and authority are immediately available.	Delay to access design interpretation or decision-making	Heavy reliance on collaborative design sessions; designer collocation during sessions; careful pre-planned participant selection; appropriate participant training in modeling, analysis, interpretation of other models and collaboration
Communication Media Richness and Fidelity	Rich: Shared and personal, visual, multi-disciplinary, showing functional requirements, design choices and predicted behaviors	Slow process to describe models, explain rationale, evaluate choices, make predictions, create alternatives	Mature modeling and analysis tools; Personal workstations; shared iRoom displays
Independence of Management Structure	High: do design work with minimal management oversight.	Staff solicits or waits for management decisions	Exclude projects whose uncertainties or complexities require high oversight; staff selection and training to work independently; culture of autonomy; analysis and decisions visible to all
Organizational Hierarchy	Flat: Minimal organizational barriers or management overhead	Decision making slows awaiting exception resolution	One facilitator, no managers; culture of working with minimal management supervision

Goal Congruence	High: Participants aspire to project success; commitment to project success over functional goal optimization	Debates on process; decision flip-flops; large amounts of rework; hidden agendas	Culture; facilitator attention; discuss objectives and design process at session start; persistent shared view of formal objective metrics; culture of congruence; analysis and decisions visible to all
Process Clarify (lack of equivocality)	High: Procedures and objectives are well understood and accepted	6 Extended debates about process or priorities	Pre-plan for process clarity; culture of autonomy; analysis and decisions very visible to all; team experience; excellent process facilitator
Integrated Conceptual Models	Semantically rich: Separate models use consistent naming and level of detail; data stored in only one place but readily available to all relevant models (via data automated sharing) or visible to stakeholders (for shared understanding)	Inflexible, coarse, or confusing	Careful design of the project ontology; simple POP database to define conceptual entity names, references to values stored in databases of specialized applications
Topology of Stakeholder Social Network	Pooled: Actors resolve problems in small self-formed groups	Formal or inflexible coordination requirements;	Collocation; Projection screens; sidebar culture
Topology of Computer Applications	Scale²-free network: most applications access a shared database, which thus has very high network centrality	Inconsistent data definitions or levels of detail, missing data, participants or applications that do not understand or reference the shared project model	Shared database uses a POP format designed and understood by the project team members and, in support of automation, reliably accessible by the most critical design and analysis applications
Design subtask duration	Less than 10 minutes: participants decompose their activities into subtasks of short duration so that they can ask questions that can be answered easily, minimizing the duration of potential rework	Significant effort is required to appropriately decompose the activities of traditional practice, which often have duration of a day or two and little structured subtask decomposition.	Careful activity decomposition into subtasks, training of designers, and design of appropriately supportive software design and analysis applications

8.2.Intervjuguide

8.2.1. Intervjuguide for intervju med prosjekteringsleder i NCC

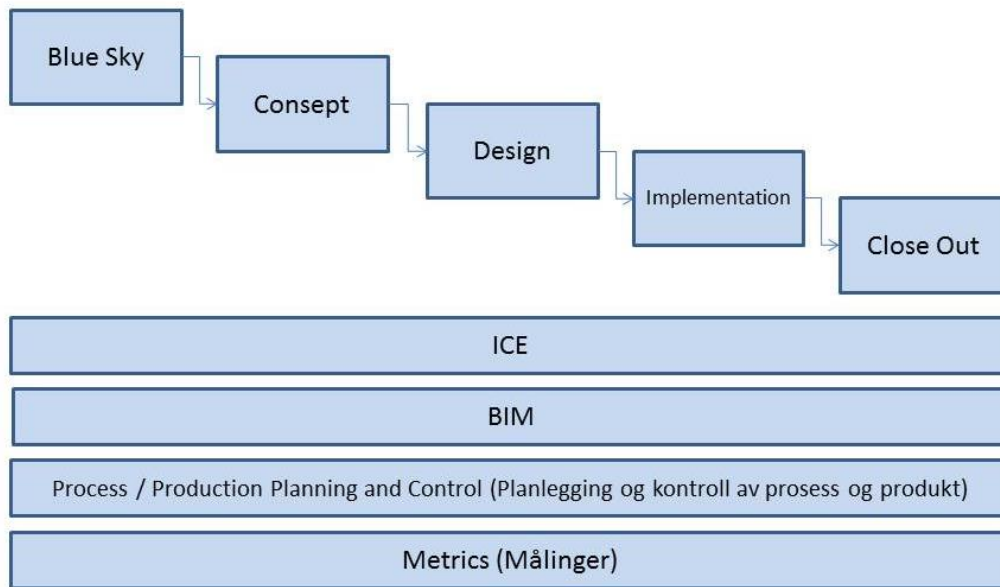
Introduksjon

Mitt navn er Simen Lunder, og jeg går siste semesteret på Industriell Økonomi ved Universitetet for Miljø og Biovitenskap (Norges Miljø og Biovitenskapelige Universitet fra 1.1.2014) på Ås. Jeg skriver en masteroppgave om «Analyse av samhandlingsmetoder i Virtual Design and Construction, og overførbarhet til prosjektering av store flerfaglige prosjekter hos rådgivende ingeniørbedrifter». Denne rapporten skal se på entreprenørens bruk av samhandlingsmetodene i VDC, og om det er noe som kan bidra til en mer effektiv prosjektering i andre deler av bransjen.

Bakgrunnsinformasjon

Flere av de ledene entreprenørbedriftene i Norge har startet et arbeid med VDC til prosjektering av bygg- og anleggsprosjekter. Dette er en metode utviklet av Center for Integrated Facility Engineering ved Stanford University. VDC konseptet omfatter mange ulike metoder og verktøy, hvor hovedideen er å bidra til økt måloppnåelse og effektivitet. Det gjøres ved å gjennomføre prosjektene virtuelt i en tidlig fase for identifisere utfordringer så tidlig som mulig, dette vil føre til mindre ressurskrevende endringer, enn om utfordringen blir oppdaget sent.

VDC bygger opp om fire elementer som går gjennom alle fasene ved et prosjekt, disse er vist under:



Intervjuprosessen

- Presentasjon av masteroppgaven og bakgrunnen for undersøkelsen
- Forespørsel om diktafon
- Det vil bli stilt spørsmål om:
 - NCC sitt arbeid med VDC
 - Prosjekteringslederrollen
 - Bruk av VDC i store prosjekter med mange aktører
- Intervjuet vil vare i 30-60 min
- Det kan bli stilt oppfølgingsspørsmål for å utdype interessante responser.
- Spørsmålene stilles for å få frem respondentens oppfatning av de ulike aspektene ved VDC.

Spørsmål

Del 1. Generelt om VDC-konseptet

1. Hva er din rolle i forhold til VDC-arbeidet, og hvilke oppgaver fører det med?
2. Hvordan har innføringen av VDC gått i ditt prosjekt?
 - a. Positive/negative erfaringer?
 - b. Hva mener du kunne vært gjort bedre?
3. Hvilke VDC-verktøy bruker dere i prosjektet, hva er erfaringene med disse?

4. Hva er det mest nyttige/beste verktøyet som har blitt innført gjennom VDC og hvorfor?
5. Hva er den største positive endringen/de beste elementene med VDC?
6. Hva har vært den største utfordringen med innføring/det største problemet av VDC?
7. Har prosjektering blitt mer effektiv med VDC?
8. Har arbeidet utenom ICE-møtene blitt mer effektive som følge av VDC?

Del 2. VDC i store prosjekter

9. Hva slags type prosjekter passer VDC for?
10. Hva er det største prosjektet dere har gjennomført/gjennomfører?
11. Hvilke tanker gjør du deg vedrørende VDC med mange fag og aktører involvert?
12. Hvordan stiller andre aktører (RI, UE o.l.) seg til bruken av VDC?
 - a. Tar det lang tid før arbeidet er effektivt?
13. Hvilke verktøy tror du kan gi mest effekt i et ICE-møte med mange deltagere?

Del 3. Prosjekteringslederrollen

14. Hva er de største endringer i prosjekteringslederrollen med VDC?
15. Kreves det mye ledelse av prosjekteringslederen for å styre ICE-møtene?
16. Hva er de største utfordringene for prosjekteringsleder i et VDC-prosjekt?
17. Har VDC ført til nye ansvarsområder for prosjekteringslederen, hvilke?
18. Hvordan løses ineffektive ICE-møter?
19. Er byggherrens deltakelse i møtene viktig?
20. Er det noen tekniske utfordringer til ICE-møter?
21. Har CIFE-samarbeidet vært nyttig for ditt prosjekt?
22. Er det eventuelt andre ting du vil si om din rolle og VDC?

8.2.2. Intervjuguide for intervju med prosjekteringsleder i Multiconsult

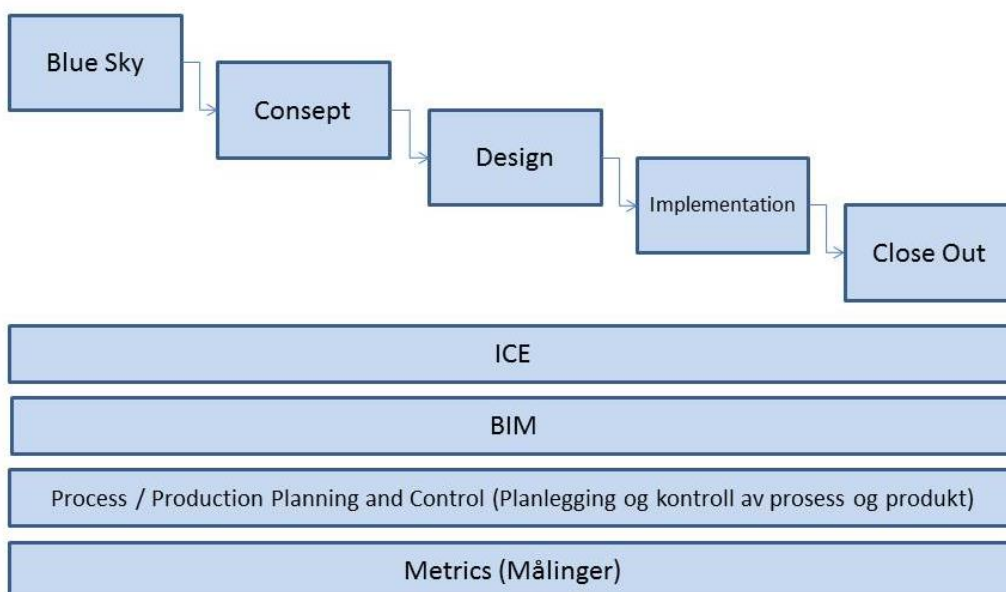
Introduksjon

Mitt navn er Simen Lunder, og jeg går siste semesteret på Industriell Økonomi ved Universitetet for Miljø og Biovitenskap (Norges Miljø og Biovitenskapelige Universitet fra 1.1.2014) på Ås. Jeg skriver en masteroppgave om «Analyse av samhandlingsmetoder i Virtual Design and Construction, og overførbarhet til prosjektering av store flerfaglige prosjekter hos rådgivende ingeniørbedrifter». Denne rapporten skal se på entreprenørens bruk av samhandlingsmetodene i VDC, og om det er noe som kan bidra til en mer effektiv prosjektering i andre deler av bransjen.

Bakgrunnsinformasjon

Fleire av de ledene entreprenørbedriftene i Norge har startet et arbeid med VDC til prosjektering av bygg- og anleggsprosjekter. Dette er en metode utviklet av Center for Integrated Facility Engineering ved Stanford University. VDC konseptet omfatter mange ulike metoder og verktøy, hvor hovedideen er å bidra til økt måloppnåelse og effektivitet. Det gjøres ved å gjennomføre prosjektene virtuelt i en tidlig fase for identifisere utfordringer så tidlig som mulig, dette vil føre til mindre ressurskrevende endringer, enn om utfordringen blir oppdaget sent.

VDC bygger opp om fire elementer som går gjennom alle fasene ved et prosjekt, disse er vist under:



Intervjuprosessen

- Presentasjon av masteroppgaven og bakgrunnen for undersøkelsen
- Forespørsel om diktafon
- Det vil bli stilt spørsmål om:
 - Prosjektering i Multiconsult sitt arbeid med BIM
 - Prosjekteringslederrollen
 - Store prosjekter med mange aktører
- Intervjuet vil vare i 30-60 min
- Det kan bli stilt oppfølgingsspørsmål for å utdype interessante responser.
- Spørsmålene stilles for å få frem respondentens oppfatning av mulig innføring av ulike aspekter ved VDC.

Spørsmål

Del 1. Generelt om prosjektering

23. Samlokaliserer dere prosjektering, evt hvordan gjøres det?
24. Hvordan gjennomføres prosjekteringsmøter?
 - a. Er det de som prosjekterer, eller ledere som i hovedsak deltar på prosjekteringsmøtene?
25. Hva tror du om økt bruk av samlokalisert samtidig prosjektering?
26. Hva tror du om en endring av prosjekteringsmøter til mer felles arbeid enn oppfølging?
27. Hva føler du at er det største hinderet for effektiv
28. Deltar byggherren ofte i prosjekteringsmøter?
29. Hva tror du om økt byggherredeltakelse i prosjekteringsmøter?
30. Er det noen spesielle samhandlingsverktøy som brukes i prosjektering?
31. Hvordan fremstilles prosjekteringsorganisasjon og produktet for de ulike aktørene i prosjektet?
32. Ved samlokalisert prosjektering hva tror du om bruk av en Til/Fra matrise for kommunikasjon mellom fagene?
33. Hva er de største utfordringene du opplever med tanke på samarbeid?
34. Tror du tidligere involvering av entreprenør kan føre til mer effektiv prosjektering?
35. Måler dere prestasjoner/effektivitet?

Del 2. BIM i store prosjekter

1. Hvordan brukes BIM i deres prosjekter i dag?
2. Hvordan gjennomføres kollisjonskontroller i modellene?
3. Har alle fagene tilgang til hverandres modeller?
4. Brukes BIM aktivt i møter og diskusjoner?
5. Hvordan bruker prosjekteringslederne BIM?
6. Hva tror du om små flerfaglige team som jobber 100 % på et prosjekt?