

Integrert samtidig prosjektering i geografisk distribuerte prosjekter

Jørgen Espnes

NTNUs Entreprenørskole

Innlevert: juli 2016

Hovedveileder: Roger Klev, IØT

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for industriell økonomi og teknologiledelse

I. Forord

Denne oppgaven er skrevet av Jørgen Gravseth Espnes, og er avslutningen på mastergraden på Entreprenørskolen ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. Rapporten er et resultat av 30 studiepoeng ved emnet TIØ4945 Innovasjon og entreprenørskap.

Jeg ønsker med masteroppgaven å øke min kompetanse i prosjekteringsarbeid i byggebransjen. Samtidig ønsker jeg at oppgaven skal være et nyttig bidrag til å bedre kunne forstå hvordan geografisk distribuert prosjektering kan gjennomføres på en best mulig måte. Ved å analysere Virtual Design and Construction (VDC) generelt, og Integrated Concurrent Engineering (ICE) spesielt, opp mot distribuert prosjektering har jeg fått innblikk i ulike metoder for å gjennomføre prosjekteringsprosesser på. Noe som har vært meget lærerikt. Og gikk meg innblikk i potensielle fallgruver, utfordringer, og muligheter når disse konseptene settes sammen.

Jeg ønsker å takke alle som har bidratt under arbeidet av rapporten. En stor takk rettes til Multiconsult og oppdragslederne Morten Abrahamsen, Ottar Gundersen, Bjørn Clausen og Herman Bjørn Smith for å ha stilt opp intervjuer og svært imøtekommende å ha delt sine erfaringer og fortalt om prosjektene. Fra Multiconsult ønsker jeg spesielt å takke Morten Lund Hoffmann for mange gode innspill som har bidratt til økt forståelse for problemstillingen og verdifulle tips til arbeidet med rapporten. Til slutt vil jeg takke min veileder ved NTNU, Roger Klev, for viktig og god støtte underveis i arbeidet.

Jørgen Gravseth Espnes

Trondheim 27.07.2016

II. Problemstilling

Denne oppgaven analyserer prosjekteringsprosesser gjennomført med geografisk- spredte prosjektteam. Den ser spesielt på bruk av Virtual Design and Construction (VDC) i geografisk distribuerte prosjekter, Oppgaven undersøker hvordan geografisk spredning påvirker VDC-metodikken, og hvilke lærdommer det er mulig å ta ut av gjennomførte prosjekter. 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:

- Hvordan påvirkes prosjekteringsprosesser av geografisk spredning av prosjektdeltakerne?
- Hva skal til for å få nytte av ICE-metodikken i geografisk spredte prosjektteam?

III. Sammendrag

Norsk byggenæring har hatt en negativ utvikling i produktiviteten de siste årene. For å forbedre dette er det flere ting som prøves. Flere selskaper har begynt å ta i bruk nye operasjonsformer som Virtual Design and Construction (VDC), for prosjekteringsprosessen betyr det at prosjekteringene gjennomføres i Integrated Concurrent Engineering (ICE) sesjoner. I tillegg har flere rådgivende ingeniører gått til anskaffelse av datterselskaper i lavkostland, for å kunne kutte kostnader til prosjektering. Noe som også fører til at flere prosjekter i fremtiden vil foregå på splittede lokasjoner.

Denne oppgaven er en kvalitativ dybdestudie med formål om avdekke aspekter ved geografisk distribuerte prosjekter som har stor betydning for gjennomføringen, hvordan disse kan håndteres, og om geografisk distribusjon er forenelig med ICE. Datagrunnlaget i rapporten kommer av intervjuer av oppdragsledere for prosjekteringsprosjekter som har benyttet seg av ICE, eller ICE-lignende prosesser i prosjekter som er gjennomført på flere geografisk spredte lokasjoner.

Det finnes ingen entydig definisjon om hva som utgjør et distribuert prosjekt, men det er tydelig at det er flere forskjellige dimensjoner ved de som skiller seg fra samlokaliserte prosjekter, og påvirker gjennomføringen i forskjellig grad. VDC er et rammeverk for byggeprosesser, og ICE er en del av det rammeverket som omhandler prosjekteringsprosessen. ICE går ut på at økt samlokalisering og bruk av teknologi i prosjektering, gir en raskere prosess og bedre resultater.

Resultatene tilsier at noen av de større utfordringene ved gjennomføring av geografisk distribuerte prosjekter er at det blir færre samtaler og mindre ideutveksling mellom de prosjekterende, noe som er avgjørende for god kreativ problemløsning. Dette skjer fordi det også oppleves å være en mental avstand som gjør det vanskeligere å starte disse samtalene. Derfor er den viktigste faktoren for suksess ved distribuerte prosjekter god kommunikasjon mellom de forskjellige lokasjonene. Dagens teknologi virker å være i stand til å tilby kommunikasjonsløsninger som er gode nok, men det viser seg å være en utfordring å implementere de riktig i et prosjekt.

Resultatene gir uttrykk for at ICE i praksis gjennomføres litt annerledes enn slik den er beskrevet i teorien. Dette kommer av flere grunner som at VDC er et relativt nytt konsept som er i ferd med å bli implementert, at det allerede før implementering var vanlig med samlokalisert prosjektering, og at ICE tilpasses de erfaringer som eksisterer i hver enkelt

selskap. Dette betyr at gjennomføring av ICE i geografisk distribuerte prosjekter avhenger av hvilket nivå av ICE det er ønskelig å ligge på. En helt teoretisk ICE er ikke mulig i distribuerte prosjekter, men slik ICE gjennomføres i praksis viker det fullt mulig. For gjennomføring av ICE i distribuert prosjektering er det viktig med godt implementert bruk av modell, og gode kommunikasjonsverktøy og rutiner.

IV. Abstract

The Norwegian Architect, Engineering and Construction industry (AEC-industry) has had a negative trend in productivity in recent years. To improve on this, several solutions are tested. Several companies have begun to adopt new operational concepts, such as Virtual Design and Construction (VDC). A part of VDC is that the design and engineering process is carried in what is known as Integrated Concurrent Engineering (ICE) sessions. In addition, there seem to be a movement in which consultant engineers buy subsidiaries in low-cost countries in order to cut engineering costs. This leads to more projects being conducted geographically distributed in the future.

This thesis is a qualitative in-depth study with the aim of uncovering aspects of great importance for implementation when undertaking geographically distributed projects, how these aspects can be managed, and whether or not geographically distributed projects is consistent with ICE. The data in the report comes from interviews of project leaders for engineering projects that have made use of ICE or similar processes in geographically distributed engineering.

There is no clear definition of what constitutes a distributed project, but it is clear that there are several different dimensions in a distributed project that differs it from co-located projects, and affect to different degrees affect the execution of the project. VDC is a framework for building processes, and ICE is a part of that framework that deals with the design process. ICE dictates that increased co-location and use of technology in design, providing a faster process and better results.

The results of this thesis indicate that some of the bigger challenges in the implementation of geographically distributed projects is that there are less contact and exchange of ideas between those involved, which is essential for good, creative problem solving. A reason for this is that there exists a perceived mental distance, that makes it harder to start communication. Therefore, the most important factor for success in distributed projects is good communication between the different locations. The technology available today seems to be able to offer communication solutions that are good enough to achieve the desired level of communication; however, it seems to be a challenge to implement the technology in a right way in projects.

The results further indicate that in practice the implementation of ICE slightly differentiate from the described theory. This is due to several reasons; VDC is a relatively new concept that is about to be implemented, before implementation of ICE it was common with co-

located design and these practices still endure, and that ICE is adapted to the experiences that exist in each company. This means that implementation of ICE in geographically distributed projects depends on whether one looks on ICE as conducted in practice in the Norwegian AEC-industry, or ICE as described in the theory. An entirely theoretical ICE is not possible in geographically distributed projects. However, ICE, as conducted in practice, is completely possible in geographically distributed projects. For the implementation of ICE in distributed engineering is important to have good communication tools and practices. As well as a well-implemented use of the model.

V. Figurer

Figur 1 Produktivitetsutvikling i Norge fra 2000 til 2011 (Det Kongelige Kommunal- og Regionaldepartement, 2012)	12
Figur 2 Forskningsløken - Ulike nivå for valg av forskningsmetode (Saunders et al. 2009) ..	19
Figur 3 Kvalitativ og kvantitativ metode som ytterpunkter på en skala (Jacobsen 2000)	22
Figur 4 Oversikt over prosessene i et tradisjonelt byggeprosjekt	32
Figur 5 Kostnad/påvirknings kurven (Paulson, 1976)	38
Figur 6 Oversikt over de tre delene av VDC (Fisher, 2011)	38
Figur 7: Informasjonskanaler uten, og med bruk av BIM (Europe INNOVA 2008).....	40
Figur 8 Grader av parallellitet (Chachere, 2009)	45
Figur 9 Oversikt over NASA Mission Design Laboratory (Avnet et Weigel, 2010).....	46
Figur 10 Matrise: Synkronitet mot avstand.....	71
Figur 11 Tenkt sammenheng mellom effektivitet og distribusjon	74

VI. Tabeller

Tabell 1 ICEs håndtering av kritiske konstruksjonsfaktorer	43
Tabell 2 Fordeler ved VDC	48
Tabell 3 Oversikt over plassering av prosjekterende E6 Frya - Vinstra	62
Tabell 4 Hhovedelementer fra intervjuene	70

VII. Forkortelser

BIM – Byggningsinformasjonsmodell / Building Information Modell

VDC – Virtual Design and Construction

ICE – Integrated Concurrent Engineering

CIFE – Center for Integrated Facility Engineering

DAK – Dataassistert konstruksjon

POP – Produkt, Organisasjon og Prosess

VDT – Virtuelt Design Team (VDT)

JPL – Jet Propulsion Laboratory

iRoom – Interactive Rooms

VIII. Innholdsfortegnelse

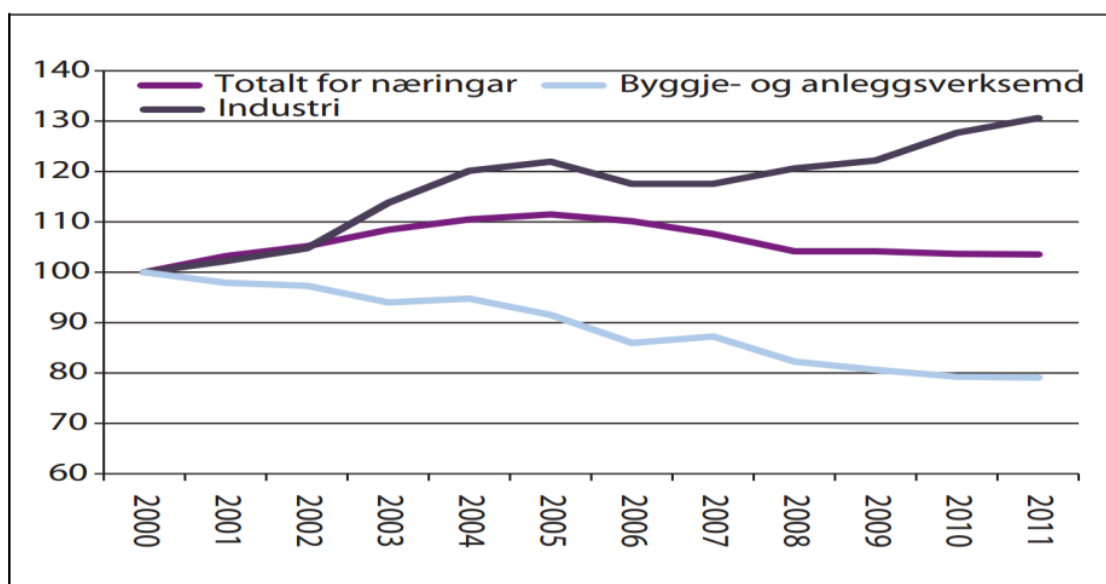
I.	Forord.....	1
II.	Problemstilling.....	2
III.	Sammendrag.....	3
IV.	Abstract.....	5
V.	Figurer.....	7
VI.	Tabeller.....	8
VII.	Forkortelser.....	9
VIII.	Innholdsfortegnelse.....	10
1.	Innledning.....	12
1.1	Bakgrunn.....	12
1.2	Formål.....	15
1.3	Oppgavens omfang og begrensninger.....	16
1.4	Oppgavens oppbygning.....	18
2.	Metode.....	19
2.1.	Vitenskapsteori og Forskningsdesign.....	19
2.1.1.	Forskningstilnærming.....	20
2.1.2.	Tidsfaktoren.....	21
2.1.3.	Forskningsmetode.....	21
2.2.	Datainnsamling.....	22
2.2.1.	Litteraturstudie.....	23
2.2.2.	Intervju.....	24
2.2.3.	Dokumentasjon og gjennomføring.....	26
2.2.4.	Feilkilder.....	27
2.3	Metodekvalitet.....	28
2.3.1	Reliabilitet.....	29
2.3.2	Validitet.....	29
2.4	Dataanalyse.....	31
3.	Teori.....	32
3.1	Den konvensjonelle prosjekterings prosessen.....	32
3.2	Geografisk distribuerte prosjekter.....	33
3.2.1	Dimensjoner ved distribuerte team.....	34
3.3	Virtual Design and Construction.....	36
3.3.1	BIM +.....	39
3.3.2	Prosessplanlegging.....	40

3.4 Integrert Concurrent Engineering.....	41
3.4.1 Ventetid i ICE.....	45
3.4.2 iRoom.....	46
3.4.3 Gjennomføring av ICE i geografisk distribuerte team	47
3.5 Effekter av VDC.....	48
3.6 Oppsummering av teori.....	50
4. Resultater.....	51
4.1 E18 Tvedestrand – Arendal.....	51
4.2 Riksvei 110, Østfold.....	57
4.3 E6 Frya-Vinstra	61
4.4 SMISTO	65
5. Diskusjon.....	69
5.1 Sammenligning av organisasjon og prosjektomfang av casene	69
5.2 Gjennomføring av geografisk distribusjon i prosjektene	71
5.2.1 Geografisk distribusjon som funksjon av synkronitet og avstand.....	71
5.2.2 Effektivitet mot samlokalisering	73
5.2.3 Gjennomgang av prosjektene	74
5.2.4 Oppsummering	77
5.3 Gjennomføring av VDC og ICE.....	78
5.3.1 BIM +	78
5.3.2 Gjennomføring av ICE.....	79
5.3.3 Mulige endringer i gjennomføringen	82
5.4 Oppsummering	83
6. Konklusjon og videre arbeid	84
6.1 Konklusjon	84
6.2 Videre arbeid	85
7. Referanseliste	86
Internettreferanser	88
8. Vedlegg	89
8.1. Tabell 1 Engelsk versjon	89
8.2. Intervjuguide.....	91

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

Det er i dag en bekymring i byggeindustrien at den ikke har utviklet seg i samme takt som andre næringer med tanke på resultater og effektivitet, og at det finnes et stort potensial for å øke produktiviteten og øke verdien av byggeprosjekter (Meland, 2000; Knotten et al, 2015). Faktisk viser statistikk at produktiviteten i norsk byggebransje hadde en negativ utvikling mellom 2000 og 2011 (Det Kongelige Kommunal- og Regionaldepartement, 2012).



Figur 1 Produktivitetsutvikling i Norge fra 2000 til 2011 (Det Kongelige Kommunal- og Regionaldepartement, 2012)

Noe som har vist seg å være en særlig årsak til dokumenterbare mangler og endringer, er den dårlige forvaltningen av tidlige designfaser. Videre har disse problemene blitt påvist å påvirke byggeprosjekter som helhet negativt, i form av økte kostnader eller redusert produktivitet (Knotten et al. 2015). Selv om prosjekteringsprosessen utgjør en liten del av et byggeprosjekts livsløpskostnader, har den en uforholdsmessig stor påvirkning på et prosjekts verdiskapning. Vellykkede byggeprosjekter er først og fremst preget av effektiv prosjektering, og derfor blir prosjekteringsprosessen i stadig større grad anerkjent for sin innvirkning på byggeprosessen (Knotten et al. 2015).

I de senere årene har byggenæringen gjennomgått et paradigmeskift, med økt fokus på utvikling av informasjonsteknologiverktøy (Eastman et.al, 2008). Disse har gått fra enkle

tegneprogrammer til kraftige programmer som gjør det mulig med modellering av bygg og anlegg. Nåværende modeller kan inneholde enorme mengder informasjon og brukes til å koordinere alle disipliner i prosjektene. Building Information Modell (BIM) er en slik teknologi som er i ferd med å revolusjonere bransjen. Til tross for den positive mottakelsen, er det funnet at BIM ikke kan erstatte god prosjektledelse, et godt designteam eller en god arbeidskultur (Eastman et.al, 2008). Det er derfor viktig med prosesser som kombinerer og integrerer teknologiske verktøy med passende arbeidsformer for å oppnå bedring i byggeprosjekter.

I Kjølvannet av disse mer avanserte programmene har det også kommet en rekke nye konsepter innen prosjektstyring og ledelse innenfor byggenæringen, som alle mer eller mindre prøver å beskrive mye av det samme. Det som beskrives er en økt definering av arbeidsoppgaver, større fokus på arbeidsformer og bruk av teknologi til å forbedre prosjekteringsprosessen, byggeprosessen og samhandlingen mellom de. Virtual Design and Construction (VDC) er et eksempel på en slikt konsept. VDC er et rammeverk og et verktøy som samler mange prinsipper til en enhetlig konsept, og blir stadig mer brukt i byggeprosjekter. Et av aspektene ved VDC kalles Integrated Concurrent Engineering (ICE) og er en betegnelse på en spesiell type arbeidsform som skal bidra til at prosjektering gjennomføres så effektivt og godt som mulig. Et sentralt aspekt ved ICE er samlokalisering av prosjekteringsteamet (Kunz et Fischer, 2012), helst i tilpassede samhandlingsrom. Et annet sentralt aspekt med ICE er mest mulig grad av samtidighet i produksjons- og beslutningsprosessen, det vil si at ulike problemstillinger (både faglige og tverrfaglige) løses fortløpende med et minimum av ventetid.

I Multiconsult er det registrert at flere rådgivende ingeniører forøker å kutte kostnadene knyttet til prosjektering ved å benytte seg av aktører i lavkostland. For Multiconsult sin del er dette gjort gjennom opprettelsen av datterselskapet Multiconsult Polska i Polen. Samtidig er det en erfaring at ikke alle kontorer nødvendigvis har tilstrekkelig mengder av alle ressursene som trengs for å kunne gjennomføre prosjekteringsoppdragene sine, og at dette løses ved at kontorer som ligger forskjellige steder i landet samarbeider i oppdragene. Begge disse trendene har ført til at flere prosjekter gjennomføres i geografisk distribuerte prosjekter, det vil si at de som jobber med prosjektet ikke samlokaliseres for prosjektgjennomføringen. Dette skjer samtidig med at kunnskap om betydningen av samlokalisering i ICE økes, og medfører at denne økningen av geografisk distribuerte prosjekter kan synes problematisk opp mot introduksjonen av VDC og lignende konsepter i byggenæringen. Det er derfor stor interesse i

byggenæringen for å finne ut hvordan dette kan gjøres på best mulig måte. Samtidig som betydningen av samlokalisering i ICE gjør at denne økningen av geografisk distribuerte prosjekter synes problematisk opp mot introduksjonen av VDC og lignende konsepter i byggenæringen.

1.2 Formål

Rapportens formål er todelt. Den skal undersøke og evaluere de arbeidsprosessene som pågår i distribuerte prosjektteam i prosjekteringsoppdrag, og gi svar på om det er noen unike elementer ved geografisk distribuerte prosjekter som påvirker gjennomføringen av oppdragene og resultatene som oppnås. Den skal også finne ut om det er mulig geografisk distribuerte prosjekter å gjennomføre ICE, og gi svar på om det er noen elementer som er spesielt viktige for å lykkes med ICE i de.

Rapporten vil behandle følgende forskningsspørsmål:

- Hvordan påvirkes prosjekteringsprosesser av geografisk spredning av prosjektdeltakerne?

Formålet med forskningsspørsmålet er å avdekke de aspektene som gjør at geografisk distribuerte prosjekter skiller seg fra samlokaliserte prosjekter, for så å kunne analysere disse og finne ut hvordan de håndteres på best mulig måte, for på det grunnlag kunne foreslå en best mulig praksis for geografisk distribuerte prosjekter.

- Hva skal til for å få nytte av ICE-metodikken i geografisk spredte prosjektteam?

Formålet med dette forskningsspørsmålet er å finne ut hvordan en kan bruke ICE i geografisk distribuerte prosjekter på en slik måte at en oppnår de gevinstene som er forbundet med ICE. Og i så fall hvilke elementer som må være tilstede for å få det til.

1.3 Oppgavens omfang og begrensninger

Masteroppgaven er avslutningen for sivilingeniørutdanningen ved Entreprenørskolen ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) og utgjør 30 studiepoeng. Den er resultatet av 22 uker med selvstendig arbeid. En avsluttende studentoppgave av denne typen er avgrenset i både tid og omfang, og har derfor noen begrensninger. Videre så tar denne oppgaven for seg to hovedbegreper, som er relativt nye som teoretiske konstruksjoner, og således krever tydelig avgrensning.

Gjennomføring av distribuerte prosjekter på et tidlig teoretisk stadium og er fragmentert i en rekke akademiske og faglige disipliner. Følgelig er geografisk distribuert prosjektering et mindre utforsket felt enn det igjen. En konsekvens av dette er at en del terminologi er litt flytende, og at når distribuerte prosjektteam beskrives ses det gjerne på flere andre faktorer som gjør at de fremstår som mindre samlet. Det fremstår allikevel som at det er en del fellestrekk hva gjelder prosjekter gjennomført med distribuerte prosjektteam, hvilke utfordringer de møter, og hvilke dimensjoner som påvirker de som ikke finnes for samlokaliserte team. Hvilke utfordringer og dimensjoner det er snakk om varierer litt i teorien, men har noen fellestrekk. I denne oppgaven er det ikke tid til å se på alle slike dimensjoner, og den begrenses derfor til dimensjoner som anses som relevante, i form av at de effektivt kan gjøres noe med, ikke allerede er definert av ICE og/ eller er spesielt relevante for geografisk distribuerte prosjekter. Dette gjør at aspekter som kulturforskjeller, hvilket type prosjekt det er, uenigheter blant stakeholdere osv. ikke vil bli utforsket.

VDC er i denne oppgaven introdusert som et teoretisk konsept for gjennomføring av prosjektering og produksjon i byggeprosjekter. Helheten ved VDC er interessant, men denne oppgaven tar bare for seg prosjekteringsprosessen. Dette da det er den delen av VDC som innebefatter seg med ICE, og som er et interessant perspektiv opp mot geografisk distribuerte prosjekter.

Oppgaven er gjennomført i samarbeid med Multiconsult, en av Norges største rådgivende ingeniørbedrifter. Og tar utgangspunkt i eksisterende teori om VDC og distribuerte prosjekter, og geografisk distribuerte prosjekter er relativt nye konsepter innen prosjektering i norsk byggenæring, som hver for seg er utført i begrenset skala, og samlet i en enda mindre en, er studien gjennomført som en dybdestudie av fire prosjekter i Multiconsult.

Datainnsamlingen har blitt gjort gjennom intervjuer av oppdragslederne for de aktuelle prosjektene, samt en observasjon av en modellgjennomgang der deler av prosjekteringsteamet ikke var samlokalisert, men deltok gjennom bruk av digitale hjelpemidler. For tre av prosjektene, som er gjort for vegvesenet, eksisterer det også standardiserte vurderinger av prosjektet for forskjellige stadier av dette. Disse er dessverre ikke tilgjengelig til bruk i en offentlig tilgjengelig masteroppgave, da det er ønskelig å holde de interne til prosjektene.

Da datainnsamlingene er fokusert på geografisk distribuerte prosjekter finnes det ikke sammenlikningsgrunnlag i denne oppgaven til samlokaliserte prosjekter. Derfor blir casene vurdert opp mot et teoretisk rammeverk, der det er mulig å se for seg et tenkt idealcase som beskrevet i litteraturen.

Denne oppgaven har et begrenset omfang, spesielt med hensyn til antall intervjuer og observasjoner. Resultatene fremkommer som følge av en grundig kvalitativ studie og en gjennomgang av de forskningsmetoder som er brukt i oppgavens utforming finnes under kapittel 2.

1.4 Oppgavens oppbygning

I starten av oppgaven kommer innledningen, her presenteres bakgrunn og motivasjon for å fremstille rapporten. Det redegjøres for oppgavens formål, problemstilling og forskningsspørsmål, samt omfang og begrensinger. Etter dette vil de metodene som er benyttet for å samle inn rapportens empiri presenteres i metodekapittelet. Der presenteres videre hvordan eksisterende litteratur er identifisert og valgt ut, og resultatenes troverdighet blir diskutert.

Grunnlaget for de analysene som er gjort i oppgaven vil bli presentert i to separate kapitler. Først blir den teorien som danner grunnlaget for analysene av problemstillingen presentert i et teorikapittel. Så vil de resultatene som utgjør empirien som blir brukt presentert.

Til slutt i oppgaven vil problemstillingen drøftes med bakgrunn i empirien og tilgjengelig teori. Dette gjøres i diskusjonskapitlet gjennom at teorien blir brukt til å belyse de empiriske funnene, slik at disse kan settes i en større sammenheng, og brukes til å skape en forståelse for hvilke implikasjoner de har for problemstillingen. Etter problemstillingene er gjennomgått vill konklusjonene og forslag til videre arbeid blir presentert i et eget kapittel.

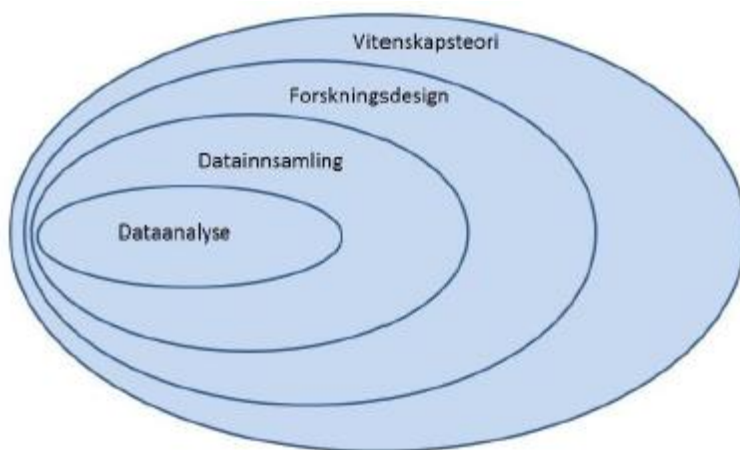
Avslutningsvis vil aktuelle referanser og vedlegg bli presentert

2. Metode

Dette kapitlet tar for seg valg og bruk av vitenskapelig metode. Først blir forskningsdesign og metode kort beskrevet og valgene begrunnet. Så blir det beskrevet hvordan data blir samlet inn, og mulige feilkilder blir identifisert og deres påvirkning på resultatenes troverdighet blir diskutert. Til slutt blir analysen av resultatene beskrevet

For å kunne definere den valgte vitenskapelige metode er det nødvendig å foreta en rekke valg angående vitenskapsteoretisk utgangspunkt, forskningsdesign, metoder for datainnsamling og metode for analyse av innhentet empiri (Busch, 2013).

Saunders et al. (2009) beskriver hvordan valgene henger sammen og bygger på hverandre, og han illustrerer dette med å sette sammen de forskjellige nivåene for valg i noe han kaller en forskningsløk, som vist i Figur 2. Når valgene for oppgaven skal tas, må en jobbe seg innover i løken. Først må en ta stilling et overordnet valg i forhold 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

Det første som må defineres i et vitenskapsteoretisk design, er hvilket utgangspunkt som finnes for forskningen. For denne oppgavens perspektiv innebærer dette å definere oppgavens ståsted. Denne oppgaven søker å gjennom teori og intervjuer for å besvare og oppfylle de formål som presentert avsnitt 1.2.

Thagaard (2010) forteller at forskningsdesign skal inneholde, en beskrivelse av undersøkelsens formål, hvem som er aktuelle informanter, hvordan undersøkelsen skal utføres og hvor den skal utføres.

Grenness (2001) skiller mellom tre hovedtyper av forskningsdesign, eksplorativt, deskriptivt og kausalt. Der eksplorativt design er undersøkelser uten noen klar hypotese om utfallet, da forskeren besitter lite forkunnskaper om temaet. Deskriptivt design er undersøkelser som søker å beskrive sammenhenger mellom ulike variabler. Og kausalt design er undersøkelser som søker å måle effekter av ulike stimuli.

VDC og ICE er relativt nye konsepter, som er begrenset utprøvd i Norge, og det er nesten ikke sett på hvordan disse konseptene fungerer i geografisk distribuerte prosjekter. Det anses derfor at både bransje og forsker har begrenset kunnskap om temaene. Da problemstillingen heller ikke stiller noen klar hypotese, men legger opp til å undersøke og analysere praksisen opp mot teorien, virker det som hensiktsmessig å benytte et eksplorativt forskningsdesign i denne oppgaven. Grennes (2001) beskriver også hvordan eksplorerende design tillater at forskningsspørsmålene utvikles etter hvert som kunnskap tilegnes. Og eksplorativt forskningsdesign kan bli sammenlignet med en oppdagelsesreise inn i ukjent terreng (Saunders et al. 2009). Noe som anses som en klar fordel, den begrensede forkunnskapen tatt i betraktning.

2.1.1. Forskningstilnærming

Videre må det defineres hvilken tilnærming som skal brukes til problemstillingen, om rapporten er deduktiv eller induktiv.

Deduktiv forskning tester teori i forhold til data, og søker på denne måten å videreutvikle teorien (Thagaard, 2010). Dette gjøres gjennom at elementer fra teorien testes i praksis for å undersøke om teorien kan verifiseres. Et argument mot denne tilnærmingen er at forskeren kan lete etter ønsket informasjon som støtter opp under forventningene, slik at tilnærmingen ikke blir tilstrekkelig nyansert (Jacobsen 2000).

Ved induktiv forskning utvikles teori fra et datagrunnlag, og er således motsetningen til deduktiv forskning (Jacobsen 2000). Induktiv forskning søker å utvikle ny teori gjennom å utvikle teoretiske perspektiver på bakgrunn av akkumulasjon av empiriske undersøkelser.

Trender og sammenhenger fremheves ved å supplere eksisterende data med nye undersøkelser (Thagaard, 2010).

Denne oppgaven vil bruke elementer fra begge forskningstilnærmingene, da problemstillingen ikke kan knyttes til en spesifikk tilnærming. Da deduktiv og induktiv tilnærming ikke er gjensidig utelukkende, anses det at en bevisst bruk av elementer fra begge tilnærminger vil gi en bredere plattform for oppgaven. Kunnskap om samhandlingsmetodene i VDC vil fremkomme induktiv gjennom intervjuene da forskeren henter empiri fra virkeligheten. Deduktiv tilnærming vil bli brukt gjennom å hente elementer fra teorien, for å teste disse problemstillingene gjennom deler av intervjuene med oppdragslederne.

2.1.2. Tidsfaktoren

Tidsperspektivet for en undersøkelsen har noe å si for hvordan forskningen kan gjennomføres, og det skilles mellom statiske og dynamiske studier. Statiske studier er undersøkelser som er gjort på samme tidspunkt, mens dynamiske undersøkelser er oppfølgingsundersøkelser over en lengre periode (Halvorsen 1987). I denne oppgaven gjøres undersøkelsene hos ulike aktører til tilnærmet samme tid, det er derfor naturlig å karakterisere denne oppgaven som statistisk.

Halvorsen (1987) beskriver statiske undersøkelser som egnet til å beskrive et fenomen, eller å generalisere ved å sammenligne et fenomen hos to grupper, noe som i stor grad er formålet med denne oppgavens undersøkelser.

2.1.3. Forskningsmetode

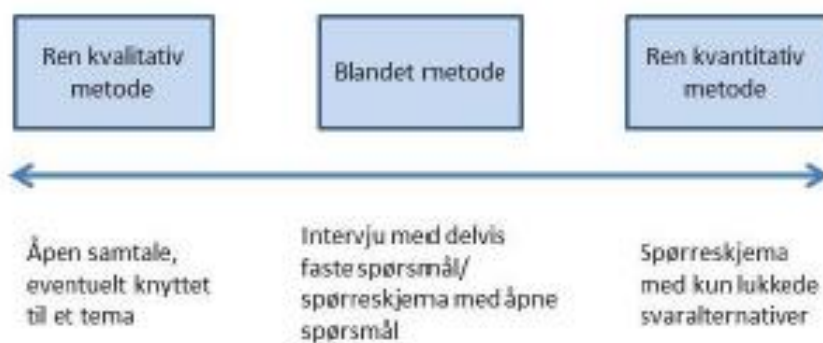
En forskningsmetode er de metoder og den framgangsmåte som brukes for å tilnærme seg et nytt tema. Og det skilles hovedsakelig mellom kvalitative og kvantitative forskningsmetoder (Thisted, 2011).

Den kvalitative metoden har et fortolkende perspektiv på de forholdene som eksisterer i det som undersøkes, gjennom å belyse meninger og erfaringer som ikke lar seg tallfeste eller måle. De data som skapes av en kvalitativ undersøkelse vil være i form av uttrykk og handlinger, for eksempel gjennom uttalelser fra et intervjuobjekt eller en fortolket analyse av materialet. Målet ved kvalitativ undersøkelse er å skape forståelse innen et område som ideelt sett kan danne et grunnlag for handling (Thisted, 2011). Kvalitative data kan si noe om egenskapene til undersøkelsesenheten (Halvorsen 1987).

Kvantitativ forskningsmetode bygger på de naturvitenskapelige ideal og fokuserer målbare enheter og egenskaper. Det betyr at de data om kommer av en kvantitativ undersøkelse vil være i form av tall og eller mengder. Og målet ved en kvantitativ undersøkelse er beskrivelse av relasjonene mellom ulike fenomener (Thisted, 2011).

I en eksplorativ undersøkelse er det vanlig å benytte seg av en kvalitativ metode, da kvalitative metoder tilstreber å gå i materialets dybde og vektlegge dets betydning (Thagaard, 2010). I motsetning tilstreber kvantitative metoder at materialets bredde og antall målinger er størst mulig.

I figur 3 illustrerer Jacobsen (2000) 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)

I denne undersøkelsen er metodene som blir brukt intervjuer og litteratursøk. Intervjuene har alle vært åpne og er gjennomført både for innsamling av data og for å gi forfatteren en bedre innsikt i oppgavens temaer. Valget av en ren kvalitativ metode kommer av at forskningsdesignet er eksplorativt, og forfatterens kunnskaper om temaet er begrenset, noe som gjør at fleksibilitet anses som en fordel.

2.2. Datainnsamling

Det er viktig å definere de datakildene, metodene og verktøyene en bruker ved en datainnsamling, for å kunne vite noe om hva dataene kan brukes til. Grenness (2001) beskriver to hovedtyper av data; primærdata og sekundærdata. Primærdata er de data som er hentet inn spesielt for en undersøkelse, og er rimelig uproblematisk å bruke i den aktuelle undersøkelsen. Sekundærdata er der imot data som er innhentet uavhengig av den

undersøkelsen de er tenkt brukt i, og de kan således være innhentet for å belyse andre problemstillinger, eller det kan være knyttet usikkerhet til dataene (Grenness, 2001).

I denne oppgaven er det benyttet både primær- og sekundærdata. Først ble det innhentet sekundærdata ved hjelp av en litteraturstudie som danner grunnlaget for teorikapittelet i oppgaven. Deretter har primærdata blitt innhentet gjennom intervjuer for å kunne utforske problemstillingen i samspill med sekundærdataene.

2.2.1. Litteraturstudie

Litteratursøket sin rolle i forskningsdesign er ekstremt viktig i det å skape forståelse av teori (Wacker, 1998). Hensikten med denne litteraturgjennomgangen er å vurdere aktuell litteratur om VDC generelt og ICE spesielt, og å gi forfatteren en bedre forståelse av metodikken bak disse begrepene. Siden litteraturgjennomgang er en gjennomgang av sekundærkilder inneholder den ingen ny eller eksperimentell forskning (Dalland, 2007). Litteraturstudien på same måte som resten av oppgaven hatt et eksplorativt forskningsdesign der forfatteren har benyttet fleksibiliteten til å sette seg inn i temaene ved å starte bredt og deretter gradvis spesifisere søket etter hvert som kunnskapen om temaet har økt.

Litteraturen har i hovedsak blitt anskaffet gjennom fire kilder:

- Søk etter publikasjoner i databasen til CIFE (Center for Integrated Facility Engineering ved Stanford University)
- Litteratur fra faget TBA4127 Prosjekteringsledelse ved NTNU
- Råd fra veileder og andre erfarne oppdragsledere ved Multiconsult
- Litteratur sitert i leste artikler

Da VDC stammer fra CIFE, er databasen til CIFE, tilgjengelig fra (<http://cife.stanford.edu/>), en naturlig plass å starte et slik litteratursøk. Etter de initiale søkene på CIFE sin database har litteratursøket fulgt strukturen som er beskrevet av Dalland (2007), ved først å bruke litteratur fra fag, da denne kan gi et godt fundament for forståelse av temaet, siteringer av annen relevant litteratur, og gi en basis av søkeord som kan brukes i strukturerte søk.

Litteraturstudiet utgjør teorikapittelet i oppgaven, og er basert på forfatterens fordypningsprosjekt ved NTNU høsten 2015, som er inkludert i referanselisten.

Det er alltid viktig å være kritisk ved bruk av kilder (Yin, 2009), noe som gjelder spesielt for dette litteratursøket, da en stor del av den anvendte litteraturen ikke er publiserte artikler, men

arbeidspapirer lagt ut på CIFE sin database. Det er mer utfordrende å bedømme arbeidspapirer sin troverdighet, enn det er for publisert vitenskapelig litteratur. Arbeidspapirene anses allikevel som viktige da de ga verdifull innsikt i problemstillingen og en bedre forståelse av VDC metodikken.

I valget av artikler til bruk i litteratursøket har forfatteren tolket antall siteringer som et mål på akademisk troverdighet. Når og hvor litteraturen ble publisert har blitt brukt som et tilleggskriterium for å vurdere troverdigheten. Dette er et poeng da eldre publikasjoner naturlig vil ha flere siteringer enn nye. Videre er det tatt hensyn til at negativ publisitet også kan føre til flere siteringer. Dette medfører at mange siteringer like godt kan komme fra kritikk av en artikkel, som det at artikkelen har gitt gode og riktige resultater.

Da denne litteraturgjennomgangen har støttet seg tungt på publikasjoner i Stanford CIFE sin database er det en risiko for at litteraturen brukt i oppgaven er partisk og ensidig, som følge av at en forskningsinstitusjon har vært så dominerende.

2.2.2. Intervju

Formålet med et intervju er å få fyldig og omfattende informasjon rundt synspunkter og perspektiver på ulike temaer (Thagaard 2010). Et intervju kan bidra med pålitelige og gyldige data som er relevant for forskningsspørsmålet (Saunders et al. 2009).

I denne oppgaven vil intervjuene bli brukt i en eksplorativ forskningstilnærming opp mot problemstillingen. Intervjuene er altså gjort for å bygge forståelse for den praksis som har eksistert i prosjektene som brukes som caser i oppgaven. I tillegg er de brukt til å skape grunnlag for å kunne gjøre analyser i tilknytning til problemstillingen og forskningsspørsmålene. Intervjuer har en stor fordel som datainnsamlingsform i at de gir muligheten til å stille oppfølgingsspørsmål, enten for å kunne gå i dybden av enkelte temaer eller å sikre en konkret oppfattelse av gitte perspektiver.

Intervjumetode

I denne oppgaven er det valgt å benytte to ulike former for intervju for å samle inn resultatene: Ustrukturerte intervjuer og semi-strukturerte intervjuer. Begge intervjuformene omtales av Saunders et al. (2009) som eksplorative eller utforskende forskningsdesign. I denne oppgaven er de semi-strukturerte intervjuene brukt i intervjuene med oppdragslederne

av caseprosjektene for innsamling av primærdata, og de ustrukturerte intervjuene er brukt i tidlig fase for å innhente bakgrunnsinformasjon til bruk i litteratursøket, og sette forfatteren inn i teorien.

Som intervjuform er ustrukturerte intervjuer kjennetegnet ved åpne spørsmål, som tilpasses intervjusituasjonen, hvor det kun er temaet for intervjuet som er definert på forhånd (Grenness 2001). Ustrukturerte intervjuer kan være nyttige å bruke i en utforskningsfase når forskeren er usikker på hvilke type spørsmål som skal stilles (Halvorsen 1987). En ulempe med ustrukturerte intervjuer er at det da ikke er mulig å stille de samme spørsmålene til alle intervjuobjektene (Halvorsen 1987). Denne oppgavene løser dette problemet ved at ustrukturerte intervjuer brukes i tidlig fase, og ikke til innhenting av primærdata i caseprosjektene.

Det som særlig skiller semi-strukturerte intervjuer fra ustrukturerte intervjuer er bruken av intervjuguide (Grenness 2001). Intervjuguiden fungerer som en oversikt over de temaer og spørsmål som det er ønskelig å få dekket i løpet av intervjuet. I et semi-strukturert intervju hindrer ikke en god intervjuguide intervjueren i å forfølge interessante svar eller uventede temaer, men sørger for at intervjuet oppnår målsetningene, gjennom å sikre størst mulig grad av reliabilitet og sammenlignbare kvalitative data (Grenness 2001).

Intervjuene med oppdragslederne for caseprosjektene fulgte et semi-strukturert oppsett. De dataene som ble samlet inn gjennom intervjuene representerer bare et smalt spekter av de erfaringer som er gjort i byggebransjen. Dette gjorde det viktig å gå i dybden med spørsmålene for fullt ut å kunne utnytte kunnskapen til intervjuobjektene og få oversikt over de erfaringene de hadde. Det ble valgt å bruke semi-strukturerte intervjuer for å sikre at dataene som ble samlet inn var sammenlignbare. Intervjuguiden ble utarbeidet i forkant av intervjuene med utgangspunkt i forskningsspørsmålene, og strukturert slik at intervjuer hadde mulighet til å utvikle spørsmål underveis gjennom å følge opp svarene intervjuobjektet ga. Intervjuguiden som ble brukt ligger vedlagt i kapittel 8.2.

Ved starten av intervjuet ble intervjuobjektene forespeilet forventet tidsbruk, informert om muligheten for anonymitet, og spurt om samtykke til at det ble tatt notater og lydopptak. Det ble understreket at formålet med intervjuene var å forstå, kartlegge synspunkter og erfaringer, og ikke bedømme eller vurdere intervjuobjektet. Til slutt ble det gjort oppmerksom på at intervjuene er gjort i anledning en masteroppgave som skrives med veiledning fra Multiconsult. Dette er gjort i tråd med Halvorsen (1987) sine anbefalinger om presentasjon av

intervjueren og informasjon om hensikt og formål med intervjuet. Alle intervjuobjektene aksepterte at de ble tatt notater og lydopptak, og ingen ønsket å være anonyme.

Bakgrunnsinformasjon til intervjuene

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 2016).

Det er gjennomført intervjuer med fire oppdragsledere med fire forskjellige prosjekter fra Multiconsult. Disse intervjuene omfatter tre samferdselsprosjekter og et vassdragsutbyggingsprosjekt, og de er valgt ut på bakgrunn av de er geografisk distribuerte prosjekter som har benyttet digitale prosjekteringsløsninger. Intervjuenes hensikt er at intervjuobjektene skal bidra med kunnskap om gjennomføring av prosjektering i geografisk distribuerte prosjekter, med fokus på bruk av samhandlingsprosesser og verktøy.

2.2.3. Dokumentasjon og gjennomføring

Ved gjennomføring av datainnsamling er det viktig å være bevist hvordan data samles inn og dokumenteres. Forskjellige dokumentasjonsmetoder vil være bedre eller dårligere egnet til forskjellige datainnsamlingsmetoder.

I denne oppgaven vil intervjuene bli dokumentert med lydopptak, som så bli transkribert. Det vil i tillegg bli tatt notater under intervjuene for å få med tanker som gjøres underveis.

Thagaard (2010) forteller at når en forsker skal gjennomføre et intervju er det i forkant viktig å avklare hvordan intervjuet skal dokumenteres. Forskeren vil få dokumentert færre data dersom det bare tas notater, uten lydopptak, fordi det ikke er mulig å notere alt som blir sagt.

Videre fortelles det at det er hensiktsmessig å transkribere lydopptak umiddelbart etter intervjuet for å få med mest mulig tanker og inntrykk når dataene er ferske. En ulempe som trekkes frem ved lydopptak av intervjuer er at respondentene kan begrense seg og føle seg ukomfortable, da de er redde for å uttale seg på en uheldig måte. Derfor er det nødvendig at forskeren ser an situasjonen, og bruker en datainnsamlingsmetode som gjør at innsamlede data blir av høyest mulig kvalitet (Thagaard 2010).

2.2.4. Feilkilder

Feilkilder er faktorer som kan påvirke dataene slik at de gir et uriktig bilde. Derfor er det viktig å være bevisst de mulige feilkildene til en datainnsamling. En kritisk vurdering av holdbarheten og gyldigheten av innsamlete data er viktig for en troverdig diskusjon av resultatene. I dette delkapittelet vil dette gjøres gjennom å presentere mulige feilkilder ved innhenting av data, og hva som er gjort for å motvirke disse.

Intervjuet

Grenness (2001) forteller om viktigheten av å sørge for at respondentenes svar i intervjuer ikke blir påvirket av intervjueren eller situasjonen. Det er viktig at intervjueren er nøytral for å oppnå så riktige data som mulig. At intervjueren påvirker respondentene i minst mulig grad er derfor å se som et nøytralitetsideal (Thagaard, 2010). Intervjuene ble derfor foretatt i respondentenes omgivelser og alle spørsmålene var konstruert for å få frem respondentenes egne ytringer. Semi-strukturerte intervjuer er også godt tilpasset å oppnå en slik nøytralitet, da intervjuobjektet ikke tvinges inn i et spesielt tankesett. Videre er det en mulighet at fraværet av anonymitet gjør at intervjuobjektet kommer med mindre ærlige svar enn hva som villet vært tilfellet ved anonyme intervjuer. Dette selv om intervjuobjektet ikke ytrer ønske om anonymitet.

Fordommer og førforståelse

I en intervjusetting er egenskaper eller holdninger ved intervjueren, som fordommer og førkunnskaper, mulige feilkilder. Det er derfor viktig at en intervjuer er bevisst på dette og redegjør for det i forkant av intervjuet (Dalland, 2007). Videre vil intervjuers oppførsel og reaksjoner kunne påvirke intervjuobjektene til å moderere seg, tilpasse seg og/eller endre svar. De egenskaper og holdninger intervjueren besitter påvirker både spørsmålsformulering og tolkning av teori og resultater. For å motvirke dette har åpenhet og bevissthet rundt fordommer vært viktig for å begrunne og trekke logisk forankrete slutninger.

Dybdestudie

Det er valgt å strukturere oppgaven som en kvalitativ dybdestudie basert på dens formål og dagens situasjon i byggenæringen. Et slikt studie vil ikke nødvendigvis være representativt for situasjonen i Multiconsult eller næringen i sin helhet. Den mest åpenbare feilkilden er at forskjellige typer prosjekter stiller ulike forutsetninger for vurdering av kvaliteten av prosjekteringen. Casestudiene beskriver fire forskjellige prosjekter, hvorav tre er samferdselsprosjekter og et en vassdragsutbygging. Mellom alle disse prosjektene er det store forskjeller når det kommer til prosesser, ressurser, omfang osv. Dette gjør det utfordrende å gjøre direkte sammenligninger mellom dem og å generalisere resultater. Videre er intervjuobjektene synspunkter farget av prosjektet, og deres tidligere erfaringer. Resultatene fra de forskjellige casestudiene har derfor mange spesifikke forutsetninger og avhengigheter som må hensynstas når de skal brukes og sammenlignes.

Forskningseffekt

Gyldigheten til et intervju vil påvirkes dersom det er grunnlag for å tro at intervjuobjektet lar seg påvirke av forskningssituasjonen (Dalland, 2007). Dette kalles forskningseffekten og er gjeldende i den grad intervjuobjektet har hatt grunnlag for å bli påvirket av forskningssituasjonen. Forskningseffekten er vurdert å ha hatt liten betydning i intervjuene til denne oppgaven, da intervjuer og alle intervjuobjekter arbeider i Multiconsult og er involvert i et internprosjekt som søker å bedre samhandling i prosjekter. Intervjuobjektene har altså egeninteresse av å få fram så riktig informasjon som mulig. Det er også brukt en eksplorativ tilnærming i intervjuene, hvor intervjuobjektene i stor grad har deltatt aktivt i intervjuene og har hatt muligheten til å snakke fritt.

2.3 Metodekvalitet

Kvaliteten på de dataene en metode samler inn kan beskrives med begrepene reliabilitet og validitet. Reliabilitet beskriver hvor pålitelige målingene i en undersøkelse er, mens validitet beskriver i hvor stor grad det som måles og undersøkes har en direkte sammenheng. Dataene som er samlet inn til en undersøkelse kan være både valide og reliable eller reliable, men ikke valide. De kan derimot aldri være valide uten å være reliable (Grenness 2001; Halvorsen 1987)

2.3.1 Reliabilitet

En målings grad av reliabilitet forteller hvor pålitelig eller hvor treffsikker den er. Dette er basert på en antakelse om at forskere som anvender like metoder skal kunne komme frem til det samme resultatet. Det skilles mellom ekstern og intern reliabilitet, der ekstern reliabilitet handler om at forskningen er mulig å gjenta av andre i en annen situasjon, mens intern reliabilitet handler om at forskningen er mulig å gjenta av andre i samme situasjon. Det er vanskelig å oppnå høy grad av ekstern reliabilitet i kvalitative studier. Høy grad av intern reliabilitet oppnås ved å skape gjennomsiktighet rundt forskningsprosessen gjennom å presentere en detaljert beskrivelse av forskningsstrategi og analysemetoder. (Thagaard, 2010)

Casestudier med åpne intervjuer er ikke standardiserte med tanke på måten de er gjennomført på, og innholdet i intervjuene vil kontinuerlig bli påvirket av intervjuerens fortolkninger.

Dette gjør at etterprøving av forskning basert på slike casestudier er vanskelig, dermed er den eksterne reliabiliteten lav. Det er derfor viktig å tydeliggjøre hvordan data er blitt innhentet og forskningen er gjennomført, slik at den interne reliabiliteten øker og kompenserer for dette.

Generelt blir reliabiliteten styrket av at flere deltar i utformingen av forskningsprosessen slik at data er utviklet ut ifra en samlet oppfatning, dette er i denne oppgaven gjort gjennom diskusjon med veiledere. Det ble samtidig lagt vekt på dialog mellom intervjuer og intervjuobjektet i intervjuene. Denne toveis kommunikasjonen har bidratt til å få frem relevante og dokumenterte data.

2.3.2 Validitet

Validitet omhandler hvor gyldig en tolkning av et datasett er. En tolkning er gyldig dersom det er brukt riktig metode i riktige omgivelser og til riktig tid for å samle inn dataene, og de riktige vurderingene av dataene er gjort. Problematikken knyttet til validitet kommer av at en undersøkelse opererer i to plan; problemstillingen dannes med utgangspunkt i et teoriplan, mens undersøkelsene gjøres i et empiriplan. Graden av validitet representerer altså hvor godt disse planene stemmer overens, der høy grad av validitet betyr høy grad av overensstemmelse. Validitetsbegrepet er sammensatt av intern og ekstern validitet. Intern validitet er knyttet til den kausaliteten som eksisterer i en undersøkelse, mens ekstern validitet er knyttet til hvor overførbare en undersøkelses tolkninger er til andre sammenhenger. Gjennomsiktighet vil generelt styrke en undersøkelses validitet, og innebærer at det

redegjøres for tolkningers grunnlag, og hvordan analysene gir belegg for de slutninger som tas (Thagaard, 2010).

For at casestudiene i denne oppgaven skal være overførbare stilles krav til ekstern validitet. Det er i utgangspunktet to hovedproblemer knyttet til den eksterne validiteten til denne oppgavens caser. Det første er at VDC og ICE er relativt nye konsepter i norsk byggenæring, som er i ferd med å ruller ut i bedrifter i dag, og således kontinuerlig tilpasses de forskjellige bedriftene. Disse tilpasningene vil føre til at VDC og ICE i fremtiden vil praktiseres litt forskjellig i de forskjellige bedrifter. Dette gjør at dersom en lignende undersøkelse forsøkes gjort i lignende prosjekter om noen år vil det med stor sannsynlighet være en større forståelse og erfaring med en selskapsspesifikk VDC og ICE, noe som vil kunne resultere i andre resultater. Den andre problemstillingen er den store variasjonen av prosjekter som kan kalles distribuerte prosjekter, med tanke på involverte disipliner, kontorer, kompleksitet, størrelse, tidsomfang osv. Alle de forskjellige variablene dette gir vil potensielt kunne gjøre prosjektene meget forskjellige. Videre foregår det en generell teknologisk utvikling, spesielt innen kommunikasjonsteknologi, som også gjorde seg merkbare i de casene som er sett på. Det er derfor lite trolig at geografisk distribuerte prosjekter i fremtiden vil kommunisere på samme måte som de som gjennomføres i dag. Dette gjør at det anses som lite hensiktsmessig å etterprøve dataene for å vurdere den eksterne validiteten av oppgaven. I tillegg er oppgavens målsetning om overførbarhet og sammenligning mellom prosjekter meget begrenset.

Undersøkelsene i denne oppgaven er gjort med den målsetning å gi forståelse av konseptene og grunnlag for videre arbeid. I denne sammenhengen sørger bruken av flere prosjekter i undersøkelsene for en bredde i resultatene som åpner for å utforske perspektiver fra flere situasjoner og erfaringer, og på den måten øker den interne validiteten.

Rapporten er basert på intervju av fire oppdragsledere for fire prosjekter. Siden inkludering av andre prosjekter og nøkkelinformanter i prosjektene med andre erfaringer kan gi andre resultater er validiteten ansett som generelt lav. Videre er alle data er i denne rapporten skaffet gjennom intervjuer av ansatte i Multiconsult. Dette kan anses som en svakhet da andre organisasjoner med en annen kultur og andre erfaringer og mennesker potensielt kunne ha bidratt med viktig kunnskap og andre perspektiver. Det er allikevel ansett at intervjuobjektene egnethet skal gi grunnlag for å dekke formålet med rapporten.

2.4 Dataanalyse

All form for dataanalyse, både kvalitativ eller kvantitativ, har som formål å skape orden i og oversikt over det datamateriell som er blitt samlet inn (Grenness, 2001). For kvalitative undersøkelser betyr dette at det i første omgang er viktig å dokumentere alle dataene på en hensiktsmessig måte. Videre må dataene gjennomgås og klassifiseres slik at de lettere kan brukes til å belyse problemstillingene. Altså vil ikke det innsamlete datamaterialet i utgangspunktet svare på oppgavens forskningsspørsmål, men må gis en struktur som gjør at de egner seg til tolkning innenfor spørsmålets rammer.

Det er i arbeidet med denne oppgaven fokusert på at lydopptak og notater fra intervjuer skal være av en slik kvalitet, og gjennomarbeides på en slik måte, at de fremstilles riktig i oppgaven og gir gode muligheter for tolkning og diskusjon opp mot oppgavens formål.

Dette er gjort gjennom at de erfaringene som er fremkommet i de forskjellige caseprosjektene blir strukturert etter hvordan de passer inn i de forskjellige forskningsspørsmålene, slik at de deler av de forskjellige casene som omhandler lignende elementer blir mulige å sammenligne. Så vil de forskjellige case delene settes opp mot hverandre for å se om det er noen gjennomgående trender eller motsetninger i erfaringene fra de forskjellige prosjektene. Her blir også teorien anvendt for å kunne belyse de forskjellige erfaringene, og si noe om hvordan de passer inn i en større sammenheng.

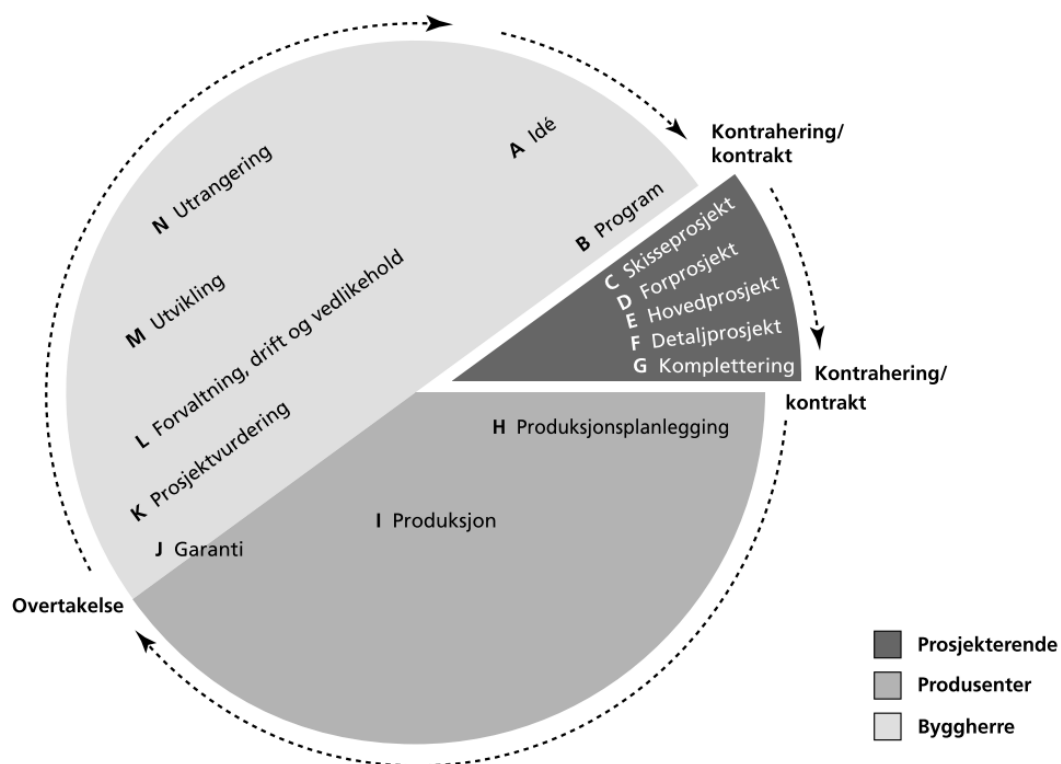
3. Teori

I dette kapitlet vil relevant teori fra litteraturgjennomgangen bli presentert. For å besvare forskningsspørsmålene har forfatteren først prøvd å tilegne seg en generell forståelse av VDC for så å gå nærmere inn på ICE og hvordan den kan brukes i distribuerte prosjekteringsteam.

3.1 Den konvensjonelle prosjekterings prosessen

Meland (2000) definerer prosjektering som prosessen å komme opp med konseptuelle ideer og å omgjøre en valgt idé til et ferdig, immaterielt produkt i form av tegninger, modeller, beskrivelser osv.

Meland (2000) illustrerer den tradisjonelle prosessen for et byggeprosjekt med 14 faser som vist i figur 4.



Figur 4 Oversikt over prosessene i et tradisjonelt byggeprosjekt

I denne inndelingen vil fase C-G representere den klassiske prosjekteringen, mens fase H og I er selve byggefasen. De resterende fasene er prosesser som gjennomføres av byggherren i forkant av prosjektering og etterkant av ferdigstilt bygg (Meland, 2000). Westgaard et al. (2010) beskriver hvordan samspillet fungerer i de ulike fasene av prosjekteringen. Arkitekten vil være i forkant av ingeniørdisiplinene med sitt arbeid, før arkitekten på et gitt tidspunkt tar

en pause i sitt arbeid. Disse pausene blir brukt av de tekniske disiplinene til å prosjektere de tekniske løsningene (Westgaard et al. 2010).

Konvensjonell prosjektering er definert som den arbeidsmetoden som anses som normal, og normalt benyttes, av de ulike rådgivende ingeniører, og er i samsvar med den aksepterte teorien som omhandler prosjektering av bygg (Meland 2000). Busby, Perkins + Will, og Stantec Consulting (2007) presenterer en liste over egenskapene til konvensjonelle prosjekteringsprosesser:

- Involvering av gruppemedlemmer etter behov
- Mindre tid og energi blir brukt på samarbeid i de tidlige stadiene, enn i de senere
- Vedtak blir gjort av få deltakere
- Lineære prosesser
- Systemer blir ofte vurdert isolert
- Begrenset optimalisering av prosesser
- Begrensede muligheter for synergier
- Det legges vekt på tidlige kostnader
- Ferdig når bygget er ferdigstilt

3.2 Geografisk distribuerte prosjekter

Teori om hvordan geografisk distribuerte prosjektgrupper jobber og styres er på et tidlig stadium og finnes fragmentert i en rekke akademiske og faglige disipliner (Evaristo et al. 2004). Mye av forskningen som er gjort på prosjektledelse omhandler ikke de samtidighetsproblemer som oppstår når prosjektteam og/eller brukerne befinner seg geografisk spredt. Teorien diskuterer ikke hva som skjer når det samme prosjektet involverer mer enn en lokasjon, men antar at hvert prosjekt er separat og uavhengig fra hverandre (Evaristo et al. 2004).

Et problem innen teorien er hva ordet "distribuert" betyr når det benyttes. Det kan ha mange forskjellige betydninger, og brukes om aspekter som avstanden mellom prosjekter, teammedlemmer eller koordinatorene (Evaristo et al. 2004). Edwards (2002) beskriver

distribuerte prosjektteam innen software utvikling om team som jobber på geografisk distribuerte prosjekter og kommuniserer med bruk av virtuelle hjelpemidler. De beskrives som spredt over organisasjoner, rom og tid, som tverrfaglige av natur og blir kalt for «Global Virtual Teams». Evaristo et al. (2004) forteller hvordan avansert IKT tillater nye former for organisasjoner som omtales som «virtuelle organisasjoner». Her opererer prosjektteamene på tvers av fysiske, organisatoriske og kulturelle barrierer, noe som gir nye utfordringer i forhold til de etablerte praksiser innenfor prosjektledelse.

De utviklingsteam som arbeider i en global sammenheng vil ha både fordeler og ulemper. For eksempel vil store tidsforskjeller kunne legge til rette for en nær kontinuerlig programvareutvikling, der teamene avløser hverandre. Ulemper kan være språklige og kulturelle barrierer, koordineringsproblemer og problemer med teknisk infrastruktur. For organisasjoner er det viktig å finne ut hvilken effektivitet deres globale programvareutviklingsinnsats har, og hvilke variabler som påvirker effektiviteten av disse prosjektene. (Edwards, 2002)

3.2.1 Dimensjoner ved distribuerte team

Det er klart at angivelsen av i hvor stor grad et prosjekt er distribuert kan kategoriseres langs mange dimensjoner, og dette vil påvirke gjennomføringen av prosjektet (Evaristo et al. 2004). En slik kategorisering er et viktig skritt i forståelsen av dette fenomenet.

Evaristo et al. (2004) foreslår følgende dimensjoner for et prosjekts grad av distribusjon:

Type prosjekt

Avhengig av om prosjektet er utvikling av prosjektering av bygg eller software vil det være mer eller mindre sannsynlig å se etter partnere eller underleverandører i det åpne marked på grunn av mangfoldet av spesifikke ressurser som trengs. Dette påvirker hvor mange aktører som er med i prosjektet og sammensetningen av de.

Struktur

Uavhengig av et prosjekts kompleksitet kan nivå av struktur innebære redusert eller økt tvetydighet. Det nivået av struktur et prosjekt har er derfor relevant for måten prosjektet styres.

Opplevd avstand

Det er kontinuum av varianter mellom muligheten til å kunne møtes ansikt til ansikt ofte og det å aldri være i stand til å gjøre det. Forskjellige kommunikasjonsmedier kan anvendes for å minske den opplevde avstanden i et prosjekt.

Synkronitet

Synkronitet beskriver i hvilken grad alle prosjektdeltakere jobber på samme prosjekt samtidig. Samlokalisering av prosjektet vil kunne gi total synkronitet. En måte å evaluere synkronitet på er sjekkpunktfrekvens. Kontinuerlige sjekkpunkter er tegn på sanntids interaksjon.

Kompleksitet

Et prosjekts kompleksitet er også antatt å påvirke distribuerte prosjekter i særlig grad. Grad av kompleksitet kan dreie seg størrelsen og omfanget av et prosjekt, nivået på teknologien osv.

Kultur

Kultur er i seg selv en flerdimensjonalt faktor, hvor alle aspekter ved kultur påvirker ytelsen av distribuerte prosjekter på forskjellige måter (Evaristo et al. 2004).

Bruk av informasjonssystemer

Hvilke informasjonssystemer som brukes og hvordan de brukes vil ha påvirkning på distribuerte prosjekt, og med en klar forståelse av variansen i systemer og metoder vil en ha bedre mulighet til å forstå og redusere avvikene i prosjektkommunikasjon, prosjektplaner og prosjektkvalitet.

Retningslinjer og standarder

I hvilken grad standarder eksisterer og opprettholdes har betydelig effekt på en organisasjons evne til å opprettholde et prosjekts integritet, og levere med gjennomgående kvalitet.

Grad av spredning

Grad av spredning søker å beskrive den oppfattede avstand mellom medlemmene innenfor en gitt interessentgruppe. Jo høyere nivået av spredning i en gruppe er, desto vanskeligere er det å si hvordan gruppen forholder seg til andre grupper i prosjektet.

Stakeholdere

Ulike typer grupper av stakeholdere eksisterer i alle prosjekter, med ulike oppfatninger og ønsker. Det er mulig å se på graden av denne spredningen av ønsker og oppfatninger som et mål på distribusjon.

Edwards (2002) forteller at det ikke er noen korrelasjon mellom tidsforskjeller i teamet, kulturforskjeller eller teamstørrelsen i distribuerte team og prosjektets prestasjoner i henhold til læringsutbytte, kvalitet, teamtilfredshet og påvirkning på prosessen. Derimot har tillit mellom prosjektlokasjonene signifikant effekt på læringsutbytte og tilfredsheten til prosjektteamet, og øker prosesseffektiviteten.

Jo mer tilgjengelig kommunikasjonsteknologien som brukes og jo bedre strukturert et prosjekt er, desto mer øker effektiviteten og tilfredsheten til teammedlemmer, så vel som effektiviteten på prosessen. Dette betyr at organisasjoner som foretar geografisk distribuerte prosjekter med virtuelle kommunikasjonsformer bør gi en god struktur til prosjektet og bidra til at alle i prosjektteamet er komfortable med kommunikasjonsteknologien.

3.3 Virtual Design and Construction

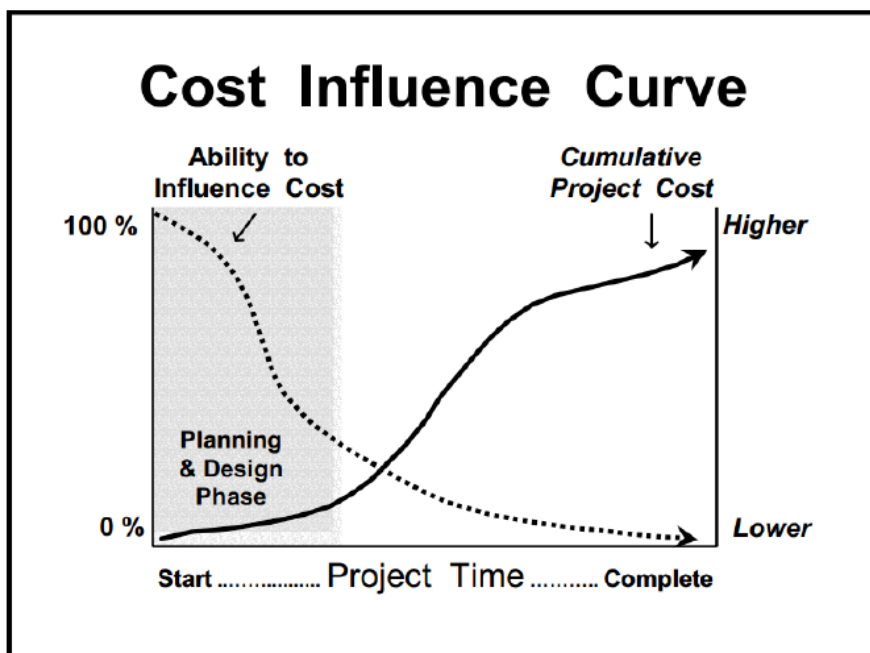
Virtual Design and Construction (VDC, på norsk: Virtuell Prosjektering og Konstruksjon) ble først introdusert i 2001 som en del av «mission and methods» ved Stanford University sitt Center for Integrated Facility Engineering (CIFE). Formålet med VDC er å forbedre gjennomføringen av byggeprosjekter med hensyn til kvalitet, tid og kostnad (Kunz & Fischer 2012). CIFE definerer VDC som bruk av flerfaglige modeller for prosjektering av byggeprosjekter, inkludert produktet (dvs. fasilitetene), organisering av prosjekt-konstruksjon-drift teamet og arbeidsprosesser, for å støtte eksplisitte og offentlig uttalte forretningsmål (Fisher et Kunz, 2004). Imidlertid forteller Li et al. (2009) at begrepet VDC har blitt plukket opp av mange aktører, og at det i dag ikke eksisterer en klar enighet om definisjonen. VDC kan generelt sett bli sett på som bruk av virtuelle verktøy (f.eks. visuell simulering, virtuell virkelighet) og tverrfaglige ytelsesmodeller for å bedre byggeprosesser (Li et al. 2009).

Målet med VDC er å analysere, simulere og forutsi kvaliteten på sluttproduktet, og egenskapene til prosessene som må til for å bygge og drive produktet (Olofsson et al., 2007). VDC skaper et integrert rammeverk og et sett med metoder for å administrere prosjektet, med fokus på de aspektene av prosjektet som kan og må utformes og håndteres: Produktet, organisasjonen og prosessen (Kunz & Fischer 2012). Dette er det viktigste omfanget av VDC og kalles integrert POP design, hvor POP står for henholdsvis produkt, organisasjon og prosess. Dette er fordi utformingen av et prosjekt ikke er komplett før produktet, organisasjonen og prosessen har blitt designet og samspillet mellom dem forstått. (Fischer et

Kunz, 2004). VDC åpner for bygging av integrerte POP-modeller, dette ble tidligere bare gjort individuelt av prosjektdeltakernes i deres eget hode. Integrerte POP-modeller gir en bedre forståelse av prosjektet før de økonomiske avgjørelser blir låst (Khanzode et al, 2006;. Fischer et Kunz, 2004). Grunnen for å gjøre POP-design til det viktigste omfanget av VDC er at det gir prosjektets interessenter mulighet til å bestemme hva som skal bygges, hvem som skal bygge det, og hvordan det skal bygges (Fischer et Kunz, 2004). Derfor er målet for VDC å bruke virtuelle modeller av POP-design for å simulere kompleksiteten i byggeprosjektets levering for å finne, analysere, forstå og håndtere mulige fallgruver i den virtuelle verden før noen av byggearbeidene noensinne skjer i den virkelige verden (Khanzode et al., 2006).

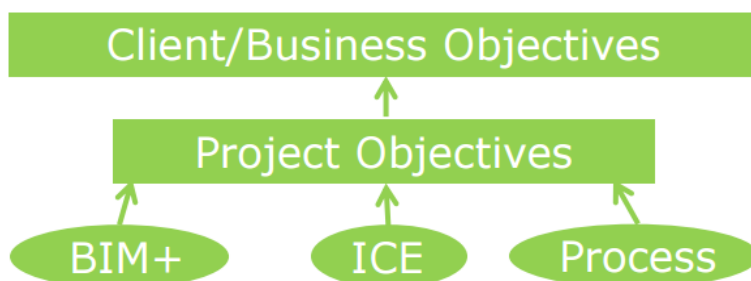
Avhengig av detaljeringen av POP-modellen er det mulig å kategorisere dem i ulike nivåer, som konvensjonelt kalles for "ABC". Det nivå av POP-modellen som identifiserer de ti viktigste faktorer med hensyn til plan, kvalitet eller total kostnad, er kategorisert som nivå A. For hver "A"- kategori vil de ti viktigste underfaktorene i sin tur anses som nivå B. Og de ti underfaktorene for hver B kategori igjen utgjør et nivå C, som anses som relativt uviktig. Oppbyggingen av POP-modellens detaljeringsnivå med en faktor på ti er vilkårlig definert, og det er mulig å bruke andre faktorer. AEC-prosjekter definerer ofte også et nivå D eller velger en større detaljeringsgrad på de tidlige fasene (Kunz & Fischer 2012).

POP-modellene har størst verdi på de skjematiske og tidlige designfaser av prosjektet, når innflytelsen på prosjektet er størst (Kunz & Fischer 2012). Grunnen til dette er at beslutninger og forpliktelser gjort i løpet av disse fasene har dramatisk større innflytelse på hva senere utgifter faktisk vil være enn avgjørelser i senere faser har. Dette er fordi ledelsens evne til å påvirke et prosjekt reduseres over tid grunnet at de beslutninger og forpliktelser som blir gjort «låser» prosjektet, noe som er illustrert i figur 5 (Paulson, 1976). Det er på bakgrunn av dette VDC søker å sørge for at det finnes et grunnlag til å ta de riktige beslutningene på et tidligst mulig stadium, for dermed å kunne skape et kostnadseffektivt prosjekt (Khanzode et al. 2006). På disse tidlige stadiene er (dessverre) bare grove POP-modeller mulig (Kunz & Fischer 2012).



Figur 5 Kostnad/påvirknings kurven (Paulson, 1976)

VDC består i praksis av tre aspekter, BIM +, prosessplanlegging, og ICE (Fisher, 2011). Som vist i figur 2, er målet for disse aspektene å bidra til å løse de overliggende forretningsmessige mål fra kunden, og ikke bare prosjektmålene (Fisher, 2011).



Figur 6 Oversikt over de tre delene av VDC (Fisher, 2011)

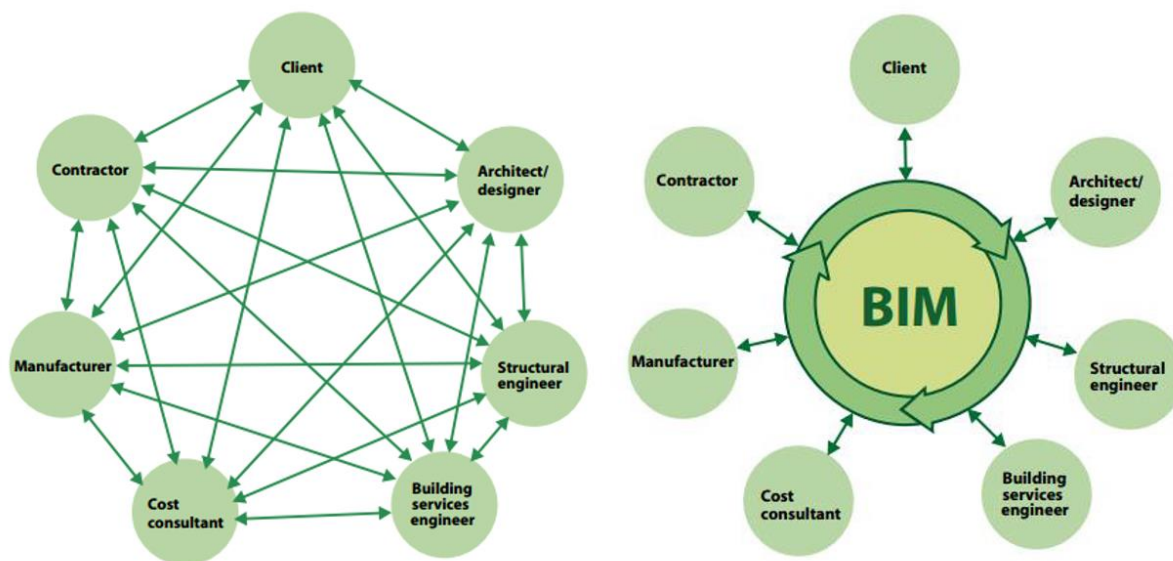
BIM + refererer til bruken av teknologi i konstruksjonen for å visualisere data, hvor Bygningsinformasjonsmodell, BIM (fra engelsk: Building Information Model), er den mest sentrale teknologien som brukes (Fisher, 2011). ICE er betegnelsen som brukes for å beskrive økter der alle fagområder kommer sammen for å arbeide på design. Prosessplanlegging refererer til hvordan VDC som metode søker å designe den prosessen som best passer prosjektet og organisasjonen som skal utføre det, ikke bare designe selve produktet (Fisher, 2011). VDC som metode legger også stor vekt på kontinuerlig måling av definerte suksesskriterier for å kvantifisere de prosesser som pågår (Fisher, 2011).

VDC kan samlet sett sees på som et integrert teoretisk rammeverk for å forutsi prosjekteringsatferd. Videre brukes disse spådommer og observerte data til å oppnå målbare forretningsmessige mål gjennom systematisk styring av prosjekter (Fischer et Kunz, 2004).

3.3.1 BIM +

BIM kan ses på som en strukturert 3D-representasjon av all informasjon som etableres og håndteres under en bygnings livssyklus. Autodesk definerer BIM som 3D, objektorientert, dataassistert konstruksjon (DAK) spesifikk for byggeindustri (Jongeling, 2008). BIM er også referert til som en "digital representasjon av fysiske og funksjonelle karakteristika for et anlegg" (Kam et al., 2014). Dette betyr at informasjonen BIM fokuserer på er de fakta som omhandler byggeelementene i VDC-modellen (Kunz et Fischer 2012). BIM kan deles inn i BIM-modellering, prosessen med å generere og behandle informasjon, og BIM-teknologi, de verktøyene som brukes for å behandle informasjonen. Med andre ord, BIM er ikke en enkelt teknologi, men en samlebetegnelse for hvordan informasjon skapes, lagres, presenteres og brukes (Jongeling, 2008). Så når CIFE refererer til teknologiaspektet av VDC som BIM +, så søker de å dekke flere teknologier og systemene rundt de, og ikke bare selve bygningsmodellen.

BIM prosjektering resulterer i en 3D-modell, som også er grunnlaget for visualisering av prosjektet. Dette betyr at prosjektinformasjonen har en direkte kobling til visualisering, noe som gjør det mye mer integrert enn standard 2D DAK-prosjektering (Jongeling, 2008). Videre kan BIM brukes til 4D modellering, gjennom å visualisere 3D-modeller i et tid-rom miljø (Woksepp, 2007). Dette gjøres med tidsbaserte animasjoner for å vise bygging av et prosjekt over tid (Kunz et Fischer 2012). Slike animasjoner legger til rette for analyse av ulike produksjonsstrategier før arbeidsstedet starter produksjonen, gjennom å gjennomgå planlagt eller faktisk status for et prosjekt for en dag, uke eller måned (Woksepp, 2007). Flere studier har pekt på de muligheter vidtrekkende bruk av 4D-gjennomgang som visualiserings- og planleggingsverktøy gir interessenter i å få en bedre forståelse av byggeplanen (Woksepp, 2007).



Figur 7: Informasjonskanaler uten, og med bruk av BIM (Europe INNOVA 2008)

Bruken av BIM er noen ganger forvekslet med å bruke VDC. Men, mens BIM fokuserer på produktmodellen og tekniske aspekter ved prosjektet, fokuserer VDC på å oppnå forretningsmål i et prosjekt ved tverrfaglig bruk av POP-modeller og sosiale metoder (Kam et al, 2014). BIM er imidlertid en viktig del av VDC, da det fører til en større felles forståelse av prosjektet gjennom 3D-modellen (Kunz & Fischer 2012). Det er også mulig å generere informasjon fra en BIM-modell, som for eksempel beskrivelser og materiallister. Når denne informasjonen er samlet fra samme modell, reduserer det risikoen for feil (Jongeling, 2008). Figur 77 er en illustrasjon på hvordan BIM bidrar til å forbedre kommunikasjonen i et prosjekt ved å gjøre modellen til sentrum for kommunikasjonen. Bruken av BIM har gjort det mulig å oppnå bedre bygningsytelse, lavere kostnader, kortere tidsplaner, bedre kommunikasjon, høyere kvalitet og bedre ansattes sikkerhet i AEC prosjekter (Kam et al., 2014).

3.3.2 Prosessplanlegging

Bruk av 4D-modeller og animasjoner gjør det lettere for prosjektets interessenter å forstå planlagte byggesekvenser selv om de ikke forstår 2D-tegninger eller Gantt-diagrammer (Woksepp, 2007; Kunz et Fischer, 2012). Entreprenører og byggherrer finner konsekvent at bruk av 4D-animasjoner setter dem i stand til å finne forstyrrelser og kollisjoner i tid og rom i

byggeprosessen mer effektivt, noe som åpner for bedre planlegging av byggeprosessen (Kunz et Fischer, 2012).

Virtuelt Design Team (VDT, fra engelsk: Virtual Design Team) er et viktig begrep i prosessen og planleggingsdelen av VDC (Kunz et Fischer, 2012). Visjonen bak VDT er at prosjektledere bør utforme organisasjoner ved å bygge og analysere datamodeller, mye på samme måte som ingeniører prosjekterer broer (Kunz, Levitt et Jin, 1998). I tillegg brukes VDT til å skape en datamodell for en prosjektorganisasjon og prosessen for å bygge prosjektet, basert på organisasjonsteori (Kunz et Fischer, 2012). Dette gjør prosjektleder i stand til å simulere prosjektet og utforske virkningen visse risikofaktorer kan ha på prosjektets resultater, og hvordan ulike ledelsestiltak rettet mot å fjerne eller dempe disse risikoene vil virke (Fischer et Kunz, 2004).

Organisasjonsdesign (fra engelsk: Organizational Engineering) søker å løse kompliserte oppgaver samtidig som angitte resultatmål tilfredsstilles ved å konfigurere organisasjonsstrukturen (Kunz, Levitt et Jin, 1998). Dette kan gjøres ved å bruke et teoretisk basert verktøy for organisering og prosessanalyse slik som VDT. Et slikt verktøy vil gi en prosjektleder muligheten til systematisk å diagnostisere risiko knyttet til tidsplan, kostnader og kvalitet som er forbundet med den planlagte konfigurasjonen av prosjektet (Fischer et Kunz, 2004). Alle organisasjoner må identifisere hvilke faktorer som skal kontrolleres og hvilke prosessstørrelser som skal overvåkes for å brukes i ledelse og styring av prosjektet, samt hvilke resultater som skal evalueres for å kalle prosjektet vellykket (Kunz et Fischer, 2012).

3.4 Integrert Concurrent Engineering

Siden midten av 1990-tallet har en prosjekteringsgruppe ved NASAs Jet Propulsion Laboratory (JPL) kalt "TeamX" brukt en ny metode for design og prosjektering av romferder. Denne nye metoden har et langt raskere tempo sammenlignet med tradisjonelle metoder for design. TeamX oppgave er å skape konseptuelle design til forskjellige steg av romferder som definerer de funksjonelle mål og design responser, samt muliggjør å forutse mange muligheter for kostnader, tidsplan og ytelse av de foreslåtte oppdrag (Kunz et Fischer, 2012). Mens den tradisjonelle prosjekteringsprosessen ligner et offentlig byråkrati og bruker omtrent et år eller mer på disse designene, er metoden til TeamX utført i et arbeidsmiljø mer beslektet med kontrollrommet i NASAs romfergeoppdrag, og er i stand til å gjennomføre prosjekteringen i løpet av noen få uker (Kunz et Fischer, 2012; Chachere et al, 2004).

Denne prosessen kalles ICE og bruker en kombinasjon av dyktige ingeniører, avanserte modelleringsverktøy, visualiserings- og analyseverktøy, sosiale prosesser og et spesielt utformet anlegg til å lage foreløpige design for komplekse systemer (Chachere et al., 2004). Prosessperioden varer vanligvis i fire uker. Den første uken blir brukt av alle de ulike fagfeltene på å forberede seg til ICE-økten. I den andre uken vil en ekspert fra hvert felt sammen med en koordinator og et gitt antall kunderepresentanter møtes i tre ICE økter på opptil tre timer. Det er disse øktene som har blitt sammenlignet med kontrollrommet i NASAs romfergeoppdrag: De kjennetegnes av et høyt aktivitetsnivå og mange parallelle prosesser som løser en rekke problemer på en gang i et høyt tempo. Målet med ICE-øktene er å løse alle de store problemer og avhengigheter som trenger innspill fra mer enn ett ekspertiseområde. På denne måten kan de siste to ukene brukes til å ferdigstille tegninger, modeller og planer uten videre innspill (Chachere et al., 2004; Fischer et Kunz, 2004; Kunz et Fischer, 2012).

Mens de tekniske detaljene for romferder og byggeprosjekter er forskjellige, er begge avhengige av å håndtere tverrfaglige prosjekter med flere interessenter, som benytter seg av en blanding av delte og konkurrerende mål og metoder (Kunz et Fischer, 2012). ICE krever en tett integrasjon mellom ulike designdisipliner. Samlokaliserte tverrfaglige team som arbeider med de samme dataene har inspirert DAK-utviklere til å konstruere produktmodellservere der designere jobber i et felles modellmiljø. I dag kan et produkt bli utviklet, testet og validert før den første fysiske prototypen er bygget (Olofsson et al., 2007).

ICE som metode søker å fjerne de fleste ikke-verdiskapende avsporinger fra prosjekteringsteamets oppmerksomhet. Dette fraværet av avsporinger sammen med teknologi, metoder og ferdigheter som muliggjør svært rask design og analyse har gjort designteamet i stand til å oppnå ventetid på svar på omtrent et minutt i over 99/100 henvendelser i tester utført ved CIFE. Videre har uavhengige observatører rapportert at designteamene oppnår høy kvalitet og rask ferdigstilling (Kunz et Fischer, 2012).

Tabell 1 er hentet fra (Kunz et Fischer, 2012), og er et sammendrag av kritiske konstruksjonsfaktorer, og hvordan ICE gir en løsning for det. Tabellen er direkte oversatt fra engelsk, engelsk versjon ligger vedlagt i kapittel 8.

Tabell 1 ICEs håndtering av kritiske konstruksjonsfaktorer

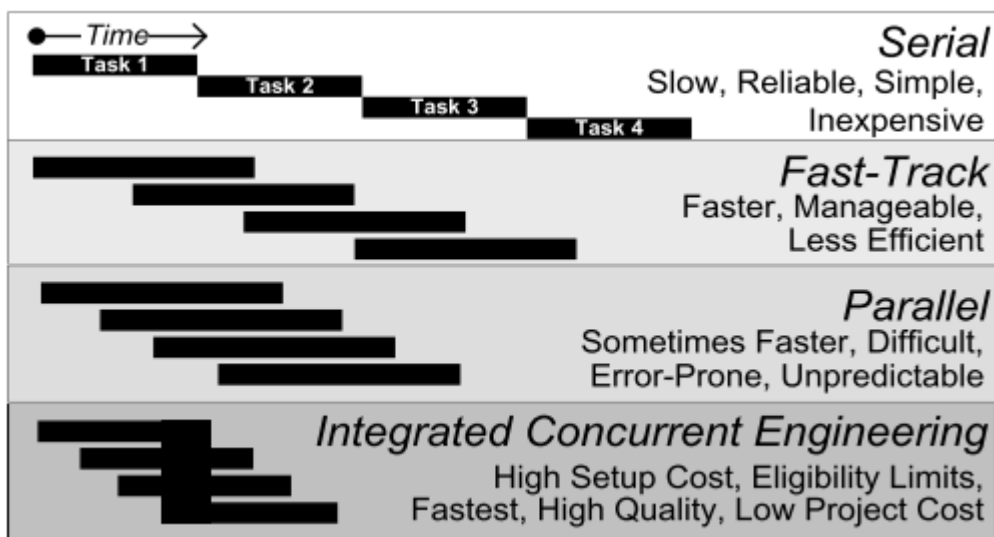
Kritisk faktor	Suksesskrav	Risikofaktor	ICE-løsning
Deltakerfokus	100 % tilgjengelighet i møtetiden: Møtedeltakerne fokuserer eksklusivt på arbeid med prosjektet i møtetiden.	Aktører har andre oppgaver som stjeler fokus	Støtte fra ledelsen, korte møter, få ledere til å frigjøre viktige aktører, innarbeide en kultur for metoden, tilrettelegge arbeid for alle deltakerne.
Fagspesifikk modellering. Visualiserings-verktøy	Balansert slik at alle mulige modelleringer og analyser er raske	Enkelte aktiviteter blir en flaskehals for fremdriften, En deltaker forstår ikke modellen en annen har laget	Modellering, visualisering, analyser og avgjørelser støtter gjennomføring av tidskritiske aktiviteter
Åpen 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, designvalg og anslått atferd	Treg prosess for å beskrive modellene, evaluere valg, gjøre anslag og skape alternativer	Modne modellerings- og analyseverktøy, personlige arbeidsstasjoner, delte iRoom skjermer
Frihet fra ledelses-strukturer	Gjennomføre prosjekteringsarbeid med minimalt fokus på ledelsen	Aktørene må innhente eller vente på avgjørelser fra ledelsen	Ekskludere prosjekter hvor usikkerheter og kompleksitet krever mye ledelsesfokus, velge aktører som er trent til å jobbe selvstendig, autonom kultur, analyser og avgjørelser er synlige for alle
Organisasjons-struktur	Flat struktur, Minimalt med organisasjons-barrierer 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
Prosess-avklaringer (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	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

3.4.1 Ventetid i ICE

Chachere (2009) foreslår ventetid på respons på henvendelser som både et samlende teoretisk prinsipp og en praktisk beregning for å beskrive, vurdere og håndtere samarbeid. I dette perspektivet kan ICE bli sett på som en "Just in Time" tilnærming til kunnskapsarbeid, siden det gir samtidig informasjon, skaper flyt med forsvinnende lav ventetid og høy pålitelighet på et mikroskalanivå (Chachere, 2009).

I ICE er det prosjekter som er parallelle og avhengige av hverandre som er normen (Chachere, 2009). Figur 8 illustrerer hvordan et ICE-prosjekt kan sammenlignes med tradisjonelle tekniske metoder med hensyn til parallellitet.



Figur 8 Grader av parallellitet (Chachere, 2009)

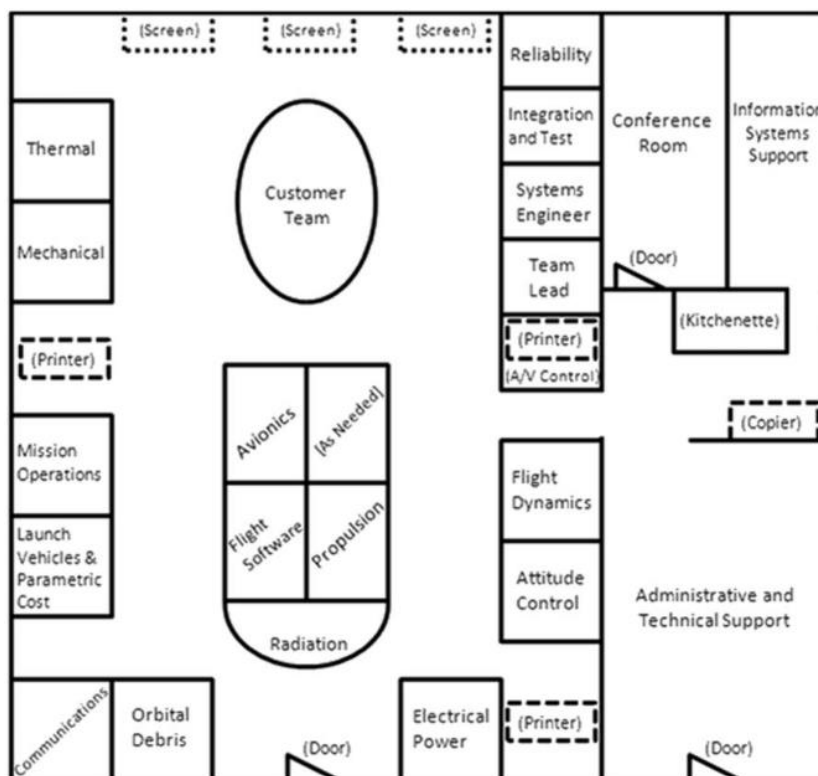
Som illustrert i figur 4 kondenserer ICE prosjektets tidslinjer med en betydelig størrelsesorden. Men, ICE forsterker også betydningen av forsinkelser grunnet tilsvarende ventetid på respons. I en tradisjonell prosjekteringsprosess betraktes en times ventetid på respons på en henvendelse som rutine, eller til og med som en god responstid. I en fremgangsmåte som TeamX sin ICE-metodikk vil den samme timen representere en tidel av den tid som brukes til å kommunisere med de forskjellige feltene. Dette betyr at for at en ICE-prosess skal være vellykket så må alle kilder til forsinkelse fjernes. Hos Team-X varierer ventetid på respons fra sekunder til en håndfull minutter, noe som viser hvordan dette er en

variabel som lett kan forklare en akselerasjon i prosjektgjennomføring av flere størrelsesordener (Chachere, 2009).

Derfor er en organisasjons evne til å behandle informasjon den begrensende faktoren når en vurderer tidsplan, kostnader og kvalitet. Dette gjør at de IT-verktøy som brukes må støtte en organisasjons evne til å modellere, analysere, simulere og forutsi et prosjekts ytelse (Fischer et Kunz, 2004).

3.4.2 iRoom

Som tidligere nevnt arbeider TeamX i et miljø som er beslektet med NASAs kontrolloperasjoner for romfergeoppdrag (Kunz et Fischer, 2012; Chachere et al, 2004). Team-X implementerer dette gjennom en fysisk samlokalisering, hvor den gjensidige avhengigheten mellom forskjellige fag og tekniske/operative felt passivt formidles gjennom deres fysiske plassering. I dette miljøet løses problemer gjennom umiddelbare samtaler, som tas ansikt-til-ansikt i det et problem oppstår og/eller blir synliggjort (Chachere, 2009). Dette arbeidsrommet kalles for NASAs Mission Design Laboratory, og en oversikt over arbeidsrommet er presentert i Figur X. Her er det arbeidsstasjoner for alle disipliner, et sentralt bord for kundeteamet og et fullt audiovisuelt system. (Avnet et Weigel, 2010)



Figur 9 Oversikt over NASA Mission Design Laboratory (Avnet et Weigel, 2010)

På CIFE har dette blitt adoptert til byggeprosjekter og utviklet seg til iRoom, som gir et felles rammeverk for integrering av data og gir mulighet for raskt og iterativt samarbeid mellom flere interessenter i prosjektgruppen (Khanzode et al., 2006). For prosjektering av byggeprosjekter vil ICE-øker typisk forekomme i egne anlegg, hvor kraftige modellerings- og simuleringsverktøy, store interaktive grafiske skjermer, eksterne samarbeidssystemer og en delt generisk prosjektmodell som utgangspunkt for prosjektet er tilgjengelig for designteamet (Chachere, 2009).

3.4.3 Gjennomføring av ICE i geografisk distribuerte team

Dette fokuset på fysisk samlokalisering og oppsettet av fasiliteter kommuniserer passivt gjensidige avhengigheter mellom ulike domener, og forklarer hvorfor selv den mest avanserte videokonferanseteknologi ennå ikke er i stand til å fungere som en erstatning for samlokalisering av kjerneteamet i en prosjekteringsprosess basert på ICE. Selv ikke en kommunikasjonskanal som tilbyr null forsinkelser og en naturlig størrelse HD-kommunikasjon mellom to samarbeidende team av ingeniører tillater flere, samtidige improviserte gruppesamtaler og samarbeid på samme nivå som fysisk samlokalisering (Chachere, 2009).

Eksperimenter utført med samtidige, sammenkoblede private kommunikasjonskanaler kan kanskje være en mulighet for et distribuert ICE team. I romferdsoperasjoner er slike kommunikasjonsløsninger kjent som "voice loops" (kommunikasjonssløyfer), og fungerer på samme måte som konferansesamtaler på individnivå (Mark et DeFlorio, 2001). Når slike kommunikasjonsløyfer brukes er noen av sløyfene integrert i de samme stasjonene i hvert eneste prosjekt, mens noen av dem blir laget på sparket etter behov. Teammedlemmer overvåker alle de samtalene som kan påvirke deres arbeid, og hopper dynamisk inn og ut av kommunikasjonsløyfer. For at dette skal fungere må prosjekteringsteamet definere de viktigste kommunikasjonsløyfene for en ICE-prosess, og velge mellom å støtte brukernes mobilitet mellom sløyfene eller ofre en viktig indikator på prosjektets status (Mark, 2002).

Siden VDC modellene er visuelle, gir de støtte for flerkulturelle team, som nå er vanlig på mange byggeprosjekter over hele verden. Prosjektmedarbeidere kan uavhengig av morsmål eller kultur referere til de samme grafiske modeller, noe som letter kommunikasjon (Kunz & Fischer 2012).

3.5 Effekter av VDC

Siden VDC synes å ha en stor effekt på AEC prosjekter er det flere studier på disse effektene. Li et al. (2009), Olofsson et al. (2007) og Jongeling (2008) har sett på de potensielle fordelene som kan oppnås gjennom VDC. Fordelene de har identifisert er presentert i tabell 2.

Tabell 2 Fordeler ved VDC

Fordel	Li et al. (2009)	Olofsson et al. (2007)	Jongeling (2008)
Inspirerer til kreativitet og nye design	X		
Høyere kvalitet på design med mindre feil	X	X	X
Forbedrer byggbarhet, oppsettet av byggeplassen og arbeidsflyt, ved å tillate for øving og optimalisering på byggeplan	X	X	X
Påvisning og avklaring av utrygge områder	X		
Bedre byggeledelse og mer effektiv prosjektkoordinering	X	X	X
Bedre kommunikasjon i prosjekter	X	X	X
Bedre prosjektinformasjon og kunnskap, for eksempel fjerning av manuell estimering av mengde, og tilgjengeliggjøring av den for alle interessenter.	X	X	
Mindre etterarbeid og byggeplassendringer			X
Muliggjør mer montering utenfor byggeplassen		X	
Opplæring av driftspersonale kan starte på forhånd		X	
Livssyklus kostnader kan estimeres tidlig og design endres for å møte utformingsmål.		X	
Anskaffelse av kritiske komponenter med lang leveringstid kan gjøres tidligere med lavere priser som resultat.		X	
I utviklingsprosjekter er det lettere å sette selektive prislapper på attraktive leiligheter og kontorer, og potensielle kunder kan få et visuelt inntrykk av oppsettet og utsikten		X	

Det er noen barrierer mot effektiv innføring og bruk av VDC, og det er viktig å være bevisst på disse barrierene, da de ofte hindrer implementeringsforsøk og på den måten reduserer de ønskede effektene av VDC (Fischer et Kunz, 2004).

Noen betydelige barrierer identifisert av Fischer et Kunz (2004) er:

- Eiere (økonomisjefer) vurderer kostnader, ikke verdien av prosjekter: Det mangler en formell og akseptert metode for å fastslå verdien av prosjekter.
- Byggindustriens kultur og metoder minimerer kostnader, de maksimerer ikke verdien: Mange IT-systemer som finnes tar hensyn til kostnader, men det er svært få eksempler på IT-systemer som ivaretar verdien av prosjekter. Det samme gjelder for universitetskurs i bygging.
- Skarp teoretisk basis: Mye av POP-modellering og samspillet mellom produkt, organisasjon og prosess på ulike detaljnivåer, på tvers av disipliner og prosjektfaser, må fortsatt formaliseres.
- Bruk som fører til forbedring i prosess og teori: Vi mangler veletablerte beregninger som vil tillate oss å artikulere forbedringene VDC-metoder gjør i forhold til eksisterende prosesser.
- Integrert verktøy: Som nevnt er integrasjonen mellom tilgjengelige kommersielle verktøy og forskningsverktøy som brukes for POP-modellering fortsatt utfordrende og tidkrevende.

(Fischer et Kunz, 2004)

3.6 Oppsummering av teori

Teorien har gitt innsikt i litteraturen vedrørende geografisk distribuerte prosjekter og VDC.

Teori om arbeid i distribuerte prosjekter er på et tidlig stadium og finnes fragmentert i en rekke akademiske og faglige disipliner, noe som gjør at det ikke finnes klare entydige begreper (Evaristo et al. 2004). Geografisk distribuerte prosjekter møter flere utfordringer som ikke forekommer i samlokaliserte prosjekt (Edwards, 2002; Evaristo et al. 2004). Dette kan ses på som fysiske, organisatoriske og kulturelle barrierer, som må overkommes (Edwards, 2002). Eller som en ansamling av dimensjoner som kan påvirke prosjektet (Evaristo et al. 2004).

VDC fremstår som en metodologi som gir fordeler for byggprosjekter, sammenlignet med tradisjonell prosjektering (Li et al, 2009;. Olofsson et al, 2007;. og Jongeling, 2008). I VDC er det viktig å designe produktet, organisasjonen og prosessen, og for å forstå samspillet mellom dem så tidlig som mulig (Kunz et Fischer, 2012; Khanzode et al, 2006). På denne måten er det mulig å utnytte at påvirkning på et prosjekts utfall er størst i begynnelsen (Paulson, 1976). Av de tre delene som utgjør VDC, er ICE den som er mest begrensende med hensyn til bruk av VDC for distribuerte team (Chachere, 2009). Dette da ICE er kjennetegnet ved tett samarbeid i samlokaliserte team (Chachere, 2009). ICE som samarbeidsmetode byr på solide muligheter for prosjekteringsteam (Chachere et al, 2004;. Fischer et Kunz, 2004; Kunz et Fischer, 2012), og det er gjennomført noen få eksperimenter for å se mulighetene til å bruke ICE i distribuerte team også (Chachere, 2009).

4. Resultater

Datagrunnlaget for denne oppgaven er de erfaringene som er gjort i fire distribuerte prosjekter gjennomført i Multiconsult. Disse er E18 Tvedestrand – Arendal, R110 Østfold, E6 Frya – Vinstra og SMISTO (et vassdragsutbyggingsprosjekt). Erfaringene fra de forskjellige casene er samlet inn gjennom intervjuer med oppdragerne for de forskjellige prosjektene. Hensikten med intervjuene er å få innsikt i de erfaringene som er gjort seg med prosjektering gjennomført i geografisk distribuerte prosjekter. Hvilke utfordringer som oppstod i prosjektene, og hvordan disse har blitt løst med tanke VDC- og ICE-metodikken(e).

4.1 E18 Tvedestrand – Arendal

E18 Tvedestrand – Arendal er prosjekteringen av en ny motorvei på denne strekningen. Og Oppdragsleder for prosjektet er Morten Abrahamsen som jobber som oppdragsleder ved Multiconsult i Kristiansand. Det er Vegvesenet som er byggherre for prosjekteringen.

Oppsett av prosjekterende fag.

Morten forteller at det har vært kontinuerlige endringer i hvor prosjektdeltakerne har vært lokalisert gjennom prosjektet. Dette fordi noen kontorer har gått ut og andre har kommet inn. I starten var et annet selskap, VSB, involvert, men de gikk ut av prosjektet ganske tidlig av kontraktuelle grunner, og da ble MC sitt datterselskap med kontor i Warszawa involvert. I hovedsak har prosjektet hatt folk lokalisert i Stavanger, Bergen, Trondheim, Kristiansand, Skien, Drammen, Oslo og Warszawa.

Metodikk for gjennomføring av prosjektet

I desember 2014 hadde prosjektet et oppstartsmøte med prosjekteringsgruppen, dette møtet var for alle disiplinene og hensikten var å gå gjennom oppdraget på vanlig måte; definere suksessfaktorer, budsjetter, fremdriftsplaner m.m. I Januar 2015 var det en todagers oppstartssamling med Vegvesenet, hvor formålet var å sette oppdragsgiver inn i de faglige valgene som var gjort.

For prosjektet kjøres det kontinuerlig modelloppdateringer, med en større modellgjennomgang hver 14. dag. På disse gjennomgangene blir det kjørt en sjekk og en faglig gjennomgang av modellen i fellesskap. Her er det typisk 10-12 personer, med minst en

representant fra hver disiplin, og de varer i typisk 5-6 timer. Gjennomgangen ledes av en objektleder, som sammen med en 3D-koordinator, kjører gjennom modellen, peker på hvor det er utfordringer, og initierer en diskusjon rundt dette, før objektlederen bestemmer hva som skal gjøres. Dette skjer gjennom at de elementene som en i modellgjennomgangen finner ut at det må gjøres noe med, blir loggført og merket i modellen. Dette gjør det mulig alltid å gå tilbake i modellen og se hvilke utfordringer som ble funnet i den enkelte gjennomgang. Etter at det er loggført blir alle enige om aksjoner, hvem som gjør hva, for å rette opp feil, kollisjoner, mangler osv..

I møtene er det gjerne bare 2-4 fag som er aktuelle å ha med i en diskusjon pr problemstilling, da enkelte av fagene går igjen oftere enn andre i problemstillingene. Dette gjør det mulig å dele fagene inn i kjernefag og støttefag. Kjernefagene er de fagene som er involvert i flesteparten av problemstillingene, og derfor må være involvert i møtet hele tiden, mens støttefagene “fint kan drive med noe annet, og bli med når de trengs”. Morten forteller at ikke alle deltakerne på disse gjennomgangene er like aktive, og at det er ganske god disiplin på hvem som er med på hvilke deler. Av disse grunner fungerer det veldig fint at Lyncgjennomgangene kan gjøres fra den enkeltes arbeidsplass, da dette gir deltakerne muligheten til å “følge med et halvt øre”, mens de jobber med noe annet, som ikke trenger å være relatert til prosjektet. De kan da hoppe rett inn i problemstillinger og diskusjoner dersom det trengs. Slik sparer alle tid, og det fungerer godt da alle er systematisk med på de delene som angår dem.

En erfaring Morten har er at effektiviteten på møter går veldig ned hvis det blir mer enn 7-8 personer som er med i møtet. Dette er noe han også mener er en utfordring i forbindelse med nettmøter, og at det kan medføre at veldig mye av brukt tid ikke er effektiv. Han mener det er naturlig å spørre om det er nødvendig å sitte sammen med en modellgjennomgang 6 timer hver uke, men det er et stort prosjekt og det er mye som skal gjennomgås, og da er det viktig at fagene kan sitte sammen og snakke tverrfaglig. En av jobbene som leder er da å sørge for at møteplassene eksisterer slik at de prosessene kan skje. Mye av det oppdragsledelse handler om er å skape møteplasser og få fremdrift, og å sørge for at fagene snakker sammen og tar avgjørelser og beslutninger som fører prosjektet videre.

Det er ingen entreprenør med i noen del av prosjekteringen. Dette er bestemt av Vegvesenet og de kontraktene de har laget, som legger opp til at MC først prosjekterer ferdig, og så kommer entreprenør inn. Det er derimot jevnlig møter med Vegvesenet der det diskuteres

løsninger, og hvor de har med folk som sitter med driftsansvar, eller har driftserfaring. På den måten blir det i prosjekteringen også tatt høyde for hvordan det ferdige produktet skal fungere i praksis. Alle detaljer rundt byggemetodikk og byggbarhet er i stor grad overlatt til den kompetanse som befinner seg i prosjekteringsgruppen, og hva de vurderer som er fornuftig eller ikke. Videre sendes entreprisen ut på en åpen anbudskonkurranse, noe som gjør at de prosjekterende ikke vet hvilken entreprenør som skal bygge før de er helt eller nesten helt ferdige med prosjekteringen. Morten forteller at dette potensielt kan ses på som et problem, da de som prosjekterer ikke vet hvilken metodikk og hvilke løsninger som foretrekkes av entreprenøren, og hva de tenker om arbeidet. Det er mulig at en brokonstruksjon ville blitt gjort litt annerledes dersom en viste hvilken entreprenør som skulle gjøre jobben, og hvilke broløsninger de er mest komfortabel med, men Morten påpeker at dette er noe de ikke kan ta hensyn til slik kontraktene er strukturert, og at han ikke sitter med inntrykk av at det prosjekteres noe dårlig eller feil av den grunn.

Vegvesenet er ikke med på modellgjennomgangen, men det er egne fysiske møter med Vegvesenet der modellen brukes. Vegvesenet får modellen oversendt i forkant av disse møtene, slik at de har mulighet til å gå gjennom modellen og se på ting de har spørsmål til eller har lyst til å gå gjennom. Prosjekteringsgruppen tar med seg med enkelte problemstillinger hvor det er ønskelig med innspill eller avgjørelser fra Vegvesenet inn i disse møtene. Det har vært snakk om å ta med Vegvesenet på modellgjennomgangen, og noen ganger har de vært med. Det er derimot mye av modellgjennomgangen som går på det rent faglige, og som oppdragsgiver ikke trenger å ta stilling til, eller en avgjørelse på. Morten forteller derfor at opplevelsen er at mange av de problemstillingene som kommer opp på disse møtene vil sløse med tiden til oppdragsgiver, så stort sett har oppdragsgiver ikke vært med. Det har oftest vært enklere å ta de tingene som dukker opp som det er interessant for oppdragsgiver å se på, med dem etterpå. Dette kan gjøres med en gang over Lync, eller tas opp på ett av våre faste møter.

Gjennomføringen av prosjektet

Morten forteller at det i løpet av prosjekteringen har vært flere kontorer, land og fremmedspråk (andre språk enn skandinaviske) involvert, med de utfordringene det har ført med seg. Han trekker særlig frem de valgene de har gjort med datastrukturen som av stor betydning. Det ble valgt å jobbe opp mot en server. Alle som har jobbet, uansett hvor de har

jobbet fra og hva de har jobbet med, har jobbet mot den samme serveren, og følgelig den samme datastrukturen. Dette medfører at alle produserte data ligger på det samme stedet, hvor alle kan se alt og ha kontroll på hvor det ligger. Dette har blitt løst på litt forskjellige måter på de forskjellige lokasjonene, delvis på grunn av infrastrukturproblemer, med litt forskjellige hastigheter på forskjellige linjer. De kontorene som har hatt gode nok linjer har jobbet direkte mot server, mens de som har slitt, blant annet på grunn av linjehastighet, har jobbet med egne data og så lastet opp på server senere samme dag eller dagen etter. For at dette systemet skal fungere påpeker Morten viktigheten av at alle følger det lojalt. VSB hadde problemer med linjene i starten, og da de heller ikke var så flinke til å laste opp alt sitt arbeide løpende, så vi hadde noen utfordringer på det grunnlag en stund. Etter at VSB gikk ut av prosjektet er opplegget blitt fulgt ganske lojalt, og har fungert fint.

Opplegget går ut på at alle må oppdatere sine deler av modellen innen et gitt tidspunkt hver uke, og være 100% sikre på at de modellene som ligger ute er de sist oppdaterte. Deretter blir alle modellene satt sammen til en tverrfaglig modell av modellkoordinator. Det er denne det kjøres modellgjennomgang med alle fagene på annenhver uke. Morten syns dette opplegget har fungert bra, og peker på at det har vært lojalitet til opplegget, altså at folk har stilt opp på gjennomgangene.

Morten forteller at det har vært veldig få fysiske møter: Prosjektet hadde et oppstartsmøte der disiplinlederne møttes i 2014, samt en felles oppstart med Vegvesenet i Januar 2015, hvor alle i prosjektet var med. Etter de to møtene har ikke alle disipliner vært samlet samtidig noen gang. De få gangene det har vært fysiske møter etter dette har vært ved spesielle anledninger, for eksempel da MC Polska ble engasjert i prosjektet, og hadde utfordringer med å tilpasse seg språket og det norske systemet. Da dro de fire personene som utgjør kjernetemaet fra Polen til Kristiansand for å sette seg inn i systemene og arbeidsformen, og for å bli kjent med prosjektdeltakerne i Kristiansand. I alle de fysiske møtene har det vært stort faglig fokus, selv om muligheten til litt sosialt samvær selvfølgelig ble benyttet. Den første samlingen med disiplinene varte i en dag, og det ble gjennomgått hva oppdraget er på vanlig måte; hva er suksessfaktorer, budsjetter, fremdriftsplaner m.m. Mens samlingen med Vegvesenet varte i to dager, og de samme aspektene ble gått igjennom med de. Det aller meste av kommunikasjon mellom lokasjonene og de aller fleste gjennomgangene har forgått som nettmøter på Lync. I starten ble det forsøkt å bruke videokonferanser, men det fungerte ikke like bra som Lync. Morten forteller at det har vært et overraskende lite behov for å sitte fysisk sammen. Han forteller at han var litt spent i starten, men at det har fungert veldig bra.

En av grunnene han trekker fram som en mulig årsak til at det har gått bra er at organiseringen er slik at hele lederteamet, det vil si tre objektledere, prosjektstyring og Morten som prosjektleder, alle sammen har sittet samlet i Kristiansand. Det at lederteamet fysisk sitter samlet og har hatt faste møter hver uke og mulighet til å møtes også i mellom de faste møtene trekker han fram som en mulig nøkkel til suksess. For objektlederne har det vært litt forskjellig om de har hatt fagene sine tett rundt seg eller mer spredt. Allikevel har det vært veldig lite reiser og møter fysisk mellom lokasjonene for disiplinene også, noe Morten igjen understreker at har fungert overraskende bra.

Morten har observert at slik elektronisk samhandling fungerer overaskende bra: Det å bruke 3D-modellen samtidig som elektroniske samhandlingsverktøy, samt å kunne ha den oppe på skjermen samtidig som en har møter, er et stort fremskritt sammenlignet med arbeidssituasjonen for bare noen få år siden. Det har helt klart vært en forutsetning for å få det til å fungere at vi har disse verktøyene. Han påpeker at dette avhenger av styring og ledelse, samt av lojalitet. Det er maktpåliggende at disiplinlederne faktisk behersker verktøyene, og er villige til å bruke de på den måten prosjektet trenger. Alternativet til det elektroniske samarbeidet er å samlokalisere teamene, og Morten forteller at det var en mulighet i dette prosjektet også, men at da måtte prosjektdeltakerne reist og pendlet, noe som hadde påført både prosjektet og deltakerne en kjempekostnad i forhold til slik det ble organisert.

«Med de verktøyene vi har nå så viser det seg i praksis at det er mulig å få til å fungere veldig bra å sitte spredt å jobbe.»

- Morten Abrahamsen i intervju til oppgaven

En utfordring Morten trekker frem ved å sitte så spredt og miste den daglige fysiske kontakten, er at det mangler noe av den enda tettere oppfølgingen mot disiplinene og alle nivåene i systemet. Særlig med tanke på timeføringer og det å registrere endringer kunne han tenkt seg bedre kontakt med de «nederst» i hierarkiet. Allikevel tenker han at det er begrenset hvor mye en samlokalisering ville bedret dette, da det på det meste var vel 70 personer som førte timer. Og det er jo begrenset hvor mye kontakt du kan ha med hver enkelt av 70 personer. Når du får så mange mennesker å organisere så blir det uansett et problem med oppfølging fra prosjektledelse og ned til de som produserer.

I prosjektet var det fire nivåer: Oppdragsledelse, objektledelse, disiplinledelse og de som produserer. Slik måtte det ha vært også ved samlokalisering. Ledelse i store prosjekter,

uansett om det er 3 eller 4 nivåer og om prosjektet sitter samlokalisert eller ikke, byr alltid på utfordringer. Det er alltid noen ressurser som er lite inne i prosjektet som prosjektleder ikke får møtt så mye. Og om dette prosjektet skulle blitt samlokalisert så er spørsmålet hvem som skulle blitt prioritert samlokalisert: Det er ikke alle som jobber 100 % på prosjektet, så kanskje bare er 20 personer ville blitt samlokalisert, og da ville det vært store utfordringer uansett.

Morten er ikke så sikker på om det å jobbe på en annen måte vil gjort det så mye enklere. Han mener det handler mer om å bruke de verktøyene som er tilgjengelige på en fornuftig måte. Og at det er viktig at de verktøyene en tar i bruk gjør arbeidet enklere og gjør det enklere å få hele organisasjonen i tale, noe han anser som viktig for best mulig prosjektering.

Er det noen forskjell på ledelse av samlede prosjekter kontra geografisk distribuerte prosjekter?

Morten forteller at han stort sett har prøvd å være streng med meg selv og i hovedsak forholdt seg til objektlederne, og de som sitter samlet med han. Når han sammenligner situasjonen i E39 med et annet prosjekt han hadde tidligere, som var mye tyngre, der hans nærmeste satt andre steder. Så tror han det at selve lederteamet satt samlet er en stor fordel. At det var en avstand på 20 meter og at det var mulig å ta en løpende diskusjon hvis det dukket opp noe fra prosjektet som kom fra et annet sted. Det gjorde det mulig å bare gå inn på et rom, ta en beslutning og så gå videre. Så han opplever at det har vært en veldig styrke, og at prosjektet ville vært enda vanskeligere hvis den muligheten ikke hadde vært der. Morten forteller at om styringsgruppen hadde sittet mer spredt så måtte prosjektet ha hatt enda mer formelle møteplasser for å være sikker på at de hadde den tette kontakten. Han tror det da kanskje hadde vært nødvendig å ha enda flere møter en det ene faste i uka, mulig måtte de ha hatt en kjapp pep-talk to ganger i uken. Han sier han kan tenke seg at ting ville vært litt annerledes dersom prosjektledelsen også hadde sittet spredt, men at han jo ikke kan vite det, da han ikke har prøvd det. Grunnen til at han likevel tror det var at det var mye tyngre å forholde seg til alle disiplinlederne som satt spredt.

Morten sin erfaring er at selv om det er lett å kommunisere, så er det nødvendig at en har en del formelle møteplasser. Dette vil jo være nødvendig i et stort oppdrag uansett. At en har en del faste tidspunkt booka inn. Når en sitter fysisk samlet er det litt lettere å ta ting fortløpende, men det gjør en ikke når en sitter hver for seg. Derfor er det mer nødvendig med formelle møteplasser for å være sikker på at en er tett nok. Det sier seg selv at med 15-16 disiplinledere

så er det ikke mulig med uformelle møteplasser uansett om en sitter spredt eller samlet. Da trenger en de formelle møteplassene. Med en liten ledergruppe som oss fire var det lett med uformelle møteplasser, og det måtte nok vært mer formelt om vi satt spredt.

I et stort prosjekt trengs det uansett formelle møteplasser, og han er ikke sikker på om det er så annerledes å sitte geografisk distribuert. Likevel tror han ikke at der er noen fordel for prosjektet å sitte spredt.

4.2 Riksvei 110, Østfold

Oppdragsleder for Riksvei 110, Østfold er Ottar Gundersen jobber som oppdragsleder ved Multiconsult i Fredrikstad. Her står Multiconsult for all prosjektering, og Vegvesenet er byggherre.

Oppsett av prosjekterende fag.

Riksvei 110 Østfold prosjektet startet som en oppgave med å lage en byggeplan for en 14 km lang veistrekning med veldig dårlige grunnforhold og mange konstruksjoner.

Kjerneteamet har sittet spredt mellom Fredrikstad og Oslo. Vi har hatt Vei i Oslo, VA i Oslo, Konstruksjon i Fredrikstad, Oppdragsledelsen i Fredrikstad, Lark i Oslo, Støy i Oslo, Geo i Fredrikstad. Det teamet som jobbet tett sammen i starten var da mye samlokalisert.

Bruk av ICE-metodikk

Ottar forteller de startet prosjektet med en liten tverrfaglig gruppe med dyktige fagfolk som gikk gjennom de alternative løsningene ordentlig sammen med oppdragsgiveren. Her ble det bestemt hvilken retning prosjektet skulle begynne, hvordan problemet skulle angripes, og hvordan det skulle løses. Disse prosjekteringsmøtene ble holdt i Fredrikstad, og Vegvesenet, som er oppdragsgiver, var tilstede. Etter møtene dro folk tilbake til sine respektive kontorer for å jobbe med sine respektive oppgaver, så hadde vi prosjekteringsmøter innimellom møter med oppdragsgiver, og disse var blant annet på video. Etter hvert som avgjørelser ble tatt om typer løsninger ble det hentet inn flere personer til å prosjektere ut løsningene. Ottar opplevde at dette fungerte veldig bra, men at de da gikk over til å ha prosjekteringsmøter sjeldnere, da det ble alt for mange folk. Gjennom prosjekteringsperioden er det holdt møter med oppdragsgiver hver 14. dag, hvor de blir orientert om prosjekteringen og involvert i

avgjørelsene de må eller ønsker å mene noe om. Dette er egne møter med kjerneteamet. Prosjekteringsteamet sitter mer i bakkant og jobber med løsningene etterpå.

Etter hvert som løsningene ble mer ferdige og klare til å prosjekteres ut, forteller Ottar at det har fungert veldig bra med at noen har jobbet med prosjektet både i Oslo og i Fredrikstad. Litt av nøkkelen her er at det helt fra starten er brukt 3D-modell og at det har vært gode rutiner for modell- og tegningsproduksjon. 3D-modellen har blitt brukt helt fra starten, til å finne løsninger og til orientering i prosjektet. Dette har medført at det har vært en form for kontinuerlig tverrfaglig kontroll av modellen. Modellen har også blitt et verktøy til bruk for uttegning av detaljer.

Ottar påpeker at modellen har vært særlig verdifull da det er relativt komplisert og trangt på byggeplassen, med flere forskjellige eksterne utfordringer å forholde seg til i prosjekteringen, som eksisterende bygg, tett trafikkerte veier, geoteknikk grunn, reguleringsplaner og reguleringsgrenser. Dette har etterlatt lite spillerom til prosjekteringen, og det har vært viktig at alle disse elementene har blitt ivaretatt hele veien. Dette opplever Ottar har fungert bra.

Gjennomføring av geografisk distribusjon i prosjektene

Ottar forteller at Riksvei 110 Østfold stort sett blir gjennomført som et samarbeidsprosjekt mellom kontorene i Oslo og Fredrikstad, der prosjektet hører hjemme i Fredrikstad, og har noen rene disipliner i Fredrikstad, mens noen disipliner er delt mellom Oslo og Fredrikstad. Han opplever at dette egentlig har fungert veldig bra, da de fagene som har vært delt har hatt god internkommunikasjon seg imellom. Det har vært mange fysiske møter mellom Fredrikstad og Oslo, kanskje mer på VA og Vei enn på konstruksjon, da de hadde disiplinleder i Oslo. Ottar påpeker at når avstanden mellom kontorene ikke er større enn mellom Oslo og Fredrikstad så bør en møte hverandre fysisk over bordet noen ganger og gå gjennom tegninger og lignende, og ikke bare basere seg på videomøter. Han tenker at det sikkert kan være mulig å kjøre hele prosjekter over video- eller lynmøter, og at det er veldig bra supplement, men understreker viktigheten av å møtes, være tilstede i prosjektet, og få «følelsen for det». I alle fall mener han dette er viktig når avstandene er av den størrelsen de hadde på R110 i Østfold.

Ottar mener det viktigste i et prosjekt er at teamet som skal jobbe med løsningene er godt besatt og riktig bemannet, og at dette er viktigere enn hvor de sitter. Han anser det også som viktigere at det er en enhetlig forståelse i prosjektet, og at alle er komfortable med å spørre spørsmål og si ifra når det er noe. Videre peker Ottar på lojaliteten til prosjektet, og viljen til å

levere. Når det kommer til vurderingen av ette så sitter han med en opplevelse av at Oslokontoret hadde veldig mye å gjøre, og at de oppgavene de tok på seg for Fredrikstadkontoret i dette prosjektet ble sett litt på som «hår i suppa», hvor de måtte hjelpe Fredrikstad. Han opplever at prosjektet er viktigere og større for Fredrikstad enn det er for Oslo. Videre tror han dette har ført til at de som har jobbet med prosjektet i Oslo har følt mindre eierskap til oppgaven, og derfor ikke prestert så bra som mulig. Kontrasten er Warszawakontoret som virket veldig interessert i å løse de oppgavene de tok på seg, og Ottar satt med en opplevelse av at de i større grad hadde lyst til å vise seg frem.

To erfaringer med å sette bort deler av oppdraget.

Den disiplinen som har hatt mest omfattende arbeid er Konstruksjon. I utgangspunktet var det tenkt at Fredrikstad skulle håndtere all prosjektering av konstruksjoner, men på et tidspunkt ble det opplevd at det ikke var tilstrekkelig med ressurser til å få gjennomført eller prosjektert alle løsningene på alle konstruksjonene på en gang. Det ble derfor bestemt å sette bort deler av konstruksjonsarbeidet til Oslo. Dette ble gjort ved at Oslo overtok noen kulvertkonstruksjoner i sin helhet.

Dette førte til noen utfordringer, da det viste seg at Fredrikstad og Oslo har litt forskjellige måter å utføre enkelte prosjekteringsoppgaver på. Når Oslo tok over enkeltkonstruksjoner i sin helhet, var det ingen utveksling mellom Fredrikstad- og Oslokontoret på et nivå der dette kunne ha blitt oppdaget. Derfor har løsninger for kulvertkonstruksjoner laget i Fredrikstad og Oslo blitt levert til Vegvesenet samtidig, som har sett forskjellene med en gang. Dette skjedde fordi det ikke var kjent at enkelte ting blir løst litt forskjellig i Fredrikstad og Oslo, og Fredrikstad ikke hadde tid eller kapasitet til å følge opp ordentlig og fange det opp tidlig nok. Grunnet dette ble også all kontroll gjennomført i Oslo.

I en senere fase av prosjekteringen oppstod det igjen et kapasitetsproblem hos konstruksjon, og nye konstruksjoner måtte settes ut til andre. Denne gangen ble de satt ut til den polske avdelingen av Multiconsult i Warszawa, MC Polska. Som følge av resultatet av utsettelse av konstruksjonsdeler til Oslo, og det faktum at det var lite kjennskap til hvor flinke MC Polska var i Fredrikstad, ble det satt i gang en mer omfattende prosess i forkant av at MC Polska overtok konstruksjonene. De som skulle jobbe med konstruksjonene reiste opp til Fredrikstad, hvor det ble tatt en gjennomgang av konstruksjonene og prosjektet. De fikk tegningsmaler, innføring i de oppsett av modeller som ble brukt og fikk se eksempler på ting som var gjort

tidligere. Ottar understreker erfaringen som ble gjort i prosjektet med å bruke tid på de første produktene og gjøre en ordentlig gjennomgang når en setter ut en slik prosess, slik at en vet at alle starter på rett kurs.

Det ble også lagd en «call of agreement», som var en nedskrevet versjon av de forventningene som eksisterte i prosjektet. Dette ble også gjort med avtalen med Oslokontoret, men i et mindre omfang. Et annet aspekt som gjør at avtalen med MC Polska måtte være mer omfattende er at kontoret i Warszawa er organisert som et datterselskap. Dette gjorde at det måtte mer omfattende avtaler på plass i utgangspunktet, for å håndtere også andre aspekter, som for eksempel timeforbruk.

I tillegg er avtalene i seg selv er også forskjellige, avtalen med MC Polska er mer spesifikk. MC Polska fikk også en bedre gjennomgang av måten å gjøre det på. I løpet av prosjekteringsgjennomføringen i Polen ble det kjørt ukentlige oppfølgingsmøter mellom Polen og Fredrikstad over Lync, der deres foreløpige leveranser, beregningsrapporter osv. ble gjennomgått. Dette ble ikke gjort med Oslo, hvor det ble forventet at leveransene ville være gode. Denne metodikken ble innført som følge av erfaringer fra samarbeidet med Oslo, der det ikke hadde vært noen form for oppfølging underveis, og som følge av erfaringene fra det forrige prosjektet MC Polska hadde jobbet med i Norge, som var E18 Tvedestrand – Arendal. Den solide starten, metodikken og de ukentlige oppfølgingen har gjort at samarbeidet og resultatet har fungert mye bedre enn det som var med Oslo.

Ottar spekulerer i om en annen forklaringsmodell enn metodikken for det bedre resultatet kan ha vært at alle i prosjektet følte de måtte skjerpe seg når de skulle jobbe med de fra Polen, da de så for seg at mye mer kunne gå galt enn i samarbeidet med Oslo. Dette er noe han anser som naturlig da MC Polska måtte levere tegningene på norsk, så utgangspunktet for avtalen var å anse som mer krevende. Dette førte til at alt opp mot Polen ble gjort litt bedre, mens samarbeidet med Oslo ble meget rutinemessig, og mindre observant gjennomført. Allikevel er Ottar tydelig på at han gjerne skulle gjennomført samarbeidet med Oslo mer i stil med det med Polen.

For å oppsummere de forskjellige erfaringene trekker Ottar frem dialog og oppfølging som viktig, slik at det ikke får gå for langt før en får korrigert kursen. Det er viktig å få fanget opp forskjeller, uenigheter eller andre ting som kan påvirke prosjektet negativt så tidlig som mulig. Det er også viktig at de vi setter bort jobben til stiller de kritiske spørsmålene, og er proaktive med tanke på løsninger. Det må også være en selvfølge at de som overtar en slik

jobb går inn og ser på løsningene på det som allerede er levert eller på det som holdes på med på det stedet en jobber. En av erfaringene er å virkelig sjekke ut med den som har fått oppgaven at han har forstått omfanget, tidsrammene og hvordan det skal gjøres og løses. Dette sjekkes ut gjennom dialog og kommunikasjon, og det er viktig å sørge for at disse aspektene avklares før det har kommet for langt.

All kontroll ble altså gjort i Oslo uten at vi (Fredrikstad) hadde tid eller kapasitet til å følge det opp og fange opp avvik tidlig nok. Vi måtte bare satse på at det gikk bra, og så rette det opp i ettertid. Praktisk i hverdagen blir dette mye lettere når en sitter i nærheten av hverandre. Når en skal bruke tid på dialog og oppfølginger det vanskeligere når en sitter på geografisk adskilte lokasjoner, og i en hektisk produksjonsfase. Da må en stole på at den en samarbeider med leverer det han/hun skal. Det som har vært litt vanskelig med tanke på å sitte geografisk distribuert, i alle fall med tanke på tid til oppfølging, er å følge opp disse løsningene som prosjekteres i hverdagen, slik at det det vi jobber med i Fredrikstad og Oslo blir likt.

For å kunne skape nødvendig tillit er det avhengig av begge sider. En må være tydelig på hva en forventer, og så må en sjekke ut med den en setter bort arbeidet til at de skjønner hva som er forventningen, slik at de ikke bare durer i vei og gjør som de pleier. De i Oslo burde kanskje sett på noe av det som var produsert i Fredrikstad før de gjorde ferdig alt sammen. De burde sjekket ut utseende på tegninger, detaljer osv. Dette har vært et case i dette prosjektet på den litt negative siden, eller med forbedringspotensial, noe vi har lært av.

4.3 E6 Frya-Vinstra

E6 Frya-Vinstra er et delprosjekt på strekningen E6 Biri – Otta i Gudbrandsdalen, hvor Multiconsult står for prosjekteringen. Og oppdragsleder for prosjektet er Bjørn Clausen, som har lang erfaring med å lede prosjekteringsoppdrag med en rekke forskjellige samarbeidsformer. På strekningen skal E6 hovedsakelig bygges i ny trasé med tofelts vei med midtrekkverk og forbikjøringsfelt. E6 Frya-Vinstra omfatter utbygging av 19 km E6, inkludert en tunnel på 4,3 km, 20 konstruksjoner og 10 km lokalveier. Multiconsults leveranse i dette prosjektet er all prosjektering levert i form av tegninger og 3D-modelleringer.

Oppsett av prosjekterende fag.

Bjørn forteller at Multiconsult har alle prosjekterende fag, med unntak av fire broer, som er satt ut til en underleverandør, Johs Holt AS. Organisasjonen sitter litt spredt, med fagene hovedsakelig fordelt mellom Oslo, Trondheim og Bergen, med Prosjekteringsleder i Mo i Rana, dette er vist i tabell 3 nedenfor.

Tabell 3 Oversikt over plassering av prosjekterende E6 Frya - Vinstra

Oslo	Trondheim	Bergen	Mo i Rana (underlagt Trondheim)
Jernbane	Vei	Elektro tunell	Prosjekteringsleder
Geoteknikk	VA		
Elektro	Akustikk		
Geologi			
LARK			
Johs Holt AS (underleverandør, på eget kontor)			

I følge Bjørn er dette relativt uheldig da han anser det som mye bedre om fagene sitter sammen. Han påpeker videre at det er enkelte «kjernefag», som det er viktigere at sitter sammen enn andre. For dette prosjektet anser han kjernefagene som Vei, VA og LARK. Han påpeker derfor at det er bra at Vei og VA sitter sammen da de er to viktige fag for veiprojektering. Derimot mener han at LARK også burde sitted sammen med disse, da dette ville bedre samhandlingen mellom kjernefagene.

Bruk av ICE-metodikk

Prosjekteringen gjennomføres ved at alle fagene jobber i hver sin fagmodell, deretter importerer alle fagmodellene inn i en større modell, i Navisworks, der alt samles. Tegningene lages fra fagmodellene, og skal stemme en til en med den samlede modellen.

Bjørn forteller at i alle fall primærfagene, for veibyggning er det vei, va, elektro og kanskje Geo (og landskap) bør være samlet, mens sekundærfagene (aku, ribb, hydro) ikke er så viktige. Premissfagene bør sitte samlet for å kunne snakke godt sammen.

Utfordringene med å gjennomføre prosjekteringsmøter uten å være samlet er på kommunikasjonsbiten og det å ha gode nok verktøy til at når en sitter på Lync, så får en opp de modellene du trenger til å kunne få diskutert de aktuelle problemene.

Gjennomføring av geografisk distribusjon i prosjektene

Grunnet de mange lokasjonene for prosjekterende fag i prosjektet er alle prosjekteringsmøtene gjennomført ved hjelp av videokonferanser. De lokasjonene som er med på disse møtene er: Anleggsplassen på Ringebu, Vegvesenets kontor på Lillehammer, og alle Multiconsults lokasjoner; Trondheim, Oslo, Bergen og eventuelt Stavanger og Kristiansand. Dette har ført til at det ofte har vært press på videodelen, enten ved at videokonferanseløsningen ikke har nok kanaler, eller at det rett og slett er for mange lokasjoner til å kunne fornuftig få de på en skjerm. «Altså: 6-7 lokasjoner på video, det går ikke på en skjerm».

Ut over dette så opplever Bjørn at det i selve prosjekteringsfasen er et problem med geografisk distribuerte prosjekter at du ikke får den daglige samtalen, hvor du kan stå over en tegning og diskutere problemstillingene direkte. Geografisk distribuerte prosjekter krever en del ekstra organisering for å kunne få til disse samtalene, og da særlig i starten av prosjektet da Lync ikke var ordentlig rullet ut i organisasjonen ennå og ikke fungerte så bra som det gjør nå. Bjørn påpeker at når programvaren ikke fungerte ordentlig så økte terskelen for å bruke det.

Bjørn skiller også mellom Lync og videomøter, der videomøter er videokonferanseteknologi med oppsett av spesielle kameraer og skjermer i forskjellige møterom. Lync er Microsoft programmet Skype for business eller eventuelt lignende programmer, hvor det ikke er nødvendig med mer enn en pc. Han forteller videre at de ikke hadde Lync, eller lignende programmer, i starten av prosjekteringen, og at de derfor begynte å bruke videomøter. Bjørn opplever videomøter som problematiske da en på videomøter ikke får delt de tegningene en ønsker å dele i tilstrekkelig grad. Det er mulig, men det blir litt tungvint. Dette gjør at det oppleves å være kommunikasjonsbarrierer knyttet til videokonferanser. Disse barrierene gjør at det blir vanskelig å bli helt enige om de forskjellige løsningene og prosjekteringen av de, da det er vanskelig å overføre like mye informasjon gjennom videomøter som i vanlige møter. Bjørn påpeker videre at slike barrierer ikke bare er et problem i selve kommunikasjonen, men

at de også lager barrierer for å benytte kommunikasjonsformen, noe som fører til mindre samhandling i prosjektet.

«Utfordringen har vært at vi ikke har klart å få opp alle problemstillingene og diskutert de ordentlig, du får kanskje et prosjekteringsgrunnlag som burde vært på 100 %, men som ligger på 80 % fordi det er en del ting du ikke får diskutert.»

- Bjørn Clausen i intervju til oppgaven

Etter hvert som prosjektet har pågått så har Skype for business blitt implementert i Lync, og Bjørn forteller at det i prosjektet har blitt brukt mer og mer Lync. Den store fordelen med Lync sammenlignet med videomøter er at de som bruker det sitter ved pcen sin, og derfor kan jobbe sammen i modellen samtidig, som de er på lync. Dette har gjort det mulig å gå inn i flere problemstillinger enn ved et videomøte, og økte muligheten til å jobbe fra forskjellige lokasjoner. Bjørn forteller at når de har møter i Lync så er fokuset på modellen, og det derfor ikke er nødvendig å se hverandre, noe som løser mange av problemstillingene knyttet til mange deltakere. Dette har ført til at Lync har blitt brukt mer og mer igjennom prosjektets løp. Sammenlignet med videomøter forteller Bjørn at han opplever møter på Lync som helt klart raskere og mer «to the point». Det blir ikke så mye utenomstakk og fokuset er stort sett på skjermen. Hvis møtet er forberedt bra, som jo er en forutsetning, så er Lync helt klart en god kommunikasjonsform.

Bjørn forteller at etter som de begynner å nærme seg slutten av prosjektet, og det er mest byggeplassoppfølging igjen, så begynner mesteparten av kommunikasjonen å gå på epost og Lync. Det er også fysiske møter, men disse er nå i større grad når prosjektet skal evalueres, og ikke for å detaljprosjekttere.

Et annet problem som oppstod knyttet til at prosjektet var geografisk distribuert var tilkobling til server. Bjørn forteller at prosjekteringen gjennomføres gjennom at det bygges en datamodell av strekningene som skal prosjekteres, og at det er i denne modellen utveksling av data foregår. Denne modellen må fysisk være plassert på en server, og i starten måtte det derfor tas et valg med tanke på de mange lokasjonene og plassering av server. Datamodellen er typisk bygget opp av veldig store datafiler som må lastes ned fra serveren når de skal jobbes med, for etterpå å lastes opp igjen. Det ble satt opp en server i Trondheim, en i Kristiansand og en i Oslo, og de fagene som satt tyngst på et område hadde sine filer på den lokale serveren. Problemene oppstod når noen på en lokasjon trengte noe som var på en annen

server, da dette krevde at de lastet ned og opp de store filene over internett, noe som tok mye datakraft og tid. For eksempel kunne LARK sitte i Oslo, og det tok «evigheter» å få opp de litt tyngre tegningene, som viste store områder. Dette ble opplevd som frustrerende, da det tok mye tid. Samtidig er Bjørn klar på at dette er et problem som gradvis virker å bli borte med teknologiutviklingen, da han mener at problemet var størst i 2013-2014, og har blitt mindre siden det. Det er allikevel naturlig å anse dette som et problem knyttet til at lokasjonene var geografisk adskilt, da det å flytte alt til en server uten å samlokalisere rundt den, bare vil flytte problemet. For delvis å løse dette problemet forteller Bjørn at de nå har gått ned til to servere i prosjektet, en i Trondheim og en i Oslo.

4.4 SMISTO

SMISTO er utbyggingen av Smisto kraftverk. Et kraftverk som bygges ut i Nord-Norge, hvor MC står for prosjekteringen og Hæhre Entreprenør AS er entreprenør. Herman Bjørn Smitt er oppdragsleder for prosjekteringen av utbyggingen. Hoveddelen av arbeidene er fjellarbeider, og i tillegg er det bygging og installering av kraftverk. Dette prosjektet skiller seg fra de andre prosjektene som brukes i denne oppgaven, da det ikke er et samferdselsprosjekt. Grunnen til at det allikevel anses som interessant er at det er stor involvering av entreprenør på en byggeplass plassert et godt stykke fra prosjekteringskontorene, som også ligger spredt. Videre er det i dette prosjektet blitt enighet om å forsøke å bruke modellen mest mulig for kommunikasjon og grunnlag for entreprenørarbeider.

Oppsett av Organisasjonen

For Smistoutbyggingen er har MC de rådgivende ingeniørfagene der de tekniske fagene (Elektro og Maskinteknikk) er lokalisert i Fredrikstad, en del mindre premissfag er lokalisert i Trondheim, mens de resterende største fagene (Byggteknikk, Geologi og Hydrologi) er lokalisert i Oslo. Anleggsledelsen sitter på anlegget, men reiser en del frem og tilbake til Oslo for møter. Prosjekteringskoordinator reiser en del rundt, men sitter mye i Sandnessjøen hvor han har kontor. I tillegg er det noen sideleverandører som leverer deler til kraftstasjonene som må involveres i prosjekteringen. Herman forteller at det i prosjektet holdes løpende kommunikasjon mellom alle involverte parter, selv om de ikke møtes hele tida. Fagene besøker anlegget etter behov. Geologene vært på anlegget en del ganger mens bygg ikke har hatt så mye behov for å være der.

Bruk av ICE-metodikk

Det ble tidlig i prosjektet klart at både Hæhre og MC ønsket å jobbe i og kommunisere med modellen. De ville forsøke å få hovedleveransen av prosjekteringen til å være i modellen. For å få til dette har det vært nødvendig å ta flere runder hvor en har jobbet for å forstå hverandres arbeidsprosesser slik at det ble mulig å utvikle en arbeidsmetodikk som passet for prosjektet. Særlig dette med å unngå tegninger har det blitt lagt vekt på, da Herman understreker at hvis de endte opp med å ta masse pdf-utskrifter i stedet for å levere tegninger, så forsvant mye av gevinsten.

Prosessen med å gå bort fra tegninger startet allerede i kontraktsforhandlingene, hvor Hæhre ønsket at prosjekteringskoordinator fra Hæhre og oppdragsleder fra MC skulle stå for den daglige kontakten mellom MC og Hæhre. Hæhre ønsket videre at det ble lagt enn innsats i å få en gjennomgående enighet om, og at det ble laget en beskrivelse av hvordan prosjektet skulle jobbe sammen. Og det var i dette arbeidet at det kom fram at det eksisterte et felles ønske om å drive prosjektet i modellen. Fra Hæhre stammet ønskene fra erfaringer med at et komplett tegningssett for et så stort prosjekt kunne bli krevende å håndtere på en effektiv måte. Hæhre hadde også gode erfaringer med maskinstyrt driving av tunneler og fjellrom, hvor en modell er en klar fordel da den enkelt kan lastes inn i maskinen(e). Derimot var det et lengre stykke å gå på byggbare delen av prosjektet, både i møte med de som skal utføre jobben, men også for anleggsledelse og byggherre, som er vant til å få tegninger å forholde seg til. Derfor ble det tidlig satt i gang med å tenke en del på og strukturere måten å jobbe på. Det har også blitt gjennomført kreative prosesser for å finne ut hva Hæhre virkelig trenger, noe som har ført til at hele prosjektet har blitt en slags utviklingsprosess. Herman påpeker at det ikke er slik at de absolutt ikke skal lage tegninger, men at de skal prøve å unngå det, og har derfor brukt tid og krefter på å tilrettelegge for å unngå det. Han forteller videre at den største utfordringen fortsatt er å lage et underlag som kan brukes.

I starten av prosjektet ble det gjennomført en samling, hvor det var noen få tilstede fra oppdragsgiver, entreprenør og oppdragsleder fra MC. Dette var ikke en klassisk oppstartssamling da det ble snakket mye om kommunikasjon og arbeidsform før kontrakten ble skrevet, det var derfor mest fokus på fremdrift. Det var ingen formenn eller disiplinledere tilstede, og Herman forteller at det i ettertid kanskje hadde vært en ide å ha de med, eller i alle fall hatt et møte med de, for å snakke om hvordan modellen fungerer og utveksle tanker om det.

Modellen er tilgjengelig for byggeplassen gjennom et program som heter Solibri viewer. Alle i prosjektet har mulighet til å gå inn å se på den, men ingen andre enn MC kan endre på modellen, da det er den som er leveransen fra prosjekteringen. MC trenger kontroll på modellen for å vite hva som leveres. Det legges opp til at entreprenøren finner informasjonen i modellen, slik at de kan kommunisere tilbake til MC. Modellen oppdateres kontinuerlig, og det kjøres jevnlig gjennomganger av modellen med sideleverandører, leverandører av forskjellige installasjoner til kraftverkene, der Hæhre er invitert. Ellers involveres Hæhre fortløpende dersom det er noe prosjekteringsgruppen er usikre på eller tror Hæhre vil ha en mening om.

Gjennomføring av geografisk distribusjon i prosjektene

Herman forteller at de i prosjektet ikke har en bestemt tilnærming til om de kommuniserer digitalt eller prøver å samles. De gjør begge deler og opplever ikke at det er noen komplikasjoner knyttet til det. Han trekker frem det at de hadde et oppstartsmøte i starten av prosjektet der det at de møttes er en faktor som gjør det enklere å ta diskusjoner på avstand i ettertid. Videre forteller han at det stort sett er størrelsen på de avgjørelsene som skal tas som avgjør om de skal møtes fysisk eller ikke. De prøver å møtes for de største avgjørelsene, men ut over det tilstrebes det at all kommunikasjon foregår fortløpende.

Fagene lokalisert i Fredrikstad har så langt bare vært involvert i prosjektet gjennom et oppstartsmøte, som forklarer om rammer og status. De har ikke vært i Oslo, og det er ikke avklart hvordan deres rolle blir i videre detaljering. Dette er fordi de representerer et litt mindre felt. Det har blitt avholdt jevnlig mindre møter med de, samt at de er med på de kvartalsvise gjennomgangene av prosjektet. De tekniske fagene er en mindre del av prosjektet, og de jobber med sine egne modeller, som så linkes inn i hovedmodellen. Småfagene i Trondheim er mer premissgivere, som ikke modellerer deler av konstruksjonen, men mer kommenterer modellen. Eksempelvis er Brann et premissfag som forteller hvordan ting skal bygges, installeres og gjøres i henhold til forskriftene. Kjernegruppen er mindre, slik at det er lettere å ha oversikt, selv om de ikke sitter sammen. Og det handler om å prate sammen og følge opp, slik at alle er oppdatert og har en felles forståelse.

Det kjøres jevnlig gjennomganger med sideleverandører, der også Hæhre er invitert. I tillegg kjøres det kontinuerlig mindre avklaringer. Herman forteller at det avhengig av hvilke møter de har er forskjellige grader av deltakelse fra de forskjellige deltakerne. Noen ganger er det

med noen som bare skal observere, og således ikke trenger ta en aktiv funksjon, mens de andre ganger er naturlig med i diskusjonen. Dette gjelder både de som er fysisk tilstede på møter og gjennomganger, og de som er med over Lync. Involvering av de som er med på møter over Lync kan være en utfordring, avhengig av hvor aktive de trenger å være. Herman tror kanskje det også er litt personavhengig, og påpeker at det er viktig å kjenne de som sitter på den andre siden av Lyncforbindelsen og vite hvem de er, og i hvert fall vite om de i det hele tatt sitter der. Det er en reell problemstilling å involvere forskjellige lokasjoner i et møte, men det er ikke alltid et problem. Herman forteller at han tenker litt på det, blant annet gjennom å passe på å introdusere de han vet sitter på de forskjellige plassene. Ofte når jeg prater med eksterne så har vi ikke utstyr som gjør det mulig både å se hverandre og å dele skjerm, men internt i MC får vi det til. Med eksterne kommunikasjonspartnere må en velge, og da velger en å dele skjerm. Det hadde vært ideelt å få til begge deler, da ville en fått mer forhold til den på den andre siden.

Herman påpeker at uansett om en sitter like ved hverandre eller langt unna, så handler det om å snakke med hverandre oftere heller en sjeldnere for å høre hva de forskjellige driver med, og hvis en har et behov så må en ta det opp med en gang. Det handler om oppfølging og kommunikasjon.

Kommunikasjonsmessig er Hermans erfaring at de fleste synes det fungerer fint å sitte ved pulten og dele skjerm når det bare er to stykker som snakker sammen. Når det er flere som er med i et møte har han et ønske om å kunne teste ut smartskjermer, hvor det er mulig å tegne og kommunisere direkte på skjermen. Dette er fordi han har erfaring med at det av og til er nødvendig å tegne enkle skisser for å kunne utforske et problem, og hvis det gjøres på en tavle i et møterom så mister en fort de som bare ser modellen. Således kan det at man ikke har prosjekteringsmøter fysisk samlet hemme kreativiteten i prosjekteringsgruppen.

5. Diskusjon

I dette kapitlet vil det gjennom å knytte forskningsspørsmålene til formålet til oppgaven bli forsøkt å sette resultatene inn i en større sammenheng. Kapitlet vill søke å finne den beste praksis fra casene for å kunne svare på forskningsspørsmålene, og ta ut lærdom på hvordan gjennomføre geografisk distribuerte prosjekter med bakgrunn i VDC metodologi. Teorien fra CIFE operer med en del andre navn på enkelte elementer enn det som kommer fram fra intervjuene, selv om innholdet i elementene i stor grad er det samme. Dette kommer trolig fra ulike oversettelser og etablerte praksiser for navngivning i Norsk byggenæring og hos CIFE

5.1 Sammenligning av organisasjon og prosjektomfang av casene

Tabell 4 oppsummerer kort hovedelementer fra intervjuene med oppdragslederne knyttet til organiseringen av prosjektet, gjennomføringen av VDC/ICE og gjennomføringen av geografisk distribuerte prosjekter.

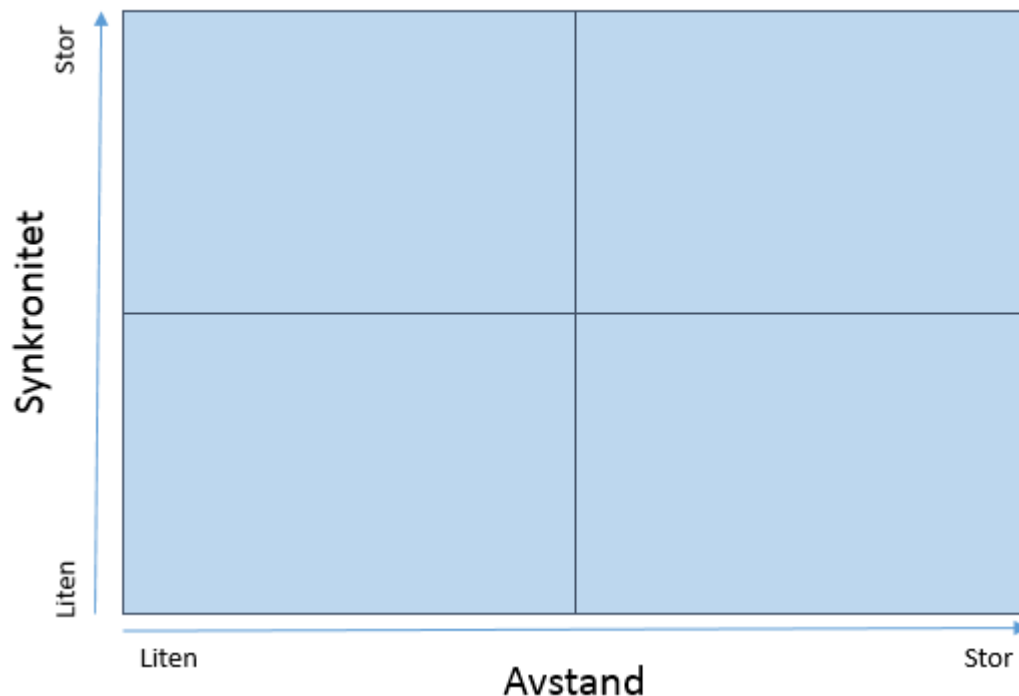
	E18 Tvedestrand – Arendal	R110 Østfold	E6 Frya-Vinstra	SMISTO
Organiseringen av prosjektet	Prosjekterende fag spredt ut over en rekke kontorer. Prosjektledelsen er samlet i Kristiansand, men utover dette er det ingen samlokaliseringer som markerer seg.	Et kjerneteam som er spredt mellom Oslo og Fredrikstad, med oppdragsledelsen i Fredrikstad.	Fagene er spredt mellom tre kontorer, med prosjekteringsleder på et fjerde. To av kjernefagene VA og Vei er plassert på samme kontor	Fagene er spredt over tre kontorer, med tyngden av prosjekterende plassert i Oslo. Stor involvering av entreprenør.
Gjennomføring av VDC/ICE	Gjennomførte modellgjennomgang med alle fag hver andre uke, med en mindre gjennomgang ukene i mellom. Disse er i sin helhet gjennomført over videokonferanse eller Lync.	I starten ble prosjekteringsmøtene holdt ukentlig i Fredrikstad, med hele kjerne teamet til stedet. Etter som løsningene har blitt sikrere har det blitt en større digitalisering av møtene.	Gjennomført ukentlige prosjekteringsmøter over først videokonferanser, og så Lync.	All kommunikasjon foregår i modellen, og alle involverte har tilgang til denne og kan gi kontinuerlige tilbakemeldinger. Det gjennomføres jevnlig modellgjennomganger der alle involverte i prosjektet er invitert.
Gjennomføring av geografisk distribuerte prosjekter	Et oppstartsmøte med alle disiplinledere og en oppstartsgjennomgang med Byggherre. Siden ingen større fysiske samlinger, og nesten hele oppdraget er gjennomført med kommunikasjon mellom forskjellige lokasjoner.	Det har to former for samarbeids på tvers av kontorer i dette prosjektet. Oslo og Fredrikstad har hatt disipliner som har jobbet på begge lokasjonene. Og så har det i to omganger blitt satt ut deler av prosjektet i sin helhet til henholdsvis Polen og Oslo.	Noen få fysiske møter, som i hovedsak er for å evaluere prosjektet. Servere plassert på tre lokasjoner.	Ingen bestemt tilnærming til om kommunikasjon skal skje digitalt eller i fysiske møter. Størrelsen på de avgjørelsene som skal tas som avgjør om det er nødvendig å møtes.

Tabell 4 Hovedelementer fra intervjuene

5.2 Gjennomføring av geografisk distribusjon i prosjektene

5.2.1 Geografisk distribusjon som funksjon av synkronitet og avstand

Dersom en ser på de to dimensjonene for distribuerte prosjekter som ble ansett som mest relevant fra Evaristo et al. (2004) sine forslag til mulige dimensjoner, blir det mulig å vurdere geografisk distribuerte prosjekter innen to akser, synkronitet og opplevd avstand. Dette stemmer godt overens med resultatene fra intervjuene. Det er ut fra dette mulig å trekke opp en matrise for bedre å kunne sette vurderingene i system, som vist i figur 10. I denne matrisen vil et samlokalisert ICE-prosjekt befinne seg øverst i venstre hjørne, med minst mulig avstand og størst mulig synkronitet.



Figur 10 Matrise: Synkronitet mot avstand

Synkronitet beskriver i hvilken grad alle prosjektdeltakere jobber på samme prosjekt samtidig, og det kan evalueres med hvor ofte de forskjellige lokasjonene sjekker opp mot hverandre. Dette vil altså beskrive i hvilken grad samarbeidet mellom de forskjellige lokasjonene avhenger av hverandre i det daglige. Eksempel på dette kan finnes i intervjuet med Ottar Gundersen om gjennomføringen av R110 Østfold. Der hadde de to ytterpunkter for avhengigheter mellom lokasjoner. Det første ytterpunktet er de større deler av prosjektet som i sin helhet ble satt ut til andre kontorer, Oslo og Warszawa, og karakteriseres ved lav

avhengighet i hverdagen. Dette må tolkes slik fordi det kontoret som jobber med den delen av prosjektet i utgangspunktet er helt i stand til å løse oppgaven på egen hånd, og således nesten kan se på den som et hvilket som helst annet oppdrag. Det andre ytterpunktet er når en disiplin har personell plassert på flere kontorer, eller når to disipliner som avhenger mye av hverandre er plassert på flere kontorer. I disse tilfellene kreves tilnærmet daglig kontakt, og det stilles således helt andre krav til samhandlingsverktøy og rutiner.

Med opplevd avstand menes den avstanden som prosjektdeltakere opplever at det er mellom to lokasjoner, avhengig av faktisk geografisk avstand, hvilke verktøy som brukes og opplevd tilgjengelighet. Der vil det være slik at jo større avstand det oppleves å være mellom to lokasjoner, desto vanskeligere oppleves kontakten mellom de å være. Opplevd avstand er en størrelse det kan være vanskelig å kvantifisere, da det er så mange forskjellige elementer som i varierende grad påvirker den. I hvilken grad de forskjellige elementene påvirker kan også variere fra person til person. Det som er viktig å påpeke er at summen av faktorene gjør at det kan oppleves som om avstanden mellom kontorer i Oslo og Trondheim er mindre enn mellom to kontorer i Oslo, avhengig om de er samme eller forskjellig selskap, har de samme arbeidsmetodene og verktøyene osv. I intervjuene kom det også frem at de forskjellige kontorenes hastighet på datatrafikk, dvs. hastigheten de kunne laste noe opp og ned fra server, påvirket opplevelsen av avstand hos prosjektdeltakerne.

Når en ser på prosjektene gjennom dimensjonene synkronitet og opplevd avstand, blir det tydelig at et prosjekt kan plasseres mange forskjellige steder i matrisen, avhengig av hvilket samarbeid i prosjektet som vurderes. Eksempelvis vil prosjekteringen av Riksvei 110 i Østfold ha samarbeid som kan plasseres i alle fire rutene i matrisen. Derfor blir det mer naturlig å bruke matrisen på å vurdere hvert enkelt samarbeid som har foregått mellom de forskjellige kontorene internt i prosjektene enn på prosjektet som helhet.

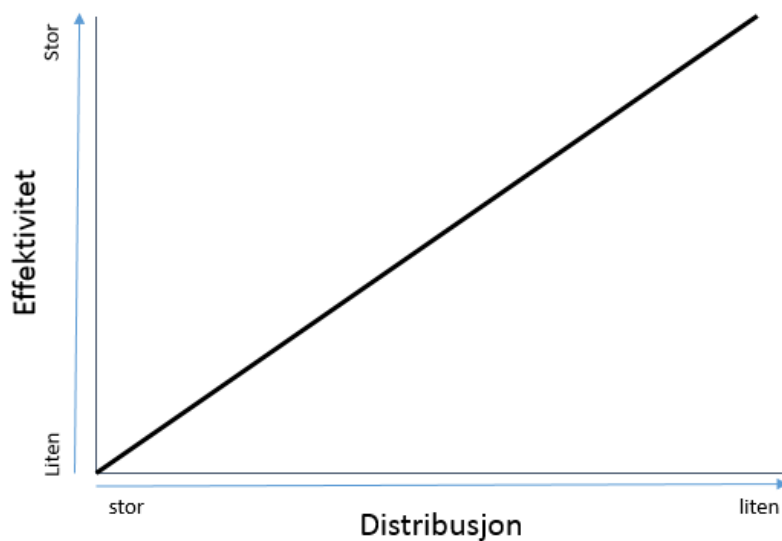
Det er viktig å påpeke at dette bare gir et øyeblikksbilde av situasjonen. Fra casene ser vi at samarbeidsrelasjonene utvikler seg gjennom et prosjekt. Blant annet ble det gjennom prosjekteringen av E6 Frya – Vinstra enklere å kommunisere mellom lokasjonene etter som Lync ble mer utbredt, og de begynte å gå over fra videokonferanser. Denne forenklingen i kommunikasjon reduserte den opplevde avstanden, og gjorde det enklere å ta kontakt på tvers av lokasjonene. Videre virker det som naturlig at alle samarbeid i et prosjekt gjennom prosjektløpet vil oppleve mindre avstand, som følge av at de prosjekterende blir bedre kjent, både personlig og til hverandres arbeidsformer. Det er også tydelig at graden av

synkronisering endrer seg gjennom et prosjekt. Som beskrevet i teorien er det mye usikkerhet i starten av et prosjekt, noe som vil føre til at de forskjellige disiplinene er avhengig av mye kontakt med hverandre. Etter hvert som usikkerheter blir løst og løsningene blir mer låst, minker nødvendigheten for hyppige avklaringer, og det blir mulig å jobbe mer selvstendig. Mot slutten av prosjekteringen av E6 Frya – Vinstra valgte de å gå helt bort fra noen form for møter og bare kommunisere over epost, eller sporadisk etter som det oppstod behov. Dette ses på som en konsekvens av at behovet for tett samarbeid mellom disiplinene sank som følge av at løsningene var ferdig prosjektert, så å si alle tverrfagligheter var avklart, og det var bare byggeplassoppfølging igjen å håndtere.

5.2.2 Effektivitet mot samlokalisering

I teorien pekes det på at der er en sammenheng mellom et prosjekts effektivitet og kvaliteten på kommunikasjon og prosjektets struktur. Da alle case-prosjektene har hatt elementer av samtidig prosjektering etter ICE-prinsippet, anses det som at det i alle prosjektene har vært en grad av struktur og synkronitet. Dette da de strukturene som er mest relevante for samhandling i hovedsak er de som dikterer hvor ofte og hvordan modellgjennomganger, og opplastninger til modell skal foregå, noe som igjen er et av målene på synkronitet.

I teorien presenteres det videre en sammenheng mellom kvalitet på kommunikasjon og opplevd avstand, men også at ikke noe kommunikasjonsmedium kan erstatte samlokalisering. Dette gjør at sammenhengen mellom effektivitet og kvalitet på kommunikasjon og prosjektets struktur kan ses på som en sammenheng mellom effektivitet og grad av distribusjon av prosjektteamet, der jo mer distribuert (mindre samlokalisert) et prosjektteam er, desto lavere effektivitet. Dersom en antar at denne sammenhengen er lineær, kan en trekke opp en linje som vist i figur 11.



Figur 11 Tenkt sammenheng mellom effektivitet og distribusjon

Figur 11 vil videre brukes til å orientere casene i denne oppgavene opp mot hverandre. For på den måten å kunne si noe om det er noen av de som har oppnådd høyere effektivitet, sammenlignet med de andre casene, enn graden av distribusjon skulle tilsi. På den måten kan det være mulig å finne de casene som har noen aspekter ved seg som kan brukes til å tilrettelegge for god prosjektering i geografisk distribuerte prosjekter.

5.2.3 Gjennomgang av prosjektene

Prosjektene vil i dette delkapittelet bli gått gjennom med hensyn til grad av distribusjon som funksjon av opplevd avstand og synkronisering, vurdert opp mot prosjektets effektivitet. Hva gjelder effektivitet kan denne være vanskelig å anslå, da det ikke er mulig å kunne gjøre noen kontroll som kan si noe om hva effekten kunne ha vært ved samlokalisering. Vurdering av effektivitet vil derfor i sin helhet basere seg på oppdragsleders oppfatninger.

E18 Tvedestrand - Arendal

Dette prosjektet sitter spredt over en rekke kontorer med bare prosjektledelsen samlokalisert. Det betyr at det internt for prosjektledelsen er en liten opplevd avstand, mens den kan betegnes som stor for resten av prosjektet. Synkroniteten er verken lav eller høy

sammenlignet med de andre prosjektene, da alle har lignende struktur for gjennomgang av modellene. Dette gjør at det er naturlig å anse prosjektet for å ha høy grad av distribusjon.

Effektiviteten i prosjektet vurderes til å være god, da oppdragsleder vurderer at det ikke er sikkert om det å jobbe på en annen måte vil gjort det så mye enklere, og at det har fungert veldig bra å sitte spredt å jobbe.

R110 Østfold

Det er naturlig å dele R110 opp i tre deler, som skiller seg tydelig fra hverandre med bakgrunn i de dimensjonene som vurderes. Den første er den prosjekteringen som gjøres av den opprinnelige prosjekteringsgruppen plassert i Oslo og Fredrikstad. Her skiller ikke synkroniteten seg nevneverdig fra de andre prosjektene, mens graden av avstand er beskrevet som ekstra liten. De to neste er utsettelsene av hele prosjekteringsløsninger til Oslokontoret og MC Polska. Begge disse utsettelsene var preget av veldig lav synkronisering, selv om den til MC Polska var noe høyere grunnet litt tettere samarbeid. De skiller seg fra hverandre på opplevd avstand, da avstanden til Oslo i begynnelsen opplevdes som mye mindre en avstanden til Polska.

Hva gjelder effektivitet så vurderes prosjekteringssamarbeidet mellom Oslo og Fredrikstad som forventet. Mens det for de utsatte løsningene anses som lav effektivitet for de løsninger satt ut til Oslokontoret, men høy effektivitet for de satt ut til Polska. Dette betyr ikke at det ene kontoret har gjort en bedre eller dårligere jobb enn det andre. Det betyr at på grunn av en rekke av årsaker, så var de løsningene som ble levert av Polska mer i tråd med de forventinger som var i Fredrikstad-kontoret, selv om det tilsynelatende var mindre samlokalisert.

Det som peker seg ut som den store forskjellen mellom de to utsettelsene, til Oslokontoret og til MC Polska, er større grad av synkronisering fra prosjektledelsen opp mot Polska, og et grundigere arbeid ved oppstart av det delprosjektet. Det virker altså som om tydeliggjøring av forventninger og ansvarsområder, og kontinuerlig samkjøring av prosjektet, uansett er svært viktig.

E6 Frya-Vinstra

Prosjekteringen av E6 Frya – Vinstra har benyttet seg av særdeles mange prosjektkontor, fordelt over hele landet. Bjørn forteller også hvordan det i starten av prosjektet kunne

oppleves som vanskelig å få kommunikasjonsverktøyet, som var videokonferanser, til å fungere. Da prosjektet hadde pågått noen år ble Skype mer utbredt, og en del av problematikken knyttet til kommunikasjon mellom lokasjonene ble løst. Den opplevde avstanden anses derfor som meget stor i starten, og så mindre med prosjektets progresjon. For graden av synkronisering har det derimot vært motsatt: Dette prosjektet hadde i starten samme synkroniseringsgrad som resten av casene, men etter som detaljprosjekteringen ble ferdig, har prosjektledelsen valgt å gå bort fra modellgjennomganger. De flyttet alle avklaringer over til mail-kommunikasjon, og senket således graden av synkronisering. Derfor anses alt i alt graden av distribusjon for dette prosjektet som den høyeste av alle casene i oppgaven.

Effektiviteten anses som lavere enn ønskelig. Dette begrunnes med at det trekkes frem at et problem med geografisk distribusjon er at du ikke får den daglige samtalen. I tillegg gjorde de kommunikasjonsbarrierer som eksisterte knyttet til videokonferanser det vanskelig for prosjekteringssteamet å bli helt enige om de forskjellige løsningene og prosjekteringen av de. Det opplevdes som vanskelig å overføre like mye informasjon gjennom videomøter som i vanlige møter. Bjørn sier rett ut at et prosjekteringsgrunnlag som burde vært på 100 %, kanskje ligger på 80 % fordi det er en del ting som de ikke får diskutert. En del av denne problematikken løses når kommunikasjonsverktøy endres fra videokonferanse til Lync.

Her er det en veldig tydelig sammenheng mellom hvor godt kommunikasjonsverktøyene virker og den effektiviteten som er oppnådd i prosjektet, slik det også er beskrevet i teorien. Det som også fremstår som tydelig er at etter hvert som ny teknologi blir tilgjengelig, så løses flere av de problemene som ble assosiert med geografisk distribusjon i prosjektet.

SMISTO

For SMISTO-prosjektet er tyngden av prosjekterende plassert på Oslokontoret, men de er ikke samlokalisert som prosjekt, og sitter på sine respektive plasser, i tillegg er to andre kontorer involvert. Allikevel forteller Herman at den opplevde avstanden er liten, da det virker til å være gjennomgående lav terskel for å kommunisere over skype eller andre kommunikasjonsverktøy for to eller flere. Graden av synkronisering anses som høy i dette prosjektet, da alt i modellen skal være oppdatert til enhver tid, og det kan komme innspill til den fra flere hold kontinuerlig. Dette gjør at prosjektet anses som lite distribuert.

Da dette prosjektet er rimelig nylig kommet i gang, anses det som vanskelig å kunne bedømme affektiviteten. Den anses allikevel som å være høy, akkurat som forventet, når det anses som lite distribuert.

Det som er interessant med SMISTO er at de har klart å få avstanden mellom en byggeplass i Nordland og et prosjekteringskontor i Oslo til å oppleves som liten, og opprettholde en høy grad av synkronisering i prosjekteringen. Dette synes å være grunnet utstrakt bruk av kommunikasjonsverktøy som skype og telefon. Dette kan oppsummeres med fokuset på å snakke med hverandre oftere heller en sjeldnere, for å høre hva de forskjellige driver med. Og hvis noen har et behov, tas det opp til diskusjon med en gang.

5.2.4 Oppsummering

Det virker som om en gjennomgående viktig dimensjon ved godt gjennomførte geografisk distribuerte prosjekter er kommunikasjon, både i forkant av og underveis i prosjektet. På den måten senkes den opplevde avstanden, og synkroniseringen opprettholdes. Et gjennomgående tema hos oppdragslederne som er intervjuet er at de ser på god prosjekteringsledelse som å tilrettelegge for samtaler og meningsfylt ide-utveksling mellom de forskjellige disiplinene, for på den måten å skape rom for kreativitet og problemløsning som løfter prosjekteringen. Dette blir vanskeligere når den daglige, spontane samtalen som er forbundet med samlokalisering forsvinner, og den opplevde avstanden øker.

Videre er det viktig å opprettholde synkroniseringen av prosjektet slik at alle vet hva som skal leveres på hvilken måte. Her er det viktig at dette foregår ofte nok og med riktig kvalitet. Dette henger til dels sammen med strukturen til prosjektet, at den er fornuftig i henhold til oppgavene som skal løses, og at den er kommunisert og forstått av alle.

Av grunner angitt ovenfor stilles det strenge krav til at kommunikasjonsverktøy oppleves som tilgjengelige og enkle å bruke. I flere av casene er det pekt på hvordan de i starten brukte videokonferanser for å kommunisere i prosjekteringsmøter, men at dette fungerte dårlig og ga en dårlig opplevelse av verktøyet, noe som igjen hevet terskelen for å bruke det. Det er interessant å se at samtlige prosjekter som først brukte videokonferanser forteller at da de begynte å bruke Skype, så forsvant mange av problemstillingene knyttet til kommunikasjonsverktøy, og ble også terskelen for å benytte seg av det senket. Faktisk virker det på SMISTO-prosjektet, hvor Skype gjennomgående i hele prosjektet har vært hovedkommunikasjonsform i møter, som om det er like naturlig å ta kontakt med noen på en

annen lokasjon over skype, som å snakke med sidemannen. Dette tyder på at den teknologiske utviklingen muligens vil være i stand til å kunne overkomme de fleste av hindringene som er knyttet til kommunikasjon i geografisk distribuerte prosjekter.

5.3 Gjennomføring av VDC og ICE

I teorien presenteres VDC som å inneholde hovedsakelig tre aspekter, BIM +, prosessen planlegging og ICE (Fisher, 2011). Som tidligere nevnt er det med bakgrunn i forskningsspørsmålet mest interessant å se på gjennomføringen av ICE, da dette er noe som tilsynelatende står i direkte konflikt med gjennomføring av prosjekter geografisk distribuert. Dette kommer også frem når en ser på de problemstillingene som prosjektene har møtt som følge av geografisk distribusjon og de fordelene teorien forteller at VDC bringer ved seg. Der ingen av de fordelene VDC gir, som henger sammen med modellen, nevnes som mulige problemer av prosjektene, men de fordelene som henger sammen med kvaliteten på prosjektering som følge av vellykket bruk av ICE, blir trukket frem som mulige problemområder. Det anses allikevel som naturlig raskt å trekke frem bruken av BIM+, da det var noen interessante erfaringer knyttet til geografisk distribuerte prosjekter og bruken av modell som hovedmedium for utveksling av informasjon.

5.3.1 BIM +

Fra teorien har vi sett at BIM+ er hvordan flere teknologier, og systemene rundt de, brukes til å skape, lagre, presentere og bruke den informasjonen som dannes i prosjekteringsprosessen (Jongeling, 2008). Sentralt i dette er bruken av en datamodell, og filsystemene tilhørende denne. Både Morten Abrahamsen og Bjørn Clausen trekker frem interessante erfaringer med tanke på hvordan filene tilhørende modellen behandles. Begge nevner komplikasjoner knyttet til at det tok lang tid å laste opp og ned større filer fra de aktuelle serverne når den som skulle gjøre det satt en annen plass en serveren. Det er ikke funnet noen beskrivelser av slike problemer i teorien. Dette som anses som naturlig, da teorien som er skrevet om bruk av BIM i en VDC-sammenheng forutsetter samlokaliserte prosjekter. Videre forteller både Morten og Bjørn at dette problemet ble mindre utover i prosjektet, som følge av raskere linjer mellom prosjektkontorene grunnet generell teknologiutvikling i samfunnet.

5.3.2 Gjennomføring av ICE

Teorien påpeker at usikkerheten er størst tidlig i prosjekter, og at ICE er ideelt for å håndtere denne usikkerheten, grunnet blant annet høy grad av tverrfaglighet, samtidighet og samordning. Det er videre anbefalt at byggherre og entreprenør er aktivt inne i arbeidet for å kunne ivareta byggherrens behov og sørge for at det som prosjekteres best mulig utfyller brukskravene. I SMISTO-prosjektet er entreprenøren tungt inne i gjennomgangene, noe som også virker å være en nødvendighet som følge av ønsket om å levere prosjekteringen i en modell. I de andre prosjektene, som alle har Vegvesenet som byggherre, har det ikke vært tilsvarende kontakt. Alle oppdragslederne forteller at dette er som følge av kontraktuelle forhold i Vegvesenet. Dette fraværet av kontakt mellom prosjekterende og entreprenør kan potensielt påvirke byggherrens behov i negativ forstand, men alle oppdragslederne understreker at de er trygge på at den er ivaretatt, selv om de påpeker at det kan hende de velger noen løsninger som ikke er optimale for entreprenøren, og som dermed kan føre til større kostnader totalt for prosjektet. Når det gjelder involvering av byggherre i prosjekteringen har denne i samtlige prosjekter i begrenset grad foregått i modellgjennomgangene, men heller blitt gjort i egne møter med byggherre. Dette fordi det oppleves som lite relevant for byggherre å være tilstede i et helt møte. Det er isteden valgt å la byggherren involveres i de saker som anses å ha påvirkning på drift.

Chachere (2009) beskriver ICE metodologi som en "Just in Time" tilnærming til kunnskapsarbeid, hvor fokuset er å oppnå en så kort responstid som mulig ved informasjonsbehov. Teorien er tydelig på de effektene samlokalisering har på reduksjon av responstid. Gjennomgående for de oppdragslederne som er intervjuet i denne oppgaven er ønsket om å skape fora hvor prosjektdeltakere kan utveksle informasjon, for dermed å få til en så god prosjekteringen som mulig. Det er i enkelte av casene påpekt at det oppleves som en barriere mot å ta kontakt når de som prosjekterer ikke sitter ved siden av hverandre, men må bruke teknologi. Dette trekkes spesielt frem av Bjørn Clausen, som påpeker de kreative effektene det å kunne sitte sammen og diskutere over en tegning har. Videre er det interessant hvordan både Bjørn Clausen og Morten Abrahamsen skiller mellom videokonferanse og Lync/Skype når de forteller om bruk av kommunikasjonsteknologi, og hvordan Lync/Skype, som ble tilgjengelig et stykke ut i prosjektene, i stor grad løste en del av de problemstillingene de opplevde ved videokonferanser.

ICE sesjonene

Det virker i dag å være en slags overgangsfase mellom klassisk prosjektering og benyttelse av ICE slik det er beskrevet i teorien. ICE-sesjonene som er beskrevet utarter seg på en litt annen måte enn teorien tilsier, og det virker som om de er tilpasset hele prosjekteringen, inklusive detaljprosjektering, i tillegg til forprosjektering som beskrevet i teorien. Dette fører til at det må gjennomføres flere ICE-sesjoner over en lengre periode, med mer fokus på detaljer. Dette gjøres typisk med modellgjennomgangene.

Alle casene har gjennomført modellgjennomganger en til to ganger i uken. Dette er gjennomført uavhengig av kjennskap til ICE og VDC i forkant. Alle casene er likevel bygd opp rundt en kjernegruppe av eksperter, som startet med prosjekteringen. Det er også disse kjernegruppene som er mest sentrale for modellgjennomgangene, og sesjonene med modellgjennomganger er på mange måter gjennomført som ICE-sesjonene beskrevet i teorien. Den største forskjellen er fraværet av samlokalisering av alle deltakere, slik at det er noen deltakere som må delta på møtet digitalt. Hvem og hvor mange som må delta på møtet digitalt varierer fra case til case, men det virker som om det er noen problemer som går igjen. Herman påpekte at det kunne være en utfordring å vite at en hadde med seg alle på samme plass når noen var med digitalt, men at dette var et problem han opplevde å avhenge mer av person enn av fysisk eller digital tilstedeværelse. Morten og Bjørn forteller om en opplevd teknologiutvikling gjennom oppdraget, der det ble enklere og enklere å gjennomføre slike møter digitalt. Det er selvsagt andre mulige forklaringer enn teknologiutvikling til at møtene opplevdes å gå bedre: De som har gjennomført møtene kan ha blitt flinkere eller det kan være andre bakenforliggende grunner. Likevel så er det slik at både Bjørn og Morten knytter opplevelsen av at teknologien gjør slike møter enklere opp til overgangen fra videokonferanser til bruk av Lync/Skype.

Til disse sesjonene ble det det gjennomgående for alle casene satt av en drøy arbeidsdag. Dette er litt lenger enn det som er beskrevet som optimalt for ICE-møter i teorien. Det er forfatteren sitt inntrykk, gjennom intervjuer og observasjon av et slikt møte, at modellgjennomgangene i casene har en lavere intensitet enn det som er beskrevet i teorien, da dette er nærmere det som gjøres i praksis. En problemstilling som trekkes frem ved det å holde så lange møter med alle disiplinene, er at det ikke er alle disiplinene som er like relevante for alle problemstillingene som kommer opp. Dette har gitt grunnlaget til konsepter som kjernefag og premissfag. En fordel som trekkes frem ved bruk av digitale møter er at premissfagene ikke trenger å sitte fysisk til stede i møtet, men heller kan bruke tiden på noe

annet mens de sitter «stand by» og «lytter med et halvt øre». Denne fordelene trekkes frem av alle casene, da det gjør at responstiden ved ICE-møtene kan holdes nede, samtidig som det tillater premissfagene å sitte ved pulten sin og jobbe med andre ting, i stedet for å måtte sitte å vente på spørsmål som kanskje kommer.

En annen problematikk er tiden det tar å få svar på henvendelser i ICE-sesjonene. Det at hele eller deler av møtet foregår gjennom digitale kommunikasjonskanaler kan skape et ekstra forstyrrende moment, som gjør at det tar lengre tid å få svar på henvendelsene. De økte svartidene på henvendelser virker allikevel ikke å være kritisk i seg selv, som de er beskrevet i teorien, da den lavere intensiteten og lengre prosjekteringsperioden gjør at mye av den opplevde forsinkelsen forsvinner.

IRoom

Et annet aspekt som kjennetegner ICE-møter er fasilitetene de foregår i. På CIFE har de utviklet en standard for ideelle ICE-møte fasiliteter, som de kaller for iRoom. Tanken er at dette rommet skal gi et felles rammeverk for integrering av data, og tilrettelegge for raskt og iterativt samarbeid mellom flere interessenter i prosjektgruppen. En problemstilling ved geografisk distribuerte prosjekter er at mye av muligheten til å sette opp ICE-møtene på en slik måte forsvinner. Herman påpeker hvordan det i gjennomgangene ofte er ønskelig å tegne opp alternative løsninger på en tavle eller et ark, for på den måten å bygge opp under en kreativ prosess for å løse en problemstilling. Dette kan være et problem ved geografisk distribuerte prosjekter da det er vanskelig å videreføre det som skjer på tegningen på en effektiv måte til de som ikke er fysisk tilstede. Han har derfor ytret at han gjerne kunne tenke seg en teknologi som gjør det mulig å tegne på frihånd direkte inn i modellen.

I teorien trekkes bruk av kommunikasjonsløyker frem som en mulighet som kan tilrettelegge for digitale IRoom. Den teknologien som brukes i dag, Skype, er grunnleggende en slags form for kommunikasjonsløyke, selv om den ikke er tilpasset ICE-sesjoner. Det kan tenkes at det hadde vært mulig å sette opp flere chatterom under et prosjekteringsmøte, der de forskjellige problemene kunne ha blitt løst slik det er beskrevet at ICE fungerer i teorien. Ingen av prosjektene har forsøkt dette, og i prosjekteringsmøtene brukes skype mer som en videokonferanse enn som et mulig chatterom.

Bjørn forteller også om problematikken ved ikke å kunne stå over en tegning og diskutere problemstillingene direkte. Han sier at geografisk distribuerte prosjekter krever en del ekstra

organisering for å kunne få til disse samtalene, og hvis programvaren ikke fungerer godt så øker også terskelen for å bruke den.

5.3.3 Mulige endringer i gjennomføringen

I alle prosjektene som er sett på i denne oppgaven har det vært en til to oppstartssamlinger av varierende størrelse i starten av prosjektet. Deretter har de forskjellige disiplinene gått hvert til sitt og prosjektert sine deler, før de har samlet seg og gått gjennom modellen hver eller annenhver uke. Dette er tilsynelatende i tråd med den praksis som er vanlig i byggebransjen i dag, hvor ICE brukes til å beskrive hvordan modellgjennomgangene foregår. Dette skiller seg en del fra hvordan TeamX sin framgangsmåte er beskrevet i teorien. En årsak til forskjellen kan ligge i at TeamX-prosessen er designet for forprosjekter, mens den tilpasningen av ICE som brukes av prosjektene er ment å kunne brukes på detaljprosjektering.

Der prosjektene prøver å få til en prosjekteringssesjon i uken gjennom hele prosjekteringsperioden, er TeamX sin opprinnelige metode å bruke fire uker på hele forprosjektet. Der brukes en uke på å forberedelser, deretter en uke på ICE-sesjoner og så to uker med ferdigstilling av prosjektering. Dette skiller seg klart fra praksis i prosjektene, og det er vanskelig å si om det er mulig å flytte ICE, slik som byggebransjen kjenner begrepet i dag, nærmere TeamX sin metode, og om det vil være mer effektivt for prosjektering av bygg.

For geografisk distribuerte prosjekter kan dette være av interesse, da det muliggjør drastisk reduksjon av opplevd avstand og økt synkronisering i prosjektet ved å samlokalisere på det tidspunktet hvor usikkerheten og påvirkningen er størst. På den måten kan en unngå en del av de problemene som er kommet frem ved geografisk distribuerte prosjekter, som større responstid på henvendelser, mindre muligheter til kreativ samhandling, vanskeligheter med å formidle informasjon og andre problemer knyttet til at kommunikasjon er vanskeligere når en ikke sitter ved siden av hverandre.

5.4 Oppsummering

De største problemene med bruk av ICE i geografisk distribuerte prosjekter er knyttet til de forskjellene som eksisterer i forhold til samlokalisering. Når ICE-sesjonene helt eller delvis foregår over digitale kommunikasjonskanaler forsvinner mye av muligheten til spontane samtaler, og det blir en større forsinkelse i svarene på henvendelser. Det blir også vanskeligere å løse flere problemer på en gang, da det bare er en kommunikasjonsløkke for alle prosjekterende.

Disse problemstillingene henger tett sammen med de generelle problemene knyttet til gjennomføring av geografisk distribuerte prosjekter, og opplevelse av avstand i prosjektet. Her ser valg, implementering og bruk av riktig kommunikasjonsverktøy ut til å være en av nøklene for vellykket gjennomføring.

Det virker som om den eksisterende teknologien er bedre i stand til å løse de generelle problemene knyttet til geografisk distribuerte prosjekter, enn de ICE spesifikke. Her er det også interessant å merke seg forskjellen mellom ICE slik det er beskrevet i teorien, og slik den praktiseres.

For gjennomføring av ICE i praksis virker det som om det er de samme kommunikasjonsproblemene som gjelder som for geografisk distribuerte prosjekter generelt, og at disse i stor grad kan løses av korrekt bruk av eksisterende teknologi, som skype. Det ser også ut til å kunne være noen fordeler knyttet til det, i form av at de premissfagene som kanskje bare er relevante for noen få problemstillinger, kan være med på standby digitalt, mens de sitter og jobber med noe annet. En problemstilling som ikke løses er at ICE gjennomført i geografisk distribuerte prosjekter ikke tillater kjappe enkle skisser som bruk i diskusjoner rundt en problemstilling, da den visuelle kommunikasjonen utelukkende foregår i modellen. En mulig løsning på dette er bruk av såkalte smartboard, eller lignende, som gjør det mulig å tegne skisser på modell-vieweren, uten å gjøre noe med modellen.

6. Konklusjon og videre arbeid

6.1 Konklusjon

Denne oppgaven har som formål å undersøke de prosesser som eksisterer i geografisk distribuerte prosjekter, for å kunne gi svar på om det er noen elementer som påvirker gjennomføring av og resultatene som oppnås i de. Videre skal oppgaven svare på om det er mulig å gjennomføre ICE i geografisk distribuerte prosjekter og hva som er nødvendig for å få det til.

Geografisk distribuerte prosjekter

Ved gjennomføring av geografisk distribuerte prosjekter virker den viktigste faktoren for suksess å være i hvilken grad kommunikasjonen fungerer godt mellom forskjellige lokasjoner. Dette henger sammen med viktigheten av diskusjoner og samarbeid om løsninger i prosjektering, og at god kommunikasjon ser ut til å løse de fleste problemene i geografisk distribuerte prosjekter, som stor opplevd avstand og manglende synkronisering. Disse problemene kan igjen føre til tap av effektivitet, og løsninger som er forskjellige for forskjellige lokasjoner. Det virker som om dagens teknologi er i stand til å løse de fleste av disse problemene, men at utfordringen er å implementere den riktig i et prosjekt.

ICE

Muligheten for å gjennomføre ICE i geografisk distribuerte prosjekter avhenger av hva som kalles ICE, dvs. hvor stor likhet med de teoretiske eksemplene et praktisk prosjekt må ha for å defineres som ICE.

Det viker ikke mulig med dagens løsninger å gjennomføre ICE-sesjoner, slik de er beskrevet gjennomført hos TeamX, i geografisk distribuerte prosjekter. Dette begrunnes med det faktum at prosjekteringsteamet ikke er samlokalisert, og at et begrenset antall kommunikasjonsløkker umuliggjør de mange plutselige, improviserte og samtidige samtalene som finner sted i ICE-sesjoner.

Det virker derimot helt overkommelig å gjennomføre ICE-sesjoner slik de typisk gjennomføres på samlokaliserte prosjekter. Der løsningen, på samme måte som for geografisk distribuerte prosjekter generelt, er riktig bruk av kommunikasjonsverktøy. Bruk av slike verktøy ser også ut til å ha noen fordeler, da det tillater mindre aktive fag å være med på ICE-

sesjoner på standby, og jobbe med noe annet så lenge de ikke trengs i en problemløsning. Det virker allikevel å være noen uforløste muligheter i teknologi som vil kunne tillate enda mer kreativitet og samhandling i kommunikasjonen mellom lokasjoner.

6.2 Videre arbeid

Ut fra funnene i oppgaven er det flere momenter det kan være spennende å utforske i videre arbeid og forskning.

For geografisk distribuerte prosjekter generelt er det veldig mange faktorer som virker å kunne ha en påvirkning på suksess, og de aller fleste er bevisst valgt sett bort fra i denne oppgaven. Studier på andre faktorer ved geografisk distribuerte prosjekter vil kunne gi bedre innsikt i hvordan disse skiller seg fra vanlige prosjekter. I denne oppgaven er det også sett på mellomstore til store prosjekter. Det anses derfor som interessant å se på mindre prosjekter som er gjennomført på geografisk adskilte lokasjoner, og hvordan de eventuelt vil arte seg annerledes.

Når det kommer til gjennomføringen av ICE i geografisk distribuerte prosjekter er det i hovedsak to mulige studier som virker interessante. Den første ville vært å se på et prosjekt hvor det ved prosjektstart gjennomføres en serie intense, samlokaliserte ICE-sesjoner over en kortere periode. Slik at prosjektet etter dette gjennomføres på geografisk distribuerte lokasjoner, men med mindre behov for ukentlige gjennomganger, fordi alle større avgjørelser ble tatt i starten.

Den andre problemstillingen vil være å se på hvilke muligheter som finnes i oppsett av IRoom. Her kan det være interessant å finne prosjekter som benytter seg av forskjellige løsninger, eller teste ut flere forskjellige løsninger i løpet av gjennomføringen av et prosjekt.

7. Referanseliste

- Avnet, M. S., & Weigel, A. L. (2010). An application of the Design Structure Matrix to Integrated Concurrent Engineering. *Acta Astronautica*, 66(5-6), 937–949.
- Busby, Perkins+Will, & Consulting, S. (2007). Roadmap for the integrated design process, 1–114.
- Busch, T. (2013). Akademisk skriving for bachelor- og masterstudenter. Bergen: Fagbokforl.
- Chachere, J. M., Kunz, J., & Levitt, R. (2009). The Role of Reduced Latency in Integrated Concurrent Engineering. CIFE Working Paper#WP116, (April), 30.
- Chachere, J. (2009). Observation, Theory, and Simulation of Integrated Concurrent Engineering: Grounded Theoretical Factors and Risk Analysis Using Formal Models. CIFE Working Paper, 118(April), 71.
- Chachere, J., Kunz, J., & Levitt, R. E. (2004). Observation, Theory, and Simulation of Integrated Concurrent Engineering: Grounded Theoretical Factors that Enable Radical Project Acceleration. CIFE Working Paper 87, (August), 31.
- Dalland, O. (2007). “Metode og oppgaveskriving for studenter”. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag.
- Det Kongelige Kommunal- og Regionaldepartement. (2012). Gode bygg for eit betre samfunn, Melding 28 til Stortinget, Statistikk hentet fra SSB.
- Eastman, C., & Liston, K. (2008). BIM Handbook Paul Teicholz Rafael Sacks, 20–21; 65–84; 93–135.
- Edwards, H. K. (2002). Analysis of the Effectiveness of Global Virtual Teams in Software Engineering Projects.
- Europe INNOVA. (2008). Main experiences and recommendations from STAND-INN under the Europe INNOVA Standards networks initiative.
- Evaristo, J. R., Scudder, R., Desouza, K. C., & Sato, O. (2004). A dimensional analysis of geographically distributed project teams : a case study, 21, 175–189.
- Fischer, M., & Kunz, J. (2004). The Scope and Role of Information Technology in Construction. CIFE Technical Report, (156), 1–17.
- 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.
- Jacobsen, D. I. (2000). Hvordan gjennomføre undersøkelser?: innføring i samfunnsvitenskapelig metode. Kristiansand: Høyskoleforlaget.
- Jongeling, R. (2008). BIM istället för 2D-CAD i byggprojekt En jämförelse mellan dagens byggprocesser baserade.
- Kam, C., Senaratna, D., Mckinney, B., & Xiao, Y. (2014). The VDC Scorecard: Formulation and Validation. CIFE Working Paper, WP 135(January), 40.
- Khanzode, A., Fischer, M., Reed, D., & Ballard, G. (2006). A Guide to Applying the Principles of Virtual Design & Construction (VDC) to the Lean Project Delivery Process. CIFE Working Paper, 93(December), 47.
- Knotten, V., Svalestuen, F., Hansen, G. K., & Lædre, O. (2015). Design Management in the Building Process - A Review of Current Literature. *Procedia Economics and Finance*, 21(2212), 120–127.
- Kunz, J., & Fischer, M. (2012). Virtual Design and Construction: Themes, Case Studies and Implementation Suggestions. CIFE Working Paper, 97(Version14), 50.
- Kunz, J. C., Levitt, R. E., & Jin, Y. (1998). The Virtual Design Team: A Computational Simulation Model of Project Organizations. *Communications of the Association for Computing Machinery*, November(11), 84–92.
- Li, H., Lu, W., & Huang, T. (2009). Rethinking project management and exploring virtual design and construction as a potential solution. *Construction Management and Economics*, 27(4), 363–371.
- Mark, G., & DeFlorio, P. (2001). An Experiment using Life-size HDTV. *IEEE Workshop on Advanced Collaborative Environments*, (January).
- Mark, G. (2002). Extreme collaboration. *Communications of the ACM*, 45(6), 89–93.
- Meland, Ø. H. (2000). Prosjekteringsledelse i byggeprosessen.

Olofsson, T., Jongeling, R., Toolanen, B., & Woksepp, S. (2007). Project environment and process design of building projects supported by virtual design and construction methods. 24th W78 Conference, Bringing ITC Knowledge to Work, Maribor University Library., (Womack), 233–238.

Paulson Jr., B. C. (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. (2010). Systematikk og innlevelse- En innføring i kvalitativ metode. Bergen: Fagbokforlaget

Thisted, J. (2011). Forskningsmetode i praksis – Prosjektorientert videnskapsteori og forskningsmetodik. København, Munksgaard Danmark

Wacker, J. (1998). A definition of theory: research guidelines for different theory-building research methods in operations management. Journal of Operations Management, 16(4), 361–385.

Westergaard, H., Arge, K., Moe, K. (2010). ”Prosjekteringsplanlegging og prosjekteringsledelse”. Prosjekt 14303. Oslo: Byggekostnadsprogrammet

Woksepp, S. (2007). Virtual Reality in Construction Tools , Methods and Processes. Construction Innovation.

Internettreferanser

Multiconsult AS. (2016). Om Multiconsult. Tilgjengelig fra:

<http://www.multiconsult.no/om-oss/kort-om-multiconsult/> / (lest 14.07.2016).

8. Vedlegg

8.1. Tabell 1 Engelsk versjon

Denne tabellen er hentet fra side 36-37 i Virtual Design and Construction: Themes, Case Studies and Implementation Suggestions av Kunz og Fischer (2012). Og er oversatt til Norsk i oppgaven.

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

Intervjuprosessen

- Presentasjon av masteroppgaven og bakgrunnen for undersøkelsen
- Forespørsel om diktafon
- Det vil bli stilt spørsmål om:
 - Prosjektet og prosjekteringsprosessen generelt
 - Bruken av VDC og ICE
 - Løsninger for og opplevelsen av geografisk distribusjon i prosjektet
- Intervjuet vil vare i 30-60 min
- Det kan bli stilt oppfølgings spørsmål for å utdype interessante responser.
- Spørsmålene stilles for å få frem respondentens oppfatning og erfaringer ved bruk av ICE og geografisk distribusjon i prosjekter.

Spørsmål

Overordnet (om prosjektet/ prosjekteringen)

- Er det noen spesielle samhandlingsverktøy som brukes i prosjekteringen?
- Hvordan fremstilles prosjekteringsorganisasjon og produktet for de ulike aktørene i prosjektet?
- Hva er de største utfordringene du opplever med tanke på samarbeid?
- Måler dere prestasjoner/effektivitet?
- Har alle fagene tilgang til hverandres modeller?

Prosjektering/ ICE

- Hvordan gjennomføres prosjekteringsmøter?
- Er det de som prosjekterer, eller ledere som i hovedsak deltar på prosjekteringsmøtene?
- I hvilken grad er gjennomføringen påvirket av VDC
- Hvilke elementer er i så fall forsøkt inkorporert
- Deltar byggherren ofte i prosjekteringsmøter?
- Hva tror du om økt byggherredeltakelse i prosjekteringsmøter?

- Hva tror du om en endring av prosjekteringsmøter til mer felles arbeid enn oppfølging?
- Hva føler du at er det største hinderet for effektiv prosjektering?
- Tror du tidligere involvering av entreprenør kan føre til mer effektiv prosjektering?
- Hvordan gjennomføres kollisjonskontroller i modellene?
- Hva tror du om små flerfaglige team som jobber 100 % på et prosjekt?

Geografisk distribusjon i prosjektet

- Hvor mange lokasjoner er innblandet i prosjekteringen?
- Hvor mange per lokasjon?
- Hvordan kommuniserer lokasjonene seg imellom?
- Hvor hyppig brukes de forskjellige kommunikasjonsformene?
- Samlokaliserer dere prosjektering, evt. hvordan gjøres det?
- Hva tror du om økt bruk av samlokalisert samtidig prosjektering?
- Finnes det noen barrierer for effektivt samarbeid mellom forskjellige lokasjoner?
- Er det gjort grep for å håndtere barrierene?
 - I så fall hvilke?
 - Hvilken effekt oppleves de å ha hatt?
- Er det gjennomført en samling i starten av forprosjekteringen for å avklare rammene for prosjektet (tekniske og andre)?