

# Early Contractor Involvement: Advantages and Disadvantages for the Design Team

**Andreas Heier Sødal**

Bygg- og miljøteknikk

Innlevert: juni 2014

Hovedveileder: Ola Lædre, BAT

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Institutt for bygg, anlegg og transport





<b>Oppgavens tittel:</b> Early Contractor Involvement: Advantages and Disadvantages for the Design Team	Dato: 10.04.2014
	Antall sider (inkl. bilag): 59
	Masteroppgave
<b>Navn:</b> Andreas Heier Sødal	
<b>Faglærer/veileder:</b> Ola Lædre	
<b>Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere:</b> Stine Bjønnstu Holthe og Espen Bjørshol, Multiconsult	

**Ekstrakt:**

Denne masteroppgaven har som formål å undersøke hvordan det påvirker arbeidet til rådgivere og arkitekter at en entreprenør blir involvert tidlig i prosjekteringsfasen. Masteroppgaven består av 3 deler: en prosessrapport, en vitenskapelig artikkel og vedlegg. Artikkelen skal presenteres på IGLC2014-konferansen i juni 2014. Den er skrevet på engelsk, mens prosessrapporten er på norsk.

Prosessrapporten har flere formål: (1) den forklarer bakgrunn, problemstilling og målsetninger, (2) den utdypet forskningsmetoden og (3) den redegjør for valg og beslutninger underveis, samt ubenyttet arbeid og data.

Den vitenskapelige artikkelen har kartlagt hvilke fordeler og ulemper det har for prosjekteringsteamet ved å samarbeide med entreprenøren allerede fra tidligfasen. Resultatene tilsier at det er flere klare fordeler for prosjekteringsteamet å samarbeide med entreprenør tidlig. De største fordelene er funnet å være entreprenørers spesialkompetanse på kostnadsestimering, bedre byggbarhet og bedre risikohåndtering. Det konkluderes med at entreprenør har verdifull kompetanse for prosjekteringsteamet. Det ble ikke funnet noen klare ulemper med tidlig entreprenørinvolvement, men snarere en del utfordring knyttet til det. Entreprenører har et sterkt kostnads- og fremdriftsfokus. Rådgivere og arkitekter kan oppleve at kostnad går på bekostning av kreativitet og innovasjon. Det er også viktig at sentrale underleverandører blir involvert til riktig tid for at ikke byggbarhetskompetansen skal forsvinne med at totalentreprenøren ikke utfører arbeidet selv. Den viktigste forutsetningen som må ligge til grunn er likevel gjensidig respekt og tillitt.

**Stikkord:**

- |                           |
|---------------------------|
| 1. Lean Project Delivery  |
| 2. Collaboration          |
| 3. Contractor Involvement |
| 4. Constructability       |

---

(sign.)



## **FORORD**

Denne masteroppgaven er utarbeidet våren 2014 ved Institutt for bygg, anlegg og transport på Norges teknisk- naturvitenskapelige universitet (NTNU). Masteroppgaven tilsvarer 30 studiepoeng og er avsluttende oppgave i hovedprofil prosjektledelse på studieretning bygg- og miljøteknikk.

Oppgaven har som formål å undersøke hvordan det påvirker arbeidet til rådgivere og arkitekter at entreprenørene blir involvert tidlig i prosjekteringsfasen. Problemstillingen har fått god tilbakemelding fra alle involverte og det har derfor vært spennende å jobbe med. Jeg har fått økt forståelse for hvilket potensial som ligger i et fruktbart samarbeid mellom rådgivere og entreprenør, og samtidig økt forståelsen for utfordringene knyttet til det.

Til forskjell fra en tradisjonell masteroppgave består denne oppgaven av (1) en prosessrapport, (2) en vitenskapelig artikkel og (3) vedlegg. Til sammen er dette ekvivalent til en tradisjonell oppgave når det kommer til kvalitet og detaljgrad. Prosessrapporten har som formål å utjevne forskjellen mellom denne formen og en tradisjonell oppgave, og rapporten er utarbeidet etter retningslinjene fra IVT-fakultetets og BATs «Råd og retningslinjer for rapportskriving ved prosjekt- og masteroppgave». Det har vært både utfordrende og spennende å skrive masteroppgave på denne måten. Utfordrende i den forstand at det er en ganske ny måte å gjennomføre masteroppgaven ved BAT-instituttet og dermed har lite vært gitt på forhånd. Det har vært spennende i den forstand at resultatet skal publiseres og presenteres på en konferanse, samt at jeg har fått samarbeide tett med fagpersoner på NTNU.

Jeg vil gjerne takke alle som har bidratt i arbeidet. En stor takk rettes til alle intervjupersonene fra Multiconsult, Skanska, ØKAW Arkitekter, Deltatek og Veidekke. Bedriftene har stilt nøkkelpersoner og prosjekter tilgjengelig for at undersøkelsene kunne bli utført. Jeg vil gjerne takke Ola Lædre, Jardar Lohne og Fredrik Svalestuen for godt samarbeid, verdifulle innspill og god hjelp til skrivingen av artikkelen.

Trondheim, 10.juni 2014

Andreas Heier Sødal

## **SAMMENDRAG**

Mange hevder at stor avstand mellom prosjekterende og utførende i byggenæringen er en kritisk hemsko for effektiv prosjektgjennomføring. Uavhengig av avstanden og årsakene er det grunn til å tro at en bedre samhandling mellom prosjekterende og utførende, både i og utenfor prosjekter, vil være gunstig for alle aktører.

Denne masteroppgaven har som formål å undersøke hvordan det påvirker arbeidet til rådgivere og arkitekter at entreprenørene blir involvert tidlig i prosjekteringsfasen. Prosjekteringsfasen har tradisjonelt sett vært styrt av rådgivere og arkitekter, men nye gjennomføringsmodeller har gjort at entreprenører får stadig større ansvar for prosjektering. Undersøkelsene har kartlagt hvilke fordeler og ulemper det har for prosjekteringsteamet å samarbeide med entreprenøren allerede fra tidligfasen. For å besvare problemstillingen er det utført case-studier av 2 prosjekter der entreprenøren har vært involvert fra oppstart. Det er utført et omfattende litteraturstudium, samt kvalitative intervjuer med rådgivere, arkitekter og entreprenører for å besvare forskningsspørsmålene.

Resultatene tilsier at det er flere klare fordeler for prosjekteringsteamet at entreprenøren involveres tidlig. Entreprenørers spesialkompetanse på kostnadsestimering, byggbarhet og risikohåndtering er av stor verdi for prosjekteringsteamet. Denne kompetansen kan prosjekteringsteamet dra nytte av for å utvikle bedre design for kunder. Det ble ikke funnet noen klare ulemper med tidlig entreprenørinvolvering, men snarere en del utfordring knyttet til det. Entreprenører har et sterkt kostnads- og fremdriftsfokus. Rådgivere og arkitekter kan derfor oppleve at kostnad går på bekostning av kreativitet og innovasjon. Det er også viktig at sentrale underleverandører blir involvert til riktig tid. Byggbarhetskompetansen forsvinner dersom totalentreprenøren hverken utfører arbeidet selv eller involverer underentreprenører tidsnok. Den viktigste forutsetningen som må ligge til grunn er likevel gjensidig respekt og tillitt. De ulike aktørene må ha en felles forståelse for hverandres fag og enes om en felles målsetning så alle aktører kan dra i samme retning.

Undersøkelsene som er utført har dannet grunnlaget for en vitenskapelig artikkel til konferansen IGLC2014 (International Group for Lean Construction). Masteroppgaven består av (1) den vitenskapelige artikkelen, (2) en prosessrapport som beskriver arbeidet, og (3) vedlegg. Prosessrapporten redegjør for temabakgrunn, problemstilling og målsetninger, og utfyllende refleksjon rundt forskningsmetode er inkludert i rapporten. Den redegjør også for valg og beslutninger underveis, samt ubenyttet arbeid og data som av ulike årsaker ikke kom med i den endelige artikkelen. Til slutt presenteres tanker for videre arbeid. I tillegg til artikkelen er det utarbeidet en A3-rapport som oppsummerer artikkelen. Dette var et krav fra arrangørene av konferansen og skal brukes av konferansens deltagere under presentasjonene. A3-rapporten finnes i vedlegg 4.

## **ABSTRACT**

It is argued that a lack of integration between design and construction is an impediment to efficient project execution. Regardless, it is reason to believe that increased collaboration amongst designers and contractors, both in and outside of projects, is beneficial to all parties.

The purpose of this thesis is to investigate how early contractor involvement affects the work of the design team. The design process has traditionally been controlled by engineers and architects, but new project delivery models have enabled contractors with more responsibility in design. The research has investigated advantages and disadvantages for the design team when collaborating with the contractor in the early phases of design. After a substantial literature review of theory and research, two case studies from the industry have been investigated in regard to the research questions. Qualitative interviews with key design personnel from architects, engineers and contractors have been conducted.

The results are that there are a majority of advantages to the design team. Contractors' expertise in cost estimation, constructability and risk management is of great value to the design. No distinct disadvantages were found, but rather some challenges associated with early contractor involvement. Contractors are perceived to have a strong focus on cost and schedule. The design team can experience a challenge of its interests, such as creativity and innovation. In addition it is vital that subcontractors are involved at the right time. If the contractor is allocating work to subcontractors, constructability issues cannot be addressed at the right time if they are not involved early enough. The biggest challenge is gaining acceptance and dedication to adhere to new forms of collaboration. A mutual respect and trust between the team members is fundamental to project success.

The thesis consists of three parts. The research carried out is presented in a scientific research article for the IGLC2014 research conference (International Group for Lean Construction) (Part 2). In addition to this article, the master thesis consists of a process report (Part 1). The process report describes the background for the research, research questions and objectives. It is an elaboration of the article with more information about (1) the research design and methods, (2) choices and decisions in relation to the research, and (3) discarded word and data that was not included in the final paper. Finally, the report presents concerns about future research. The third part is appendixes. One of the appendixes is an A3 report of the article. The report was a requirement from the scientific committee of the conference and is to be used by the participants during the presentations.

## INNHOLDSFORTEGNELSE

Forord .....	I
Sammendrag .....	II
Abstract.....	III
Innholdsfortegnelse.....	IV
Figurliste for Del 1 - Prosessrapport.....	V
Tabelliste for Del 1 – Prosessrapport.....	V
Figurliste for Del 2 - Artikkel.....	V
Tabelliste for Del 2 – Artikkel.....	V
<b>DEL 1 – Prosessrapport .....</b>	<b>1</b>
1 Introduksjon.....	3
1.1 Temabakgrunn .....	3
1.2 Problemstilling.....	4
1.3 Mål.....	4
1.4 Omfangsbegrensning .....	4
2 Gjennomføringsprosess med datainnsamling .....	5
2.1 Forskningsdesign .....	5
2.1.1 Vitenskapelig tilnærming .....	6
2.1.2 Vitenskapelig metode .....	7
2.2 Valg av metode for datainnsamling .....	8
2.2.1 Litteraturstudium .....	8
2.2.2 Case-studie med intervjuer .....	10
2.2.3 Intervjuer.....	14
2.3 Resultatenes troverdighet.....	15
2.3.1 Validitet .....	15
2.3.2 Reliabilitet.....	16
2.3.3 Diskusjon av feilkilder og svakheter .....	16
3 Valg- og beslutningsprosessen underveis .....	16
4 Ubenyttet data og arbeid.....	17
4.1 Prosjekteringsprosessen.....	17
4.2 Value Engineering .....	19
4.3 Partnering og Integrated Project Delivery .....	20
4.4 Ubenyttet data.....	23
5 Utdypet Resultatdel og tanker om videre arbeid .....	23



5.1 «Improved constructability» .....	23
5.2 «Improved cost estimation».....	24
5.3 «Challenges».....	24
5.4 Tanker om videre arbeid.....	25
6 Arbeidsfordeling mellom forfatterne .....	25
7 Referanseliste.....	26
<b>DEL 2 – Vitenskapelig artikkel .....</b>	<b>29</b>
<b>DEL 3 – Vedlegg .....</b>	<b>43</b>
Vedlegg 1 – Intervju ifm. masteroppgave ved NTNU .....	45
Vedlegg 2 – INtervjuguider .....	46
Vedlegg 3 - Oppgaveformulering.....	48
Vedlegg 4 – A3-rapport .....	49

#### **FIGURLISTE FOR DEL 1 - PROSESSRAPPORT**

Figur 1 Vitenskapssirkelen (Wallace, 1971) .....	7
Figur 2 Senter for husdyrsforsøk - illustrasjonsfoto fra NMBUs hjemmeside.....	12
Figur 3 OCCI - illustrasjonsfoto fra Oslo universitetssykehus' hjemmeside.....	13
Figur 4 Prosjekteringsprosessen (Westgaard et al., 2009).....	18
Figur 5 Partneringkontrakt (EBA, 2008) .....	21

#### **TABELLISTE FOR DEL 1 – PROSESSRAPPORT**

Tabell 1 Søkord og -kombinasjoner.....	9
Tabell 2 Fordeler med partnering ift. tradisjonell gjennomføring (EBA, 2008) .....	22

#### **FIGURLISTE FOR DEL 2 - ARTIKKEL**

Figure 1 Integrated Design Process versus Conventional Design Process (Busby Perkins+Will and Stantec Consulting Ltd., 2007) .....	34
Figure 2 Preferred design process versus traditional design process (Pressman, 2007). .....	34
Figure 3 Traditional Design Process versus Integrated Design Process (The AIA, 2007).....	35

#### **TABELLISTE FOR DEL 2 – ARTIKKEL**

Table 1 Advantages and Challenges of Early Contractor Involvement .....	40
---	----



# **DEL 1 – PROSESSRAPPORT**



# PROSESSRAPPORT FRA ARTIKKELEN “EARLY CONTRACTOR INVOLVEMENT: ADVANTAGES AND DISADVANTAGES FOR THE DESIGN TEAM”

Andreas Heier Sødal<sup>1</sup>

## 1 INTRODUKSJON

### 1.1 TEMABAKGRUNN

Den vitenskapelige artikkelen «Early Contractor Involvement: Advantages and Disadvantages for the Design Team» tok utgangspunkt i problemstillingene i prosjektoppgaven «Tidlig involvering av entreprenør: Fordeler og ulemper for rådgivende ingeniør» fra faget TBA4531 Prosjektledelse, fordypningsemne. Prosjektoppgaven ble utarbeidet av undertegnede høsten 2013. Bakgrunnen for prosjektoppgaven var interesse fra Multiconsult om å igangsette en studentoppgave om bedre samarbeid i byggeprosessen. Multiconsult opplever at det kan være utfordrende å samarbeide med entreprenører i de tidlige prosjekteringsfasene, både av kontraktmessige årsaker og på grunn av mangel på erfaring med dette. Multiconsult er sjelden engasjert i prosjekteringsprosesser hvor entreprenøren er involvert tidlig. Mange av de store, offentlige prosjektene selskapet er involvert i er byggherrestyrte delentrepriser. Byggherren har her valgt kontraktstrategier som ikke involverer entreprenørene i de tidlige prosjekteringsfasene. Multiconsult ønsket å fokusere på hvordan det påvirker arbeidet til prosjekteringsteamet at entreprenøren er involvert tidlig. Da prosjektoppgaven ble evaluert foreslo veileder, Ola Lædre, at den kunne videreutvikles til en vitenskapelig artikkel til konferansen IGLC 2014 (International Group for Lean Construction).

Ressurser internt i Multiconsult er engasjert i samarbeidsprogrammet Bygg21, som har et uttalt mål om å øke forståelsen og skape en bransjekultur for bærekraftige og kontinuerlige forbedringsprosesser i byggesektoren (Direktoratet for byggkvalitet, 2013). De er også involvert i forskningsprosjektet SAM-BIM, som jobber for å utvikle bedre samhandlingsprosesser understøttet av BIM. Begge initiativene har et uttalt fokus på økt samarbeid mellom aktørene. Etter samtaler med ulike ressurspersoner ble det bestemt å undersøke hvilke fordeler og ulemper det har for rådgivere og arkitekter (heretter prosjekteringsteamet) at entreprenøren er involvert tidlig i prosjekteringsprosessen.

Tidlig samarbeid mellom entreprenør, rådgivere og arkitekt et grunnleggende prinsipp i flere prosjektledelsesfilosofier. Fokuset i denne artikkelen var spesielt på Lean Construction ettersom konferansen var i regi av IGLC. Som nevnt i artikkelen er en av idéene i en lean gjennomføringsmodell å involvere nedstrøms aktører i tidlig

---

<sup>1</sup> M.Sc. Student, Department of Civil and Transport Engineering, Norwegian University of Science and Technology (NTNU)/Project Engineer, Multiconsult AS, Phone +47 48203418, [andresod@stud.ntnu.no](mailto:andresod@stud.ntnu.no)

planlegging og prosjektering for å generere mer verdi for kunden (Ballard, 2000). Selv om hovedfokus er på Lean Construction diskuterer prosessrapporten også andre prosjektledelsesteorier som fokuserer på økt integrasjon og tidlig involvering av viktige aktører.

## **1.2 PROBLEMSTILLING**

Problemstillingen har som nevnt tatt utgangspunkt i problemstilling fra prosjektoppgaven høsten 2013. Etter nøye vurdering ble det definert en overordnet problemstilling. Hovedproblemstillingen har vært som følger:

- Hvordan påvirker det arbeidet til prosjekteringsteamet at entreprenør er involvert i tidligfasen av prosjekteringen?

Foruten hovedproblemstillingen har forskningen prøvd å besvare flere forskningsspørsmål. Disse har konsentrert seg om å understøtte hovedproblemstillingen ved å være nært tilknyttet hovedproblemstillingen eller formulert for å undersøke relaterte tema. De mest sentrale forskningsspørsmålene har vært:

- Hvilke fordeler og ulemper har det for prosjekteringsteamet?
- Hvilken entreprenørkompetanse er av størst verdi for prosjekteringen?
- Hvilke incentiver finnes for de ulike aktørene?
- Hvilke utfordringer er knyttet til organiseringen?
- Er det motstand mot denne form for samarbeid?

Problemstillingen og de øvrige forskningsspørsmålene besvares i sin helhet i artikkelen, mens en utdypet resultatdel og konklusjon følger senere i denne rapporten.

## **1.3 MÅL**

Hovedmålsettingen er naturlig nok å besvare problemstillingen; å identifisere fordeler og ulemper for prosjekteringsteamet ved å samarbeide med entreprenør tidlig i prosjekteringen. Målsettingen innebærer også å kunne presentere resultater av betydning for næringen og dermed kunne øke forståelsen for fordelene og utfordringene med tidlig samarbeid. Forhåpentligvis vil resultatene ha betydning for hvordan Multiconsult tilnærmer seg prosjekter på i fremtiden.

Det har også vært en personlig målsetting å lære hvordan samspillmodeller fungerer i praksis og danne seg et bilde av rådgivernes rolle i et slikt samspill.

## **1.4 OMFANGSBEGRENSNING**

For at omfanget av artikkelen ikke skulle bli for stort ble det tidlig og underveis gjort avgrensninger av oppgaven. Forfatterne har vært opptatt av å være så presise som mulig for å unngå å gape over for mye. En forskningsartikkel skal gå i dybden på ett

spesielt tema. Det finnes allerede mye publisert forskning og teori på hvordan tidlig involvering av nedstrøms aktører kan være positivt for prosjekter som helhet. Mye av fokuset har vært på nytten for byggherren og entreprenøren, mens det ble funnet lite forskning på hvordan en slik organisering påvirker og endrer arbeidet til arkitekter og rådgivere. Å velge å se problemstillingen fra dette perspektivet har derfor vært den største avgrensningen.

BIM har vært et sentralt forskningstema de siste årene. I denne artikkelen ble det tidlig bestemt å betrakte BIM som et verktøy i prosjektering fremfor et eget fokusområde i artikkelen. Begge case-prosjektene som ble undersøkt brukte BIM og forfatterens erfaring er at de fleste store prosjekter nå benytter BIM.

Det er i større grad valgt å fokusere på effekten på selve *prosjekteringsarbeidet* dersom entreprenøren er involvert tidlig, fremfor å fokusere på hvilken organisering og kontraktsform som er ideell for prosjekteringsteamet. Det tradisjonelle prosjekteringsarbeidet vil endres med entreprenør involvert og fokuset har vært på fordeler og ulemper ved at entreprenør er en del av arbeidsprosessene. Det er sett på prosjekter med forskjellige kontraktsformer. Refleksjon om dette kommer senere i denne prosessrapporten. Det er som regel byggherren som legger premisser for organiseringsform og derfor sjelden opp til prosjekteringsteamet selv hvordan de vil organisere seg.

De påfølgende kapitlene i prosessrapporten vil klargjør mer utfyllende om valg tatt underveis, og hvilket arbeid og data som er utelatt fra selve artikkelen.

## **2 GJENNOMFØRINGSPROSESS MED DATAINNSAMLING**

Den vitenskapelige artikkelen inneholdt et kort avsnitt om forskningsmetode, men av hensyn til sideantall ble avsnittet nokså komprimert. Påfølgende kapittel vil derfor gi et mer utfyllende svar på forskningsmetoden og teorien bak. Hensikten er at dette kapittelet skal være ekvivalent til metodekapittelet i en vanlig masteroppgave ved NTNU.

Hensikten med metodekapittelet er å forklare og begrunne oppgavens fremgangsmåte for å besvare problemstillingene, samt drøfte styrker og svakheter ved tilnærmingen (Olsson, 2011). Det er gjort refleksjoner omkring valg av metode for å vise hvilke vurderinger som er lagt til grunn for gjennomføringen av forskningen. Det er også drøftet hvordan metoden fungerte og eventuelle svakheter.

### **2.1 FORSKNINGSDESIGN**

Det ble utformet en overordnet plan for hvordan masteroppgaven skal besvares, også kalt *forskningsdesign*. Et forskningsdesign fungerer som et rammeverk for forskningen og skal sikre at forskningsspørsmålene blir besvart på en effektiv og riktig måte (Hart, 2005). Yin (2014) sier at forskningsdesign er en plan som veileder forskeren i innsamlingen, analyseringen og tolkningen av data. Det er en «logisk bevismodell» som gir forskeren mulighet til å trekke slutninger om kausale relasjoner

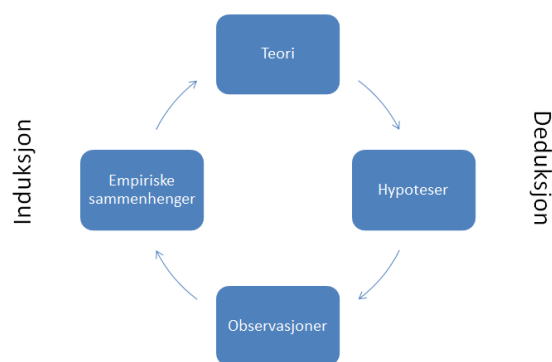
mellom variablene som er undersøkt. Forskningsdesignet skal kartlegge hva forskningens formål er, hvilket data-/informasjonsbehov som finnes, velge metode for innhenting av data og hvor dette skal utføres (Kunnskapssenteret, 2014). Ringdal poengterer at utformingen av forskningsdesignet baseres på formålet med undersøkelsene. Hun skiller mellom eksplorativ, beskrivende og forklarende forskningsdesign. Eksplorativ design brukes som oftest der det er lite forkunnskaper om temaet og ingen klar hypotese om utfallet. Beskrivende design tar sikte på å forklare sammenhengen mellom ulike variabler, mens det forklarende designet forsøker å gi svar på hvorfor det er en sammenheng eller ikke (Ringdal, 2001).

Formålet med undersøkelsene i denne oppgaven er å kartlegge fordeler og ulemper assosiert med en type organisering av prosjektering. Det har derfor vært behov for å innhente informasjon både ved å gjennomgå litteratur og tidligere forskning, samt gjøre empiriske undersøkelser for å innhente data fra virkeligheten. I denne oppgaven var en eksplorerende design mest hensiktsmessig. Forskningen tok sikte på å utforske hvilke fordeler og ulemper assosiert med samarbeid i prosjekteringen, og det er ingen klar hypotese på hva utfallet vil bli. Videre var det viktig å avklare hvilken vitenskapelig tilnærming og metode som var mest hensiktsmessig å bruke, samt hvordan innhenting av data skal utføres.

### **2.1.1 Vitenskapelig tilnærming**

Vitenskapelig tilnærming er måten problemstillingen angripes og besvares. Teorien skiller mellom deduktiv og induktiv tilnærming. Disse begrepene har også sammenheng med skillet mellom eksplorerende og forklarende forskningsdesign (Ringdal, 2001). Induktiv tilnærming betyr å trekke slutninger fra observasjoner i empiriske undersøkelser og generalisere dette til generelle teorier eller lovmessigheter. Motpolen er deduktiv tilnærming, der forskningsspørsmålene avledes fra teorier og tidligere forskning for så å undersøkes empirisk. Forskningsspørsmålene er ofte i form av hypoteser som testes i empiriske undersøkelser. Begge tilnærmingene brukes i den hypotetisk-deduktive metode, som er illustrert i Figur 1. Figuren illustrerer en vitenskapsmodell som bygger på prøving og feiling ved hjelp av både induksjon og deduksjon. Man tester hypoteser utledet fra teori gjennom empiriske undersøkelser for å finne ut om de kan støttes eller forkastes.





**Figur 1 Vitenskapssirkelen (Wallace, 1971)**

I denne oppgaven har problemstillingene blitt tilnærmet både induktivt og deduktivt ved hjelp av hypotetisk-deduktiv metode. Et litteraturstudium økte forståelsen rundt problemstillingen og gjorde at det ble dannet et bilde av hvilke spørsmål som fortsatt trengte å bli besvart. Dette dannet utgangspunkt for forskningsspørsmålene og undersøkelsene. I undersøkelsene vil observasjoner og samtaler danne grunnlag for nye formuleringer av forskningsspørsmål som vil tas med videre i forskningen.

### 2.1.2 Vitenskapelig metode

Vitenskapelig metode er framgangsmåter eller teknikker for å gi svar på forskningsspørsmål (Ringdal, 2001). Det skiller i hovedsak mellom kvalitativ og kvantitativ metode innen samfunnsvitenskap. Kvalitativ forskningsmetodikk innebærer å fokusere på å fange opp mening og opplevelse som ikke lar seg tallfeste eller måle. Kvalitativ forskning går i dybden og søker mange opplysninger om få undersøkelsesenheter (Dalland, 2012). Den er fleksibel i form av at datainnsamlingen ikke har faste svaralternativer og det i stor grad brukes ustrukturerte observasjoner. Dalland (2012) påpeker at en viktig forskjell mellom kvalitativ og kvantitativ tilnærming er at forskeren erkjenner påvirkning og delaktighet, og man er i direkte kontakt med feltet. Selv om det er fundamentale forskjeller mellom kvantitativ og kvalitativ tilnærming vil ikke valget av den ene utelukke den andre. Det er normalt å kombinere begge deler (Fellows & Liu, 2008). Kvantitativ metode på sin side søker faktabasert data for å analysere forholdet og samsvaret mellom teori og fakta. Dataanalysene gjengir kvantifiserbare resultater og konklusjoner etter evaluering av resultatene er gjort i lys av teori og litteratur (Fellows & Liu, 2008). Den kvantitative metoden ser fenomenet utenifra og er forskeren er i stor grad objektiv. Den kvalitative metode derimot vil se fenomenet innenfra og forskeren vil ha påvirkning og delaktighet i større grad enn i kvantitativ forskning (Dalland, 2012). Ringdal (2001) peker på at kvalitativ forskning er mer eksplorerende mens kvantitativ forskning er mer forklarende.

I denne oppgaven ble det valgt kvalitativ metode da dette egnet seg best med hensyn til problemstillingene. Egenskapene til kvalitativ metode passet meget bra til denne oppgaven ettersom en ønsker å fange opp mening og opplevelse som ikke lar

seg tallfeste. Det var heller ingen faste svaralternativ. Det var ønskelig å få mye informasjon fra få undersøkelsesenheter og observere erfaringen fra faktiske prosjekter. Tallbasert informasjon var ikke egnet for å besvare problemstillingen og kvantitativ metode ble derfor valgt bort.

## **2.2 VALG AV METODE FOR DATAINNSAMLING**

Det ble bestemt å utforme et eksplorerende forskningsdesign med en hypotetisk-deduktiv tilnærming til undersøkelsene og bruke kvalitative metoder for å samle inn data. Innledningsvis ble det utført et omfattende litteratursøk for å forstå teori og tidligere forskning rundt tematikken. De empiriske undersøkelsene ble gjennomført ved hjelp av semi-strukturerte intervjuer av erfarne prosjekteringsledere for rådgivere, arkitekter og entreprenører på to utvalgte case-prosjekter. De to case-prosjektene er presentert i senere i dette avsnittet. Begrunnelse for valg av metoder og utfyllende informasjon om datainnsamlingen følger i de neste avsnittene.

### **2.2.1 Litteraturstudium**

Litteraturen til forskningen er i hovedsak hentet fra bøker og forskningsartikler fra tidsskrift og konferansejournaler. Mye litteratur ble funnet gjennom søkemotoren Ask BIBSYS. Tjenesten er levert av Universitetsbiblioteket og gir tilgang til å søke gjennom omtrent all relevant faglitteratur. Resultatene fra søkene fungerte også som et springbrett videre til annen relevant litteratur. Søketreff ledet videre til relevante tidsskrift med flere aktuelle artikler, og relevante siteringer i leste artikler og bøker ble undersøkt videre. American Society of Civil Engineers (ASCE) og Science Direct sine elektroniske bibliotek er to av databasene der det ble funnet mange relevante forskningsartikler. Engineering Village, Scopus og Diva ble også brukt, men i mindre grad enn de to over. Ettersom artikkelen ble skrevet til IGLC-konferansen er også tidligere konferansejournaler herfra mye brukt til søk. Bøkene brukt i studiet ble enten funnet gjennom nevnte BIBSYS eller ved å gå til biblioteket og se gjennom reolene med faglitteratur om prosjekt- og prosjekteringsledelse. Mange av bøkene ble funnet på sistnevnte måte da en får oversikt over all tilgjengelig litteratur innenfor ulike fagfelt. Litteratur er også funnet etter veiledning av bibliotekar.

For å finne relevant litteratur ble en rekke ulike søkeord og søkekombinasjoner brukt. Alt fra brede, store tema til mindre, konkrete søkeord. Som vist nedenfor ble også søkefunksjonen ”og/eller ” brukt for å spesifisere søkene. Tabell 1 presenterer et utvalg av søkeord og -kombinasjoner som ble brukt:

**Tabell 1 Søkord og -kombinasjoner**

<b>Søkekombinasjoner</b>	<b>Søkord</b>
Prosjektledelse OG prosjektering	Constructability
Prosjekt OG design	Byggbarhet
Prosjekt OG tidligfase	Involverende planlegging
Design OG phase	Lean Construction
Collaborative OG design	Lean Design
Early Involvement OG design	Lean Project Delivery
BIM OG prosjektering	Integrated Project Delivery
Cost Estimation OG design	Target Cost
Design OG management	Value Engineering

Ikke alle søk ga resultater, men blant søkene som ga resultater ble litteraturen plukket ut etter titler, emner og hvor høyt de var rangert. Det ble ikke brukt artikler som kom lavt ut på treffene. Litteraturkildene ble valgt på grunn av deres relevans for problemstillingene. Enkelte artikler tok direkte opp entreprenørers påvirkning på prosjekteringsprosessen, mens andre kilder inneholdt litteratur på tilstøtende, relevante temaer. Når det gjelder litteratur på Lean Construction ble det i hovedsak valgt litteratur fra grunnleggerne og pionerene på feltet.

Litteraturen og siteringene som er brukt i oppgaven er kritisk vurdert for å kartlegge informasjonens verdi. De fire overordnede kriteriene for vurderingen er troverdighet, objektivitet, nøyaktighet og egnethet (TONE). Det er sett på hvem som har skrevet informasjonen, hva slags innhold den har, når og hvor den ble publisert, samt for hvem og hvorfor den ble produsert (VIKO, 2010). Informasjonens troverdighet er i stor grad knyttet til forfatterens renommé og hvilken kvalitetskontroll informasjonen har gjennomgått. Er informasjonen hyppig sitert i andre forskningsartikler styrker dette informasjonens troverdighet. Objektivitet i informasjonen er knyttet til om innholdet er partisk eller ikke. Det må også avdekkes om det foreligger interessekonflikter. Nøyaktigheten til informasjonen vurderes etter hvor oppdatert den er, om det er fakta eller meninger og om det støttes av andre publikasjoner. Egnethet går på i hvilken grad informasjonen er relevant for oppgavens problemstilling.

På tross av at litteraturen er gjennomgått kildekritikk, vil det fortsatt være rom for feilkilder. Det finnes veldig mye litteratur og forskning på blant annet Lean Construction, IPD og prosjekteringsledelse. Selv om det er prøvd etter beste evne å benytte de mest anerkjente kildene er det ingen garanti for at bedre og mer akseptert

litteratur er oversett. Det er derfor viktig å anerkjenne at det kan være tilfeller av feilkilder.

En utfordring med å skrive artikkelen var begrensningen på sidetall. Mange kilder ble veid og funnet for lette for å være med i den endelige artikkelen. Teorien som presenteres er direkte knyttet til problemstillingen, og mer utfyllende teori rundt tilstøtende temaer var det rett og slett ikke plass til. Kun små, relevante utdrag ble tatt med og mye tekst måtte forkastes. Et eksempel er artikkelen til Pulaski og Horman (2005) om byggharhet. Kun korte utdrag er tatt med av det originale sammendraget av artikkelen.

### **2.2.2 Case-studie med intervjuer**

Et case-studie kan defineres som «en empirisk undersøkelse som går i dybden om et ekte, aktuelt fenomen» (Yin, 2014). En av styrkene til case-studie som metode er at man kan bruke flere typer data. Man kan undersøke dokumenter og produkter, samt utføre intervjuer og observasjoner (Yin, 2014). Yin argumenterer videre for at begrunnelsen for valget av case-studie som metode må baseres på tre betingelser; (1) type forskningsspørsmål som stilles, (2) graden av kontroll forskeren har og (3) graden av fokus på nåtid opp mot historiske hendelser. Case-studie er passende metode dersom det i hovedsak stiller «hvorfor»- og «hvordan»-spørsmål, og når man undersøker faktiske hendelser i nåtid uten å kunne ha innflytelse på prosjektet. Bakgrunnen for valg av case-studie som metode for datainnsamling er at det var ønskelig å innhente erfaringen fra virkeligheten. Målet er å stadfeste hvordan effekten faktisk har vært på konkrete parametere på faktiske prosjekter, i motsetning til kun å innhente generelle meninger fra prosjekteringsledere.

Med utgangspunkt i Yins fem komponenter av et case-studies forskningsdesign, er det begrunnet hvorfor forskningen er utført som den er:

#### **1. Forskningsspørsmål**

Litteraturstudiet ga god oversikt over hvilke problemstillinger som tidligere var forsket på og hva det fortsatt ikke er funnet gode svar på. Dette var svært hjelpsomt i utarbeidelsen av forskningsspørsmål. Innspill fra prosjekteringsledere i bransjen og professorer på NTNU ble også hensyntatt i arbeidet. Forskningsspørsmålene er nevnt i starten av denne rapporten.

#### **2. Eventuelle hypoteser**

Det ble ikke utformet noen eksplisitte hypoteser. Det var en forestilling om at det var flere fordeler enn ulemper ved tidlig involvering av entreprenør, men det ble ikke jobbet ut i fra en slik hypotese.

#### **3. Antall undersøkelsesenheter**

Det ble bestemt å se på to case-studier og intervju representanter fra arkitekten, rådgivere og entreprenøren. Dette styrker undersøkelsene ettersom man får flere datakilder og kan finne mer presise og robuste svar på problemstillingene (Yin, 2014).

Dette kalles triangulering og det er i denne oppgaven brukt både metode- og datatriangulering. Førstnevnte i form av både litteraturstudie og intervjuer, og sistnevnte i form av tre ulike intervjupersoner på hvert case med ulik bakgrunn. Bakgrunn for valg av case følger nedenfor.

#### **4. Hvordan knytte dataene til hypotesene**

Yin (2014) poengterer at man må tidlig ha i tankene at datainnsamlingen må være utformet slik at det på enklest mulig hvis kan knyttes til hypotesen(e). I denne oppgaven er intervju spørsmålene direkte knyttet til forskningsspørsmålene og funn fra litteraturen for enten å bekrefte eller få ny nyanser rundt temaet. Dette kommer klarere frem i vedlegg 2, intervjuguide.

#### **5. Kriterier for tolkningen av funnene.**

Kvantitative studier bruker ofte signifikansnivå for å tolke og vurdere funn. Dette er vanskelig å gjøre i case-studier (Yin, 2014). Han foreslår å identifisere mulige motstridene forklaringer på forhånd for å kunne ta hensyn til dette under datainnsamlingen. I denne oppgaven er det gjort for eksempel når det gjelder kostnadsfokus. Det er en oppfatning i byggenæringen at rådgivere ikke har like sterkt kostnadsfokus som entreprenørene, og at entreprenørene mener rådgivere og arkitekter ikke tar godt nok høyde for kostnader i utvikling av bygg. Derfor ble intervju spørsmålene utformet slik at vi tydelig fikk svar på hva hver aktør mente om dette og hvordan det fungerte i de utvalgte case-prosjektene.

Det ble valgt å bruke 2 prosjekter fra byggenæringen som case-studier. Kriteriene som ble lagt til grunn for valg av case var at entreprenøren hadde vært involvert fra tidligfasen og gjennom hele prosjekteringen, samt at bygging var startet. Det ble vurdert å spisse kriteriene til at det skulle være to prosjekter som fulgte en samspillsmodell, der det ene prosjektet skulle være en suksess mens det andre skulle ha opplevd et mindre suksessrikt samarbeid. Dette viste seg å være vanskelig å oppdrive, både i mangel av samspillsprosjekter fra samarbeidsbedriftene og at oppfattelsen av suksess/fiasko var vanskelig å definere. Det ble etter hvert bestemt å gå for ett samspillsprosjekt og én totalentreprise der entreprenøren var initiativtaker til prosjektet og hadde vært med fra oppstart. Prosjektene oppfylte kravene til passende case og vi fikk klarsignal fra nøkkelpersoner om prosjektene kunne brukes.

Dette var ikke et case-studie i sin fulle, vitenskapelig betydning. To prosjekter fra byggenæringen ble brukt som undersøkelsesenheter, men kun ett forhold på prosjektene var interessant for artikkelen – nemlig effektene av tidlig involvering av entreprenør. Det var derfor ikke hensiktsmessig å gjøre dokumentanalyser av tegninger og beskrivelser. Når det gjelder observasjoner, ville det vært interessant å deltatt på prosjekteringsmøter med alle aktørene til stede. Det ble dessverre ikke muligheter til dette, på grunn av at casene ble avklart forholdsvis sent og konferansen tidsfrister for levering. Effekten av observasjoner antas å ha vært større dersom man

kunne fulgt prosjekteringen over lengre tid. Tidsbegrensningen på artikkelen tillot dessverre ikke dette. Dette er også omtalt under avsnittet «Tanker om videre arbeid».

Videre følger en kort presentasjon av case-prosjektene.

## Senter for husdyrforsøk



**Figur 2 Senter for husdyrforsøk - illustrasjonsfoto fra NMBUs hjemmeside**

Nytt Senter for Husdyrforsøk (SHF) er en del av den nye campusutbyggingen på Ås. SHF blir Norges største gårdsbruk målt i antall husdyr og en sentral arena for utdanning og forskning ved Universitetet for miljø og biovitenskap (UMB) på Ås og Norges Veterinærhøgskole (NVH). Anlegget består av til sammen 5 bygg med et samlet brutto areal på 11.800 kvm. Byggestart var høsten 2013 og SHF skal være klart til innflytting første halvår 2015. Parallelt med byggingen foregår det i dag detaljprosjektering. Arbeidet har vært organisert slik at prosjektets øverste organ er en styringsgruppe der byggherren, entreprenøren og deler av samspillsgruppa er inkludert. Under styringsgruppa finner man samspillsgruppa, som også inkluderer brukerne. Der har de viktige funksjonelle beslutningene blitt tatt og lagt grunnlag for prosjekteringen. Statsbygg er byggherre og utlyste anbud fra samspillsgrupper. En samspillsgruppe bestående av Skanska, Multiconsult, ØKAW Arkitekter, Nyréns Arkitektkontor, samt Norsk Landbruksrådgivning utarbeidet et tilbud med en målsum i felleskap og vant anbudet i hovedsak på grunn av god oppgaveforståelse. Dermed ble en målsumsavtale inngått. Det ble diskutert en intern fordelingsnøkkel mellom firmaene, men det ble til slutt besluttet at Skanska skulle være eneste kontraktspart med Statsbygg. Resten av samspillsgruppa jobber dermed på timekontrakt for Skanska. Incentivene i kontrakten er at det er en 50/50-delning av fortjeneste eller kostnader i forhold til målsummen.

## Oslo Cancer Cluster Innovasjonspark (OCCI)



**Figur 3 OCCI - illustrasjonsfoto fra Oslo universitetssykehus' hjemmeside**

OCCI-prosjektet er en totalentreprise som er utviklet i samarbeid med Skanska. Bygget er på 36000 kvm og skal samle forskningsmiljøer, universitetssykehus, næringsliv og Ullern videregående skole i samme bygg. Grunnideen bak cluster-tanken ligger i samspillet og den fysiske integrasjonen mellom virksomhetene. Kontraktverdien er på 707 millioner kroner. Arkitekt på prosjektet er DARK Arkitekter og det er flere ulike rådgivere involvert. Vår intervjuperson representerte RIV og kom fra Deltatek AS. Skanska har vært involvert siden 2011. Arkitekt og rådgivere ble også involvert tidlig og var med på utarbeidelsen og prisingen av skisseprosjektet. Byggestart var mai 2013 og bygget skal ferdigstilles mai 2015. På samme måte som på SHF har rådgivere og arkitekt kontrakt med Skanska. Det er kontrakter av ulik slag, men ingen er på fastpris kontrakt. Rådgivere er på budsjett med bonusavtaler for noen.

Prosjektene var veldig likt organisert. Aktørene ble involvert samtidig i begge prosjektene, men den største forskjellen var at i samspillmodellen jobbet rådgiverne og arkitekten *sammen med* entreprenøren, mens i totalentreprisen jobbet de *for* entreprenøren. Erfaringer fra arbeidet med denne artikkelen er at det er en generell skepsis til å jobbe i totalentrepriser blant større rådgiverkontor. Det var derfor ønskelig å lokalisere samspillsprosjekter, der aktørene var sidestilt i en samspillsgruppe. Observasjonen i forbindelse med utvelgelse av case er likevel at det finnes få A4-prosjekter som følger en bestemt mal for organisering. Selv om samspillsprosjektet offisielt ble kalt en «samspillsmodell» var det ett kontraktsforhold mellom entreprenøren og byggherren, hvorpå de andre medlemmene av samspillsgruppa igjen var kontrahert på timebasis av entreprenøren. Kontraktsforholdene virker å være mange i samspillskontrakter og dette var bare én måte å gjøre det på. Dette forholdet omtales mer under «Utdypet diskusjon».

### 2.2.3 Intervjuer

Hovedkilden til informasjon har vært intervjuer med prosjekteringsledere, både fra case-prosjektene og andre prosjekteringsledere. Forskningsspørsmålene krever utfyllende informasjon om case-studiene fra nøkkelpersoner for å bli besvart. Intervjuer gir mulighet til å dokumentere erfaringer og synspunkt fra alle de viktige aktørene for så å analysere svarene opp mot problemstillingene. Man tar sikte på å få frem nyanserte beskrivelser av situasjonen intervjupersonen befinner seg i (Dalland, 2012). Det ble valgt å kjøre semi-strukturerte intervjuer. Ifølge Kvale (1997) er dette best egnet når et bestemt tema skal undersøkes. Intervjumetoden gjør det mulig å følge en strukturert intervjuguide for å få valide og gyldige svar på forskningsspørsmålene. Samtidig kan man stille oppfølgingsspørsmål dersom det er hensiktsmessig. På den måten vil man få sammenlignbare resultater fra intervjuene, samt at man kan gå i dybden på enkelte tema dersom interessant informasjon dukker opp.

Det ble utviklet en intervjuguide (se vedlegg 2) som utgangspunkt for alle intervjuene. Spørsmålene varierte fra generiske til case-spesifikke spørsmål og samme spørsmål ble stilt alle intervjupersonene. Det var kun mindre modifikasjoner for å tilpasse formuleringene til de ulike aktørene. Spørsmålene var utformet for å besvare hovedspørsmål, men ga også rom for oppfølgingsspørsmål og muligheter til å innhente informasjon om tilstøtende tema. Basert på kunnskapen fra litteraturstudiet, ble intervjupersonene spurt om sin opplevelse av konkrete fordeler og ulemper for å undersøke om det finnes et mønster og/eller sammenhenger. Spørsmålene var også åpne for å unngå korte, komprimerte svar. Det ble bevisst utformet objektive spørsmål for å unngå ledende spørsmål.

Intervjuene ble avholdt på byggeplass eller på de involverte bedriftenes kontorer. De varte i alt fra 45 til 60 minutter. I forkant av intervjuene fikk alle intervjupersonene tilsendt en introduksjon til oppgaven, samt informasjon om meg som intervjuer (vedlegg 1). Innledningsvis i intervjuene ble dette også presentert for å sette tonen for resten av intervjuet. Intervjupersonene fra casene var prosjektledere for henholdsvis arkitekten, entreprenøren og rådgiver(ene). Bakgrunnen for valg av intervjupersoner var at prosjekteringslederne har den beste kunnskapen om prosjekteringsprosessen. Tre intervjuer på hver case ble holdt, samt fire intervjuer med erfarne prosjekteringsledere fra andre prosjekter. Datatriangulering ble derfor oppnådd. Erfaringen fra intervjuene var at intervjuguiden fungerte til sitt formål og gjorde at intervjuene foregikk på tilnærmet lik måte hver gang. Enkelte intervjupersoner var vanskeligere enn andre å holde på rett spor og hadde lett for å drifte avgårde. Da fungerte intervjuguiden godt som et virkemiddel for å få samtalen tilbake på rett spor. Enkelte spørsmål ble besvart som deler av refleksjonen rundt andre spørsmål og flyten i intervjuene var derfor ulik for alle intervjupersonene. Intervjuene ble innspilt på diktafon og transskribert i etterkant. Transkriberingene blir



tatt vare på fremover, i tilfelle det reises spørsmål fra lesere eller akademikere om resultatene etter at artikkelen er publisert.

Problemstillingene og intervju spørsmålene ble godt mottatt av samtlige intervju personer. Det var bred enighet om at temaet er viktig og aktuelt, og intervju personenes respons tyder på et stort engasjement om hvordan samarbeide best mulig i byggeprosjekter.

### **2.3 RESULTATENES TROVERDIGHET**

Den vitenskapelige artikkelen er utarbeidet ved hjelp av vitenskapelige metoderegler. Metodene skal sikre at artikkelen presenterer troverdig kunnskap. Dalland (2012) påpeker viktigheten av kritisk syn på egen forskning og trekker særlig frem kravene til validitet og reliabilitet. Yin (2014) mener det styrker troverdigheten til forskning dersom man bruker et flertall av kilder til dokumentasjon, fremlegger all rådata for etterprøving, bruker en oversiktlig struktur så leseren lett kan følge avledningen og at man er kritisk til kildene sine. Yin utdyper videre at noen av svakhetene til intervju som metode for datainnsamling er at det forekommer dårlig formulerte spørsmål, intervju personers subjektivitet og at intervju personer kan svare det de tror intervjuer ønsker (refleksivitet).

Ved å basere forskningsdesignet på Yins anbefalinger har resultatene god troverdighet. Det er brukt både data- og metodetriangulering, all innsamlet data er vedlagt og strukturen på artikkelen er bygget opp slik at leseren ledes fra teori, via undersøkelser til resultater og drøfting.

#### **2.3.1 Validitet**

Validitet står for relevans og gyldighet (Dalland, 2012). Det skilles også mellom ekstern og intern validitet. Intern validitet betyr at det som måles må ha relevans og være gyldig for de problemstillingene som undersøkes (Yin, 2014). Forfatterens oppfatning er at den interne validiteten til oppgaven er god, ettersom datainnsamlingen har fokusert på forskningsspørsmålene og problemstillingene. Det er også gjort analyser for å sammenlikne responsen fra de ulike aktørene og casene. Ekstern validitet er hvorvidt målingene som er gjort er gyldige også for andre situasjoner enn den undersøkte, og om det er generaliserbart. Fordelene og utfordringene funnet i denne artikkelen vil ikke i seg selv oppfylles ved å involvere entreprenøren tidlig. Det er mange premisser som ligger bak, men det er forfatters oppfatning at funnene vil være gyldige også i andre samarbeidsprosjekter. Flere funn fra teori ble bekreftet av resultatene og bør i så måte være gyldige for tilsvarende prosjekter. Konteksten for undersøkelsene vil være lik i mange prosjekter av samme organisering. Styrken til denne oppgaven er at det er sett på to case, uavhengig av hverandre. Dette styrker konklusjonene til undersøkelsene.

### **2.3.2 Reliabilitet**

Reliabilitet betyr pålitelighet og handler om at målinger må utføres korrekt og eventuelle feilmarginer må gjøres rede for (Dalland, 2012). Det handler også om etterprøvnbarhet, og høy reliabilitet tilsier at en annen forsker skal få tilnærmet samme resultat dersom samme undersøkelse utføres igjen. Etterprøvnbarhet i kvalitative studier er på generell basis vanskelig (Samset, 2013). Etersom metodeavsnittet i artikkelen var relativt begrenset er denne prosessrapporten er virkemiddel for å bevise reliabiliteten til forskningen. Forskningsdesignet- og metoden er godt beskrevet og samme intervjuer kan utføres på nye prosjekter. Styrker og svakheter er beskrevet, slik at ny forskning rundt tema kan ta høyde for dette.

### **2.3.3 Diskusjon av feilkilder og svakheter**

Ved alle typer undersøkelser vil det være fare for feilkilder. Særlig når resultatene avhenger av et begrenset antall respondenters svar er det viktig å være bevisst på dette. Som intervjuer er det viktig å akseptere at man kan ha en viss påvirkning på intervjuet. Thagaard (2009) mener at nøytralitetsidealet er at man prøver å unngå å påvirke intervjupersonene i størst mulig grad. Det ble derfor utarbeidet objektive og åpne spørsmål, slik at intervjupersonene ikke ble tvunget inn i et tankesett, men kunne uttrykke frie meninger. Når man holder flere intervjuer danner man seg et bilde av hva intervjupersonene kommer til å svare, men det var viktig å likevel forholde seg nøytral og stille samme oppfølgingsspørsmål for å få frem eventuelt nye synspunkter. Man kan likevel ikke utelukke at enkelte svar er påvirket av intervjueren. Dersom intervjupersonene misforstår spørsmål eller kontekst, kan svaret fra intervjupersonene være ment annerledes enn spørsmålets intensjon. Et større antall undersøkelsesenheter ville redusert muligheten for feilkilder og usikkerhet. Ytterligere undersøkelser og flere case-studier vil kunne styrke resultatene.

Feilkilder i litteraturen er diskutert ovenfor. Dersom kildene ikke er av god kvalitet i henhold til TONE, vil det også være fare for feilkilder. Kildene er derfor godt vurdert for å redusere denne risikoen.

En svakhet ved undersøkelsene er at arkitekten på OCCI-casen ikke ble intervjuet. Beklageligvis fikk vi ikke kontakt med arkitekten og innhentet hans synspunkter. Dette ville naturlig nok vært en fordel, men kvaliteten på undersøkelsene er ikke nevneverdig redusert av den grunn.

## **3 VALG- OG BESLUTNINGSPROSESSEN UNDERVEIS**

Valg i forbindelse med forskningsmetode er i all hovedsak forklart i det foregående kapittel. Videre følger mer utfyllende om valg og beslutninger i forskningsprosessen.

I prosjektoppgaven høsten 2013 ble det også undersøkt om byggenæringen kan lære av gjennomføringsmodellene som brukes i olje- og gassnæringen (OG-næringen). En av hypotesene var at OG-næringen er dyktigere på å involvere og samarbeide med den utførende aktøren i de tidlige prosjekteringsfasene. Det ble utført sammenligning

av gjennomføringsmodeller i de to næringene og intervjuer med prosjekteringsledere fra et OG-prosjekt ble utført for å kartlegge hva man kunne lære. Da det ble bestemt å videreføre prosjektoppgaven til en forskningsartikkel ble denne underproblemstillingen utelatt. Det ble bestemt å avgrense oppgaven til kun å fokusere på problemstillinger fra byggenæringen og gå i dybden på disse. En sammenligning og forskning på erfaringsutveksling mellom bygge- og petroleumsindustrien er et spennende og høyaktuelt tema som bør være fokus for fremtidig forskning. Da det til syvende og sist ikke er relevant for problemstillingen er det ubenyttede arbeidet fra prosjektoppgaven også utelatt fra påfølgende kapittel «Ubenyttet data og arbeid».

Det ble valgt å øke fokuset på Lean Construction i teoridelen av artikkelen med tanke på konferansens fokus. Det er dessuten nærmest påkrevd å referere til konferansens anbefalte litteratur i teoridelen. Som litteraturstudiet viser er det langt fra bare Lean Construction som fokuserer på økt og tidlig integrasjon mellom partene i et byggeprosjekt. Ulike filosofier og konsepter er samlet under forskjellige merkenavn, men mange av dem bygger på de samme prinsippene. Noen av dem er altså nedprioritert i forhold til Lean Construction av hensyn til konferansens art. Hvilken teori som er utelatt kommer ytterligere frem i neste kapittel.

Arbeidet var styrt av forskjellige frister satt av konferansens akademiske komité. Et første utkast skulle leveres i mars, for så å gå gjennom en fagfellevurdering (peer review). Til dette første utkastet var ikke alle undersøkelsene gjennomført. Det ble antatt at det var viktigere å få artikkelen til vurdering for så å implementere resultatene fra de siste undersøkelsene i etterkant. Det første utkastet ble sendt inn og fikk gode tilbakemeldinger. Det ble godkjent med mindre modifikasjoner.

## **4 UBENYTTET DATA OG ARBEID**

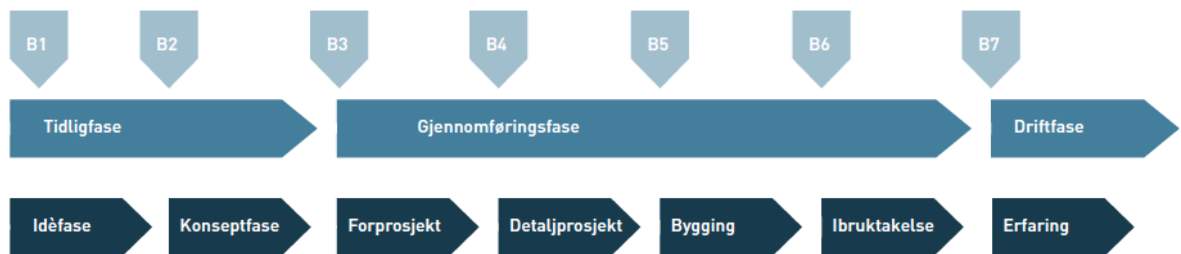
Ikke all litteratur og data som er innsamlet i løpet av forskningen er benyttet i den endelige artikkelen. En av utfordringene med å skrive forskningsartikkelen til IGLC-konferansen var formateringskravet på maksimalt 12 sider. Når i tillegg dette inkluderer referanseliste var det viktig å være konkret og presis i arbeidet. Utfordringen var å ikke tillate sidetallsbegrensningen å gå på bekostning av kvaliteten på innholdet. Snarere tvert i mot. Noen elementer som muligens ville blitt inkludert i en vanlig masteroppgave ble ofret etter nøye vurdering opp mot helheten av artikkelen. I sluttfasen av arbeidet med forskningsartikkelen og i etterkant er det funnet mer litteratur som omhandler relevante problemstillinger for oppgaven. Det som ble vurdert som mest relevant og viktig ble inkludert, mens resten ble forkastet. Videre følger de elementene som er utelatt fra artikkelen.

### **4.1 PROSJEKTERINGSPROSESSEN**

Et av disse elementene var beskrivelse av prosjekteringsprosessen. En fremstilling av hva de ulike fasene inneholder av aktiviteter og milepæler er en god introduksjon til

hvordan disse fasene blir påvirket av tidlig entreprenørinvolvering. Likevel finnes det ingen fasit på hvordan en prosjekteringsprosess organiseres og hvert firma har sine egne modifikasjoner. Derfor ble det besluttet at dette var overflødig i en forskningsartikkel.

Det er ingen fasit for hvordan man definerer prosjekteringsprosessen, men videre presenteres kjente, omforente teorier. Westgaard et al. (2010) foreslår en faseinndeling av byggeprosessen slik Figur 4 viser. Den tar for seg et byggeprosjekt fra oppstart til driftsfase. Figuren er gjengitt i Østby-Deglums kompendiet fra faget TBA4127 Prosjekteringsledelse ved NTNU. Kompendiet beskriver også de ulike fasene, der mye er basert på Westgaard et al. sin rapport fra 2010. På den andre side opererer Rådgivende Ingeniørenes Forening (RIF) med en faseinndeling bestående av skisseprosjekt, forprosjekt, detaljprosjekt, kontrahering og utførelse. Nedenfor er noen av de viktigste fasene beskrevet.



**Figur 4 Prosjekteringsprosessen (Westgaard et al., 2009)**

### **Tidligfase**

I prosjekterings innledende fase utføres det hovedanalyser, det velges gjennomføringsmodell og det utarbeides et overordnet byggeprogram. Det skal avdekkes hvilke behov kunden har og hvorvidt disse samsvarer med kundens strategi og virksomhetsbehov. Westgaard et al. påpeker også at kunden bør ta stilling til hvordan en eventuell realisering skal balanseres mellom produktet (fysisk bygg), prosjektorganisasjonen og prosessene som fører frem til ferdig produktet. De økonomiske rammene for investering, drift og livsløpskostnader bør fastsettes. En lønnsomhetsanalyse som sikrer at prosjektet er lønnsomt er essensielt i denne fasen. I forbindelse med dette er det også nødvendig å vurdere usikkerhet. Basert på aktivitetene nevnt ovenfor skal det altså utarbeides et byggeprogram som analyserer byggeprosjektet med tanke på funksjonalitet og krav til løsninger. Byggeprogrammet inneholder premisser som legger føringer på hvilke resultater man kan forvente av det endelige produktet.

### **Skisseprosjekt**

I denne fasen videreutvikles fysisk og funksjonelt konsept ut ifra de visjoner som ble fastsatt i tidligfasen. Det skal jobbes innovativt for å utarbeide nye og gode løsninger

som samsvarer med kundes forventninger. Det vil være flere aktuelle løsninger på et så tidlig stadium og alternative løsninger skal også utarbeides for å belyse ulike alternativ med tilhørende kostnadsestimater. Fasen involverer også eksperter fra ulike fagområder for å analysere muligheter og begrensninger i prosjektet. Sluttproduktet fra denne fasen er i følge Østby-Deglum en summarisk beskrivelse av forslag med hensyn til plankonsept, arealbruk, konstruktive system, tekniske anlegg og materialbruk. Arkitekten er sentral i denne fasen.

### **Forprosjekt**

Forprosjektet skal utvikle teknisk, fysisk og funksjonell struktur. Basert på skisseprosjekt med kundens innspill skal rom- og byggeprogram finne sin løsning, og brukerkrav på romnivå skal tilfredsstilltes. Westgaard et al. vektlegger god kommunikasjon og godt samarbeid aktørene i mellom som essensielt for denne fasen. Spesifikasjoner og beskrivelser danner grunnlaget for det etterfølgende prosjekteringsarbeidet og må utarbeides uten tvetydigheter. Dette reduserer risikoen for omprosjektering og negative iterasjoner i utførelsesfasen. Det skal også utarbeides et kostnadsoverslag for den valgte løsningen. Med etableringen av BIM som sentralt verktøy i prosjekteringsprosessen har for- og skisseprosjekt fått et større pådrag enn tidligere. Detaljeringsgraden har økt med teknologiutviklingen (Moen og Moland, 2010).

### **Detaljprosjekt**

I denne fasen får prosjektet sin endelige utforming og det utarbeides detaljerte beskrivelser av bygget. Funksjonelle, kvantitative og kvalitative egenskaper skal være entydig formulert og samsvare med byggeprogrammet. Sluttproduktet er grunnlaget for produksjonen og det er derfor essensielt at detaljprosjektet er faglig kvalitetssikret og tverrfaglig koordinert. Westgaard et al. påpeker at utfordringen er grensesnittet mellom prosjekterende og utførende i denne fasen. Aktørene må koordinere de ulike elementene og se helheten i prosjektet. I tillegg er ofte produksjonen i gang når detaljprosjektering foregår og prosjekteringen må hele tiden ligge foran produksjonen. I denne fasen skal i utgangspunktet svært lite endres fra tidligere faser, men detaljeres til en slik grad at entreprenør kan kontraheres om dette ikke tidligere er gjort.

## **4.2 VALUE ENGINEERING**

Prosjektoppgaven inneholdt også et avsnitt om Value Engineering. Årsaken til at det ble utelatt fra forskningsartikkelen var at det ble vurdert som for lite relevant teori til problemstillingene og for lite egnet teori til konferansen.

Value Engineering (VE) defineres som ”en systematisk tilnærming til prosjektering som har til formål å øke verdien ved å eliminere unødvendige kostnader samtidig som man opprettholder kvalitet og funksjon” (Green & Popper, 1990). Det er en arbeidsmåte der erfarne, multidisiplinære team undersøker hvordan man kan øke verdien på prosjektet ved å evaluere alternative løsninger, materialer og

byggemetoder uten å redusere kvalitet eller funksjonell verdi for kunden (WBDG, 2010). Gould og Joyce (2011) mener VE ofte blir forvirret med kostnadsreduksjon. Det er en prosess der kostnad sees i sammenheng med faktorer som livssyklus-kostnader, kvalitet, bestandighet, for å nevne noen. Kostnadsreduksjon omfatter kun reduksjon av direkte kostnader (first cost), for eksempel salg på produkter, mens VE ser kostnad i sammenheng med de nevnte faktorene ovenfor. Gould og Joyce mener VE burde være en aktiv del av all prosjektering. Kunden vil få mer verdi for pengene som investeres. Det er naturlig å tenke at alle prosjekteringsteam selvfølgelig vil prosjektere høyeste mulig verdi for kunden til den tilmålte pris, kostnad og kvalitet, og at VE derfor virker redundant. Et godt prosjekteringsteam vil også gjøre dette, men forfatterne understreker at den viktigste funksjonen til VE er at det utfordrer rådgivere på måten de jobber på. Man må utfordre rådgivere på å ikke gjøre "som de alltid gjør" og se nye løsninger og alternativer. En utfordring med VE er at rådgivere opplever at entreprenører har innsigelser på prosjekteringen som reduserer kvaliteten og uttrykket på produktet. Dette skjer på grunn av ulike målsetninger og incentiver i prosjektet. Gould og Joyce mener derfor at prosjekteringsgruppen må være likestilt med entreprenørene i denne prosessen. Samtidig må byggherren forstå viktigheten av enkelte komponenter for helheten av prosjektet og ta en velinformert beslutning. Entreprenører jobber med mange ulike rådgivere og kan bidra med informasjon om produkter og prosesser prosjekteringsgruppen ikke har. De har også god kontakt med leverandører og kan skaffe informasjon om lagerstatus og leveringstider. Bidragene kan dermed evalueres og, hvis nyttig, implementeres i beregningene. Forfatterne vektlegger at det er tidlig i prosjektet de største gevinstene av VE finnes, selv om dette er vanskelig å dokumentere når lite er håndfast og bestemt.

### **4.3 PARTNERING OG INTEGRATED PROJECT DELIVERY**

Nært beslektet med Integrated Project Delivery (IPD) er partnering. For undertegnede hersker det til dels tvil om hva forskjellene mellom partnering, samspillsentreprise og IPD virkelig er. Partnering er ifølge Entreprenørforening -Bygg og Anlegg (2008) en samarbeidsform som kjennetegnes ved tidlig involvering av partene, dialog, åpenhet og tillitt. Partnering løses som regel ved at det kun inngås en avtale mellom byggherre og entreprenør. Det dannes så en samspillsgruppe bestående av entreprenøren, arkitekt, rådgivere og leverandører som håndterer avtaleforholdet seg i mellom utenom byggherren. IPD bygger på de samme prinsippene, men fokuserer mindre på de kontraktuelle forholdene og mer på gjennomføring av prosjektsamhandling (AIA, 2007). På den andre siden kan man argumentere for at partnering er den norske måten å håndtere samspill på rent formelt. Siden denne artikkelen ble utarbeidet til IGLC-konferansen, hvor IPD er sentralt, er det derfor fokusert i hovedsak på denne samspillsformen. Følgende avsnitt om partnering ble ikke benyttet.

Entreprenørforeningen Bygg og Anlegg (EBA) (2008) har utviklet en veileder for

bruk av partnering som samarbeidsform, noe som minner veldig om IPD. Den kjennetegnes ved tidlig involvering av entreprenør, dialog, tillitt og åpenhet. Prosjekter med denne gjennomføringsmodellen har også felles målsetninger og felles økonomiske interesser. Entreprenørforeningen mener det er lite hensiktsmessig å inngå en partneringavtale med byggherren uten å involvere arkitekt og rådgivere. De to sistnevnte er helt nødvendige for å optimalisere prosjektet i prosjekteringsarbeidet. I tillegg til disse bør også viktige underentreprenører og tekniske leverandører involveres dersom de er viktige for optimaliseringen av prosjektet.



**Figur 5 Partneringkontrakt (EBA, 2008)**

Partnering bygger på en vanlig entreprisekontrakt, men med en del nye elementer som vist på Figur 5. Grunntanken er at tidlig involvering av entreprenør gir større muligheter for besparelser, verdiskapning og optimalisering av prosjektet. I Tabell 2 presenterer Entreprenørforeningen ulike fordeler med partnering i forhold tradisjonell gjennomføring.

**Tabell 2 Fordeler med partnering ift. tradisjonell gjennomføring (EBA, 2008)**

Risikohåndtering	Bedre samarbeid og tettere dialog bidrar til å lettere å avdekke og håndtere risiko.
Større budsjettsikkerhet	"åpen bok"-prinsippet gir alle aktører direkte innsikt i prosjektets økonomi. Alle aktører får eierskap til en felles fastsatt sluttkostnad og åpenheten gir større mulighet for kostnadskontroll og forutsigbarhet gjennom prosjektet
Effektiv bruk av kompetanse og ressurser	Med entreprenøren involvert i prosjekteringen kan han bruke sine ressurser og kompetanse effektivt for å optimalisere løsninger.
Effektive byggeplasser	Kunnskap om, og større involvering i prosjektet kan gi bedre flyt i produksjonen.
Høyere kvalitet	Det tverrfaglige samarbeidet i prosjekteringen og oppfølgingen i produksjonen kan gi bedre kvalitet, mindre feil og bedre løsninger.
Økt verdiskapning	Bedre integrering av partene bidrar til større forståelse for hverandres situasjon og utfordringer. Det utarbeides også rutiner for konflikthåndtering.
Færre konflikter	Det åpne samarbeidet kan motvirke konfliktnivået.
Høyere tilfredshet hos eier og bruker	Legger til rette for bedre integrering av eiere og brukere for å finne rasjonelle løsninger.

Mange av fordelene er også en klar fordel for prosjekteringsteamet. Denne arbeids- og kontraktsformen gir tilgang på entreprenørkompetanse slik at man kan øke kvaliteten på prosjekteringen gjennom utførelseskompetansen på byggbarhet og risikohåndtering. Man får beslutningsdyktige aktører samlet tidlig og i en åpen prosess. Dette vil motvirke at beslutninger tas for sent på grunn av sen involvering (EBA, 2008).

Graden av integrering og samarbeid bidrar til at oppgaver og grenser overlappes og viskes ut. Det er derfor viktig at roller og ansvarsforhold ikke blir uklare. Det grunnleggende forholdet, at den ene parten utfører et arbeid for den andre parten mot betaling, gjelder også i en partneringavtale. Det er viktig å adressere interessekonflikter og ikke la samarbeidet dekke over ansvarsforhold og risiko.

Det ble valgt å utelate eksempelprosjekter på vellykkede IPD-kontrakter. Et mye brukt eksempel er Sutter Health Medical Center i Castro Valley, California. En case-studie av Khemlani (2009) viste at IPD-teamet leverte et \$320 millioners sykehusprosjekt på budsjett og 30 % før planlagt tid. På dette prosjektet inngikk «kjerneteamet» (the core team) en såkalt IFOA-kontrakt (Integrated Form of Agreement). Alle viktige aktører var inkludert i kontrakten som gav incentiver for alle parter. Både gevinst og eventuelle tap skulle deles etter en gitt fordelingsnøkkel. Den tidlige involveringen gjorde at teamet var i stand til å utvikle en fullstendig,



multi-disiplinær 3D-modell helt ned til siste detalj. Angrepsvinkelen var å utvikle en fullstendig BIM-modell, for så å produsere tegninger og beskrivelser med så lite omarbeid som mulig. På denne måten oppnådde de strømlinjeformet prosesser nedstrøms i prosjektet.

#### **4.4 UBENYTTET DATA**

Før bekreftelsen på samtykke om bruk av det ene case-studiet kom, ble det utført et intervju med entreprenørens prosjekteringsleder på et totalentreprise-prosjekt hos Veidekke i Trondheim. Da dette case-studiet viste seg å hverken være særlig passende eller nødvendig, ble det forkastet. Intervjuet ble likevel transkribert, men har ikke blitt tatt hensyn til i resultatene. Det ble også utført intervju med to prosjekteringsledere på et olje- og gassprosjekt i høst. Dette er også sett bort i fra i resultatene, ettersom problemstillingen om erfaringsoverføring mellom byggenæringen og olje- og gassnæringen ble fjernet. Resultatene fra disse intervjuene er ikke tatt med i prosessrapporten ettersom de ikke lenger er relevante for problemstillingen.

### **5 UTDYPET RESULTATDEL OG TANKER OM VIDERE ARBEID**

Det er viktig å understreke at de viktigste funnene og konklusjonen finnes i artikkelen. Det påfølgende kapittelet er kun en utdypning av artikkelens innhold. Det er tatt utgangspunkt i oppdeling av resultatkapittelet i artikkelen.

#### **5.1 «IMPROVED CONSTRUCTABILITY»**

I avsnittet om byggbarhet nevnes det at det er viktig for samspillet at underentreprenører ikke involveres for sent i prosjektet. Den voksende graden av totalentreprenører som «shopper» underleverandører og utfører lite arbeid selv forsterker viktigheten av dette. Skal prosjekteringsteamet få utnyttet produksjonskompetanse må personene med denne kompetansen inn til riktig tid. Både rådgiverne og arkitekten mente at det var et stort potensial for forbedret byggbarhet, men at den sene involveringen av underentreprenøren på det ene caset resulterte i dårligere byggbarhet enn hva potentialet var. Utfordringen med en slik involvering er koordinasjonen av enda flere aktører. Det blir et klart større pådrag av ressurser tidlig i prosjekteringen, noe som i og for seg vil gagne prosjekteringsteamet. En annen utfordring er kontraktsforholdet. Litteraturen og undersøkelsene indikerer at det er et skille mellom den mye brukte partneringavtalen i Norge og IPD-kontrakter brukt f.eks. i California. Der åpnes det for å involvere underentreprenører i en felles incentivavtale og de har en større rolle i prosjekteringsfasene. Partnering mangler incentiver for å involvere underleverandørene i kontraktssamspillet (Spjelkavik, Aarseth og Andersen, 2009).

## 5.2 «IMPROVED COST ESTIMATION»

I avsnittet om kostnadsestimering er det viktig å påpeke at «improved cost estimation» betyr, som direkte oversatt, et bedre kostnadsestimat. Det betyr ikke nødvendigvis at man klarer å utvikle billigere prosjekter, men usikkerhetene i kostnadsestimatene blir lavere ettersom entreprenørens kostnadskompetanse generelt sett overgår rådgiverne og arkitektens. Det ble ikke funnet at entreprenørinvolvering ga lavere kostnader, men det var heller ikke et fokus i forskningen. Dette var heller ikke en sammenlignende studie.

## 5.3 «CHALLENGES»

Som nevnt tidligere i prosessrapporten ble det erfart at det ikke finnes en standardisert måte å gjennomføre en samspillmodell på. Et viktig spørsmål er hvem som skal ta risiko, og hva denne risikoen gir av beslutningsmakt. I Statsbyggs samspillmodell er det kun incitament mellom entreprenør og byggherre. Dette har blitt trukket frem som en svakhet (Spjelkavik et al., 2009). Også i samspillmodellen på dette case-studiet var det kun incentiver for entreprenøren. Rådgiverne og arkitekten jobbet på en ren timeavtale uten incitament. Det var ulike meninger om hvorvidt dette var riktig. Enkelte mente at det var den enkleste og mest ryddige måten å gjøre det på, mens andre savnet incentiver til rådgivere, arkitekt og underentreprenører.

Samspeillet på SHF-caset fungerte godt tidlig i prosessen, med åpen økonomi, flat struktur, høy involvering av alle aktører. Da det nærmet seg bygging ble entreprenørens prosjektledelse byttet ut, fra en sentral utviklingsavdeling til en av produksjonsenhetene. Heretter skiftet entreprenørens fokus over til en tradisjonell totalentreprise med fokus på kostnader. Dette henger sammen med entreprenørens ansvar for risiko. Da ble bøkene lukket og prosjektet skulle bygges på den mest kostnadseffektive måten for entreprenøren. Spesielt arkitekten mente dette reduserte samspeillet og kvaliteten. Ved stort gjennomtrekk av bemanning risikerer man at forståelse og forankring av beslutninger fra tidligfasen blir borte. Dersom aktører endrer fokus underveis, risikerer man å sette hele prosjektet på spill.

Hovedforskjellen i organiseringen av de to prosjektene var at i totalentreprisen var Skanska den klare lederbedriften i prosjektet. I et samspill er det naturlig at entreprenøren har en fremtredende rolle ettersom de skal bygge prosjektet, men avklaringen rundt beslutningsmakt og roller er essensiell for at et samspill skal fungere. Resultatene fra intervjuene indikerer at når det nærmer seg bygging er det naturlig at entreprenøren tar mer og mer over uansett organiseringsform, men at dette skifte ikke må skje for tidlig. I en totalentreprise kan entreprenøren styre prosjekteringen i sin retning fra oppstart, mens i et samspill åpnes det for en større frihet for arkitekten og rådgiveren til å påvirke designet i større grad. For å utnytte samspeillet maksimalt er det viktig at skille mellom åpent samspill og entreprenørstyrt prosjektering ikke kommer for tidlig. Respons fra intervjuene indikerer at løsninger og kvalitet kan bli påvirket av dette.

## 5.4 TANKER OM VIDERE ARBEID

Det hersker liten tvil om at økt integrasjon og tidligere involvering av alle parter er kommet for å bli og et viktig virkemiddel for å effektivisere byggeprosjekter. Da denne studien konkluderer med at det er mange fordeler og ingen klare ulemper med tidlig entreprenørinvolvering, anbefales det at videre arbeid fokuserer på *hvordan* det best mulig bør organiseres for alle parter. Inntrykket etter denne forskningen er at samspillmodellen fungerte best, men videre arbeid kan fokusere på hvordan incentivavtaler kan implementeres i modellen. For å styrke dataene rundt forskningen vil det ville være interessant å følge et samspillsprosjekt gjennom hele prosjekteringen og deretter se hvilke resultater det har for prosjektet når bygget er ferdig. På denne måten kan man observere interaksjonen mellom aktørene i samspillsmøter og prosjekteringsmøter. En undersøkelse av suksessfaktorer og suksesskriterier i samspillskontrakter er også interessant.

Erfaringsoverføring mellom byggenæringen og olje- og gassnæringen ble utelatt fra denne artikkelen, men er fortsatt et interessant forskningstema. Det foregår allerede doktorgradsstudier som omhandler effektivisering av byggeprosessen basert på erfaringer fra olje- og gassnæringen (Forskningsrådet, 2013). Et case-studie av et olje og gass-prosjekt for å se hvordan ingeniører og entreprenører samarbeider i tidligfasen av prosjekter vil kunne kaste nytt lys over samspillsmetoden som benyttes i byggenæringen.

## 6 ARBEIDSFORDELING MELLOM FORFATTERNE

Forfatterrekkefølgen på den innsendte artikkelen til IGLC 2014 var

1. Andreas Heier Sødal
2. Ola Lædre
3. Fredrik Svalestuen
4. Jardar Lohne

Artikkelen er i sin helhet utarbeidet av undertegnede. Det er jeg som har skrevet hele teksten, gjort alle undersøkelsene og gjort litteratursøket. Rollen til Ola Lædre og Fredrik Svalestuen har vært å komme med innspill til litteratur og hva artikkelen bør inneholde. De har betydelig mer erfaring og kompetanse enn meg. De har derfor både fjernet og lagt til litteratur, samt kommet med innspill på hvordan empirien skal fremstilles. Deres revisjoner har jeg i etterkant implementert. Ola Lædre er listet som 2.forfatter ettersom han har bidratt mer enn Fredrik Svalestuen. Rollen til Jardar Lohne har vært å bistå med kompetanse på akademisk skriving. Han har tatt for seg artikkelen på ulike stadier i forskningen og kommet med forslag til språklige forbedringer og akademiske formuleringer.

Den redaksjonelle utformingen er i hovedsak gjort av undertegnede og Ola Lædre. Den er sterkt inspirert av oppbygningen av tidligere konferanseartikler fra IGLC.

Dette er for å bedre sjansene for godkjenning av artiklene. Etter sammendrag, nøkkelord og innledning er forskningsmetoden forklart. Teorikapittelet er i hovedsak utformet av undertegnede. Tanken har vært å presentere teori på hvordan prosjekteringsprosessen tradisjonelt har vært gjennomført for så å presentere nye, integrerte metoder for prosjektering. Det er også presentert teori på hvordan kompetanse entreprenører besitter som er av verdi for prosjekteringsteamet. I samråd med Ola Lædre ble resultatene presentert i et samlet kapittel, kalt «Findings and Discussion». I dette kapittelet har Ola vært involvert i den redaksjonelle utformingen. Konklusjonen inneholder en tabell som oppsummerer fordelene og utfordringene på en oversiktlig måte for leseren.

Layouten til artikkelen er strengt regulert av IGLC. Det er utarbeidet en formell mal som alle forfatterne må følge til punkt og prikke. Det er retningslinjer for sideantall, teksttype, overskrifter, linjeavstander, tabuleringer, figurer, tabeller og referanser. Dette har gjort arbeidet med formattering forholdsvis enkelt, ettersom det bare tilpasses malen.

## 7 REFERANSELISTE

- Ballard, G. (2000). Lean Project Delivery System White Paper-8 (pp.6): Lean Construction Institute.
- Dalland, O. (2012). *Metode og oppgaveskriving for studenter*. Oslo: Gyldendal akademisk.
- Direktoratet for byggkvalitet (DIBK). (2013). Mandat for Bygg21. Hentet 01.05.2014, fra: <http://www.dibk.no/Tema/Bygg21/Om-Bygg21/Mandat-for-styret-i-Bygg21/>.
- EBA. (2008). *Veileder om partnering*. Oslo: DIFI.
- Fellows, R., & Liu, A. (2008). *Research methods for construction*. Chichester: Wiley-Blackwell.
- Forskningsrådet (2013). Effektivisering av byggeprosessen med bruk av BIM, basert på erfaringer fra olje- og gassnæringen. Hentet 27.05.2014 fra: <http://www.forskningsradet.no/servlet/Satellite?c=Prosjekt&cid=1253983542611&lang=no&pagename=ForskningsradetNorsk%2FHovedsidemal>
- Gould, F. E., & Joyce, N. E. (2011). *Construction project management*. Upper Saddle River, N.J.: Pearson.
- Green, S. D., & Popper, P. A. (1990). *Value Engineering: the search for unnecessary costs* (Vol. 39). Ascot: Chartered Institute of Building.
- Hart, C. (2005). *Doing your masters dissertation: realizing your potential as a social scientist*. London: Sage.
- Khemlani, L. (2009). Sutter Medical Center Castro Valley: Case Study of an IPD Project. Hentet 3.3.2014 fra: [http://www.aecbytes.com/buildingthefuture/2009/Sutter\\_IPDCaseStudy.html](http://www.aecbytes.com/buildingthefuture/2009/Sutter_IPDCaseStudy.html)
- Kunnskapssenteret. (2014). Hva er forskningsdesign, og hvordan velge riktig forskningsdesign? Hentet 03.04.14, fra: <http://kunnskapssenteret.com/hva-er-forskningsdesign/>
- Kvale, S. (1997). *Det kvalitative forskningsintervju*. Oslo: Ad notam Gyldendal

- Olsson, N. (2011). *Praktisk rapportskrivning*. Trondheim: Tapir akademisk.
- Ringdal, K. (2001). *Enhet og mangfold: samfunnsvitenskapelig forskning og kvantitativ metode*. Bergen: Fagbokforl.
- Samset, K. (2013). Kvalitativ forskning. Hentet 05.05.2014, fra: [http://www.concept.ntnu.no/attachments/093\\_04\\_phdsemanr\\_Samset\\_forskningsmetode%20web.pdf](http://www.concept.ntnu.no/attachments/093_04_phdsemanr_Samset_forskningsmetode%20web.pdf)
- Spjelkavik, I., Andersen, B., & Aarseth, W. (2009). *Utvikling og evaluering av samspillsmodellen: sluttrapport* (Vol. SINTEF A11856). Trondheim: SINTEF.
- Thagaard, T. (2009). *Systematikk og innlevelse: en innføring i kvalitativ metode*. Bergen: Fagbokforl.
- The AIA. (2007). *Integrated Project Delivery: A Guide*. [www.aia.org](http://www.aia.org): The American Institute of Architects.
- VIKO. (2010). Kildekritikk. Hentet 29.10.2013, fra: <http://www.ntnu.no/viko/kildekritikk>
- Wallace, W. (1971): *The logic of science in Sociology*. Chigaco: Aldine-Atherton.
- WBDG. (2010). Value Engineering. Hentet 10.12.2013, fra: [http://www.wbdg.org/resources/value\\_engineering.php](http://www.wbdg.org/resources/value_engineering.php)
- Westgaard, H., Arge, K., & Moe, K. (2010). *Prosjekteringsplanlegging og prosjekteringsledelse: rapport til Byggekostnadsprogrammet, januar 2010*. Oslo: Arkitektbedriftene.
- Yin, R. K. (2009). *Case study research: design and methods*. Thousand Oaks, Calif.: Sage. 5th Edition.



## **DEL 2 – VITENSKAPELIG ARTIKKEL**





# **EARLY CONTRACTOR INVOLVEMENT: ADVANTAGES AND DISADVANTAGES FOR THE DESIGN TEAM**

**Andreas Heier Sødal<sup>2</sup>, Ola Lædre<sup>3</sup>, Fredrik Svalestuen<sup>4</sup> and Jardar Lohne<sup>5</sup>**

## **ABSTRACT**

The purpose of this paper is to assess the advantages and disadvantages for the design team when the contractor is involved in the early phases of design. The research was carried out by studying relevant literature and conducting nine semi-structured in-depth interviews with key design and construction personnel on two case studies selected from the Norwegian construction industry.

Previous research demonstrates that projects benefits from multi-disciplinary collaboration through all project phases. However, little research has been found concerning how early contractor involvement affects the work of the design team. The analysis documented in this paper show that there are several distinct advantages for the design team when contractors are involved early. The positive implications include not only improved cost estimation, planning, constructability and risk management, but also a reduced amount of errors and changes in latter phases. Unquestionably, the premises governing the design process will change with early contractor involvement. Contractors intervene into a process which used to belong to designers and architects. Designers can thereby experience a challenge of their interests, as contractors are typically perceived to have a distinct focus on constructability, cost and schedule. It is vital with an acceptance and dedication among the team members to adhere to new forms of collaboration. The contract must give incentives for both parties, and the early contractor involvement has to gain all parties in order to succeed.

## **KEYWORDS**

Lean Design, Lean Project Delivery, Collaboration, Contractor Involvement, Constructability

## **INTRODUCTION**

The traditional construction project is organized into three “camps” whose diverse interests sometimes converge and at other times are opposed; the client, the designer and the contractor (Thomsen et al., 2009). Despite positive initiatives from several companies, the industry is still fragmented and traditional contract strategies are

---

<sup>2</sup> M.Sc. Student, Department of Civil and Transport Engineering, NTNU/Project Engineer, Multiconsult AS, Phone +47 48203418, [andresod@stud.ntnu.no](mailto:andresod@stud.ntnu.no)

<sup>3</sup> Assoc. Prof., dr.ing, Department of Civil and Transport Engineering, NTNU.

<sup>4</sup> Ph.D. Candidate, Department of Civil and Transport Engineering, NTNU/Design Manager, Veidekke Entreprenør AS.

<sup>5</sup> Researcher, dr. art., Department of Civil and Transport Engineering, NTNU.

prevailing. This seems to be the case both within the international and the Norwegian context (Latham, 1994; Lædre 2006). Especially large public projects are often executed as design-bid-build contracts because of their complexity and the importance of client influence. This has enabled design companies to establish complete design teams with collaborating companies in order perform and lead the entire design process for the client.

Lean project delivery principles encourage relational contracting and early involvement of all key players from the project development stage (Ballard, 2000; Forbes and Ahmed, 2011). Effective collaboration, increased efficiency, minimized waste and a unified objective are all key traits of a lean delivery. The literature argues that the separation of designers and contractors prevents constructive use of contractor expertise in the development of the design. The typical result is waste, increased cost and time, and adverse relationships (Song et al., 2009; Thomsen et al., 2009). Hence, clients can choose to involve contractors early in the design to benefit from their expertise and experience from production (Gould and Joyce, 2011). We have found little research, however, that assess the manners by which early contractor involvement affect the work of architects and engineers. Consequentially, this paper set out to reveal the actual advantages and disadvantages early contractor involvement has for the design team, both from a practical and a theoretical perspective. The question we intend to answer is:

- How will the early involvement of a contractor affect the work of the architects and engineers?

## **RESEARCH METHODOLOGY**

The research was carried out by a literature review and by investigation of two cases, thereby aiming at strengthening the analysis according to the methodological approach described by Yin (2009). The literature review focused on how the design process traditionally has been organized and how new methods is changing the way projects are executed. In addition, literature on collaboration, contractors' impact on design and contractor expertise was investigated. The approach was to search for keywords in research databases and library databases. Literature has also been found in references of articles. Books have been found by visiting the university library.

Semi-structured interviews with key design and construction personnel on the selected projects were conducted. The same structure of questions was used in all the interviews, giving possibility for a free conversation. The nature of questions was open-ended, and intended to bring out the respondent's own reflection on the subject matter. In the selected case studies the general contractor is involved in the early phases of design. The respondents were project or design managers for the architect, the contractor or the designer. A total of nine interviews were conducted. In retrospect, more interviews with sub-contractor and non-management participants would validate the information better or even reveal new aspects of interest. Equally, with further research, more case studies could also be located and investigated.

## **THEORY**

Song et al. (2009) state that separation of design and construction is still the prevailing contracting strategy in the construction industry. Traditionally, design is

defined as the work performed by consulting engineers and architects. The design team develops drawings and specifications for production before the contractor is involved (Westgaard et al., 2010). A main argument in this latter paper is that this organization prevents contractors from contributing with their knowledge in the crucial design phases. Historically, developing concepts, designing and performing technical calculations have “belonged” to architects and engineers. Construction expertise on the other hand has been in the hands of the project managers and foremen from general contractors.

Designers perform constructability reviews in an attempt to reduce the knowledge gap between designers and constructors, but in practice the reviews tend to occur far too late to make optimal improvements to the design and construction processes (Forbes and Ahmed, 2011). Design development is still the expertise of architects and engineers, but in order to maximize the value of the project as a whole, a more holistic approach seems necessary. Nonetheless, architects and engineers are known to prefer a separated strategy (Thomas, 2006). Thomas explains his claims with the diverging interests of designers and contractors. He argues that without contractor involvement, the design team is allowed to develop a high-quality concept where schedule and costs are not fully perceived as limiting variables to the design. The design team conceives and develops a concept in collaboration with the client, but the lack of production experience is not compensated for. The consequences of this divorce are long project durations, decreased innovation, and the lack of a holistic perspective on design and construction (Erikson and Westerberg, 2011).

The positive attributes of a design-bid-build contract is that the client has a powerful influence on the design and can specify solutions, in which the design team can implement. In for example a design-build contract, the drawback is diminished client influence in the design work. Research also suggests that quality is better maintained in a design-bid-build, due to the fact that it constrains the contractor from strong-arming the designers into choosing the minimum level of quality (Erikson and Westerberg, 2011).

#### **FROM SEPARATION TO INTEGRATION**

Gould and Joyce (2011) emphasize that a good design is the result of multi-disciplinary collaboration. The literature indicates a relatively widespread opposition to separation, which has generated numerous new delivery models. These models share one characteristic, notably the integration of design and construction knowledge. By integration we understand the removal of the traditional barriers between design and construction, and bringing together participants with various knowledge and skills. The objective is to utilize every participant’s knowledge through all projects phases. Bringing all the key participants together in the early stages of design allow them to develop a better understanding of the project. Research performed by Sanvido and Konchar (1999) suggest that one of the primary success factors of construction project is the assembly of a multi-disciplinary team with experience and chemistry, preferably before 25% of project design is completed. For the contractor, a holistic understanding of the project is crucial to be able to deliver input concerning cost, constructability and value. Such estimates permit the designers to carry out informed decisions about the design. At the same time, the contractor develops an ownership to the design (Thomsen et al., 2009).

A formalized approach to integration is the Integrated Design Process (IDP). This approach is based on the principle that a multi-disciplinary, collaborative team is working together with a mutual trust and understanding (Busby Perkins+Will and Stantec Consulting Ltd., 2007). Figure 1 suggests the differences between an integrated and a conventional design process. As one can see from the figure, the traits of the IDP are similar to the once presented by Gould and Joyce.

Integrated Design Process	Conventional Design Process
Inclusive from the outset	vs Involves team members only when essential
Front-loaded — time and energy invested early	vs Less time, energy, and collaboration exhibited in early stages
Decisions influenced by broad team	vs More decisions made by fewer people
Iterative process	vs Linear process
Whole-systems thinking	vs Systems often considered in isolation
Allows for full optimization	vs Limited to constrained optimization
Seeks synergies	vs Diminished opportunity for synergies
Life-cycle costing	vs Emphasis on up-front costs
Process continues through post-occupancy	vs Typically finished when construction is complete

Figure 1 Integrated Design Process versus Conventional Design Process (Busby Perkins+Will and Stantec Consulting Ltd., 2007)

Westgaard, Arge and Moe (2010) support figure 1 as they argue that the involvement of contractor knowledge in the design phase typically entail an increase in resources and time spent in the early phases. As figure 2 suggests, this allows the contractor to impact the cost and functional capabilities of the project greatly. Research states that changes made in the early design phases cause less costly rework than changes made later (Samset, 2010). Later in the project changes will cost significantly more and the level of influence is smaller. The figure suggests how an optimal design process should be executed. Pressman suggests that increased effort in a front-end loaded design will reduce the cost of changes.

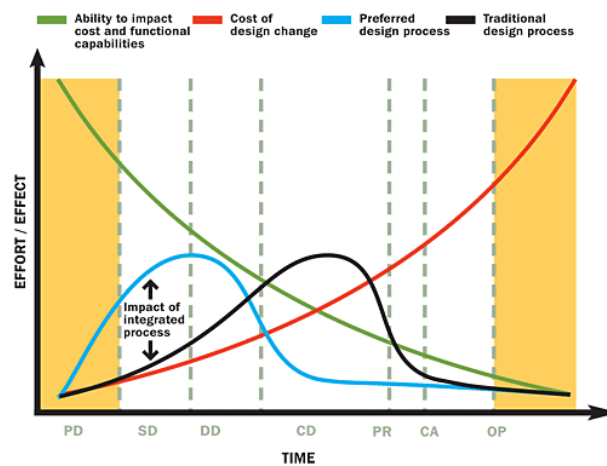


Figure 2 Preferred design process versus traditional design process (Pressman, 2007).

Lean Construction with Lean Project Delivery System also highlights the importance of collaboration in the early phases of design (Ballard, 2000, 2008; Forbes et al., 2011). Freire and Alarcon (2000) suggest that in order to achieve a lean design process it is necessary to emphasize early participation of construction personnel in engineering. The Lean Project Delivery is based on an integrated project organization, which is defined as an effective and efficient collaborative team responsible for the design and construction of a project (Jørgensen and Emmitt, 2009). This includes the client, the architect, design consultants, the general contractor and further trade partners (Heidemann and Gehbauer, 2010). The overall goal is the optimization of the project as a whole rather than pieces of it (Forbes and Ahmed, 2011).

A systematic approach to integration is the Integrated Project Delivery (IPD). The core of an IPD contract is the collaborative, integrated and productive team composed of key project participants (The AIA, 2007). The literature describes IPD as a contractual agreement between a minimum of the owner, design professional, and builder (Cohen, 2010). The catalysts for IPD are typically understood to be multi-party agreements, building information modeling, lean design and construction, and co-location of team (Allison et al., 2010). The team is guided by principles of trust, transparency in every process, shared risk and reward, and perhaps the most important one; stakeholder success is tied to project success. The AIA argues that these are basic principles to have the opportunity to design, build and operate as efficiently as possible.

For the designers, the IPD system allows them to benefit from the early involvement of the contractor during the design phase. The general contractor's expertise in budget estimating is thought to influence the design in a positive manner and improve the overall financial performance (The AIA, 2007). In addition, the opportunity to identify and resolve design issues related to constructability will increase the value of the design. This provides the design team with incentives for collaboration with the contractor. Figure 3 illustrates the difference in contractor involvement in a traditional design process versus an integrated design process.

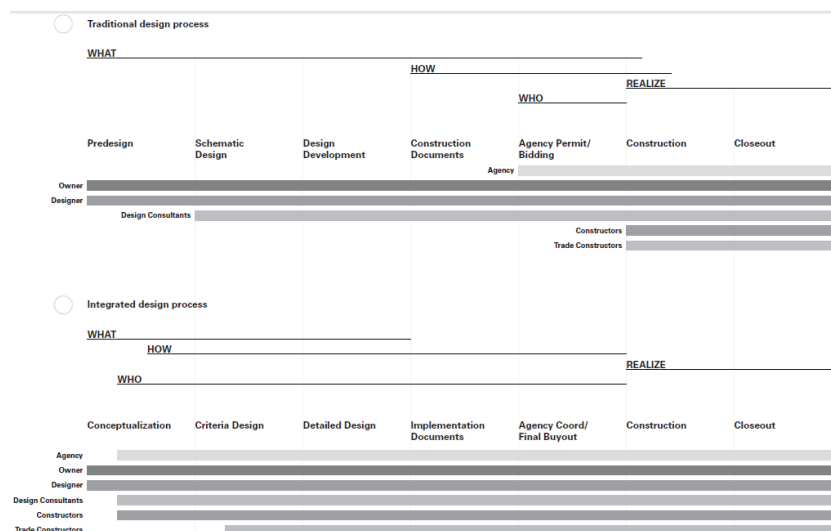


Figure 3 Traditional Design Process versus Integrated Design Process (The AIA, 2007)

The IPD process emphasizes the necessity of a front-end loaded process with more resources than usual allocated to early design phases. The main idea is that the design can be fully developed and construction can be planned accordingly, to minimize delays and errors in both design and construction. It focuses on shifting design decisions forward (What, How, Who) and illustrates when the project participants become involved. As the figure illustrates, the early project phases involve more effort from all parties than their counterparts in the traditional design process.

The most common delivery model, both globally and in Norway, is design-build. Based on extensive research, Erikson and Westerberg (2011) concluded that design-build contracts provide better value for money and improved schedule than design-bid-build contracts. Baiden, Price and Dainty (2006) conclude that project teams work together most effectively in design-build contracts. However, Erikson and Westerberg (2011) claim that using contractors as professional advisors in design-bid-build contracts also contribute to improved team relationships and collaboration in the design. According to their research, quality also appears to be handled better in traditional procurement strategies with contractors and professional advisors. Perhaps just as important, the designers and constructors develop a closer, more productive relationship as they work side-by-side, solving problems together and gaining insight into the other's workings. Erikson and Westerberg (2011) state that higher level of collaboration between design team and contractors in the design stage, and stronger incentives connected to joint objectives, result in better performance with regards to budget, schedule, quality, environment, work environment and innovation.

The theory and literature referred to above clearly state that contractor involvement in the early design has several advantages for projects. The following chapters investigate what knowledge the contractors possess of value to the consulting engineers.

## **CONTRACTOR EXPERTISE**

Gould and Joyce (2011) state that the most important input from contractors in design are feedback, recommendations and analysis of different materials and details. In addition the contractor can assist in developing work packages for production, pre-qualify bidders and plan the logistics of the production (Gould and Joyce, 2011). An empirical case study from Song et al. (2009) concluded that the contribution from general contractors and subcontractors resulted in improved quality of drawings, improved flow of information and hence better progress relative to the schedule. The contractors are specialists in production. Their expertise regarding material traits, availability and suppliers are valuable to the design. The contractors also have a clear incentive to be involved, as eventually they are the executing part.

### **Constructability**

A common definition of constructability is provided by CII (2009):

*“Constructability is the optimum use of construction knowledge and experience in planning, design, procurement, and field operations to achieve overall project objectives.”*

The definition points to the fact that constructability needs to be implemented through all project phases. The basic principle is that involvement of experienced construction

personnel in all project stages ensures that construction factors are considered in the decision making. Literature on constructability indicates that a significant improvement in cost, schedule and safety performance is achieved through constructability programs (Song et al., 2009).

Fischer and Tatum (1997) identify constructability as an important element of design. It differs how it is applied and it is often applied periodically during the design. This will typically sub-optimize the design compared to a continuous implementation (Fischer and Tatum, 1997). A partial understanding of construction requirements, the fragmented project delivery process, contract strategies and the diverging goals between design and construction professionals are all causes that hinder constructability input (Fischer and Tatum, 1997).

Arditi, Elhassan and Toklu (2002) found that 95.7% of design professionals in the top design firms in the US are familiar with constructability, but only about 50% indicate that they have a formalized corporate philosophy on constructability. Only 25% of the respondents from their survey performed constructability analysis continuously throughout the design as a project improvement process. Pulaski and Horman (2005) corroborate this as they found that project teams struggle with how to perform and implement constructability improvements to design in an effective manner. They argue that current methods for utilizing this expertise are unfortunately unstructured, inefficient and are heavily based on design reviews of already performed work. This often results in costly rework and frustration within the design team. Song et al. (2009) suggest that implementation of constructability in design can be formalized by engaging contractors in the early design phase to provide generic construction knowledge, as well as contractor-specific information. Pulaski and Horman (2005) underline that to utilize construction knowledge effectively the right information must be made available to the design team at the proper phase of design and at the appropriate level of detail. A study Pulaski and Horman performed concluded that only 40% of the constructability issues were addressed at the proper time. 36% were addressed too late and 23% too early. In a more extensive, thorough case study they found that 70% (31 of 44) of the issues were addressed too late. Hence, they concluded that constructability has material impact on cost, schedule, quality efficiency or intensity. Contractor involvement from the early phases of design can therefore provide proper constructability information at the proper time.

## **CHALLENGES**

The majority of literature identifies advantages by integrating the contractor early in the design. Despite no clear disadvantages, there are a number of challenges associated with it. First of all, many public projects are prohibited from involving contractors in design by existing governmental contracting rules (Engelmann, Gehbauer and Steffek, 2008). In Norway there are ways around it, but it requires measures initiated by the client in the tendering process.

Jørgensen and Emmitt (2009) showed that an integrated project team demands a great deal of effort and willingness from the participants to change their routines and behaviour. The team members need to change their usual ways of working in order to enable effective interaction with other. Such changes can be perceived as threatening and hence difficult to handle. The authors also advocate that a strong commitment from every project participant is instrumental to project efficiency and success.

The involvement of new collaborators also increases the number of interfaces in the design. In order to create an effective and efficient working environment there need to be efforts to form relations, identify the participants' abilities and nurture mutual respect among the participants. This will help reduce the number of misunderstandings and unnecessary conflicts, according to the authors (Emmitt and Ruikar, 2013). Senescu et al. (2014) suggest that designers have difficulties in understanding design processes as part of the entire building process. They found a lack of understanding of productivity and the economic benefits associated with design process innovation. Contractors are used to managing building processes and their expertise can be valuable in the design phase.

Even though the collaboration between designers and construction personnel can be productive the inherent conflict of interest can threaten a positive outcome. Westgaard et al. (2010) argue that contractor managed design will tend to have a strong cost focus. This may yield simple, familiar solutions rather than creative and innovative solutions. Architects in special tend to prefer a separated design. They typically believe quality is better maintained that way (Thomas, 2006). In sum, a main challenge is therefore to ensure that every participating party agrees on a united goal and pursue this in a collaborative manner.

## **FINDINGS AND DISCUSSION**

### **IMPROVED CONSTRUCTABILITY**

When asked about the most important contribution from the contractors to the design, the majority of the respondents answered constructability analysis. The consensus is that if the contractor is participating in the design from the early phases, the design's constructability will improve. Findings from the case studies prove that this knowledge is vital in the early phases. Later in the design, a lot of the variables are frozen and are not subject to changes. The contractors interviewed stated that adjustments to the structural system and details early on are most often critical to the constructability. Contractors also have valuable product information from previous projects. Information about technical products and materials are valuable to the design.

The findings confirm that construction knowledge and experience ought to be made available to the design team at the right time. If the general contractor is dividing the work and allocating it to various subcontractors, these need to be involved in the early design as well. It is more beneficial for the electrical engineer to talk to the foremen about construction details than with a top level construction manager. If pre-fabrication is applicable, it is even more important to communicate early with the manufacturers in order to avoid delays in production. On one of the cases, the general contractor mainly used subcontractors and performed little work with in-house resources. The design team felt this compromised the constructability analyses. The general contractor had little input to the constructability of the work carried out by sub-contractors.

Another finding is that even though there is traceable reluctance to standardization amongst designers, component standardization is welcomed. Standardization of dimensions to reduce the suppliers' need for tailoring is an easy way to improve constructability.



According to the findings, the integration of design expertise with construction knowledge is likely to yield a more valuable design to the client. Design teams able to offer this mixture are capable of developing a major competitive advantage. The technical solutions can be assessed with regard to cost, schedule, production safety and quality, thus resulting in savings and improvements in all aspects.

### **IMPROVED COST ESTIMATION**

Both design engineers and contractors agree that the contractors are best suited to do the cost estimation since they are responsible for the construction. Both case studies also reported improved cost management as a result of contractor involvement in design. Certain design variables impact the cost more dramatically than other, and these should be identified at the right time. To illustrate, both the reviewed literature and the respondents suggested that for example changes in column dimensions and unsystematic positioning of columns eliminate the contractors' opportunity for a standardized construction. A combination of constructability knowledge and empirical cost information enable the contractor to improve the cost estimates of the design and foresee production cost. The contractor can estimate the cost more thoroughly and with less uncertainty. The case studies reinforced this finding as several of the respondents pointed out the importance of the contractor's cost information in estimating. One case study proved this when the estimated project cost exceeded the client's available sum. The design team had to reduce the cost to fit the client's available sum. All parties, independent of each other, mentioned the early involvement of the contractor as one of the reasons why the design team managed to rework and redesign the project to fit the client's available sum.

Better profitability analyses are mentioned as another benefit from early contractor involvement. With every party involved from the early phases of design, the feasibility of the project can be assessed in a better way. This is a result of the improved cost estimates, but also the contractor's input on the constructability of the project after reviewing the initial documents.

### **IMPROVED RISK MANAGEMENT**

Findings from the case studies suggest that early contractor involvement improve the risk assessments in the early phases. The collaboration of all the major stakeholders early in the design phase enables a more thorough identification and a more precise quantification of the risk. Thereby the parties can improve their risk management. For one of the projects, the respondents stated that they had identified and quantified every risk but one: differing site conditions. It could not be quantified until excavation had started. The reduced risk will be of great advantage for the client, too. Risk contingencies can be reduced to a bare minimum, and both schedule risk and cost risk are minimized through better risk management.

### **CHALLENGES**

There are a number of ways to engage the contractor in the early phases of design. In addition to versions of the integrated project delivery, a letter of intent is most commonly used. In the latter case, the contractor is participating in the project development and if the collaboration is successful a design-build contract is

formalized. The challenge is who should lead the process in the early phases and who has the decision power? When or if a design-build contract is reached the contractor will most likely assume the position as design manager. The results indicate that this change should not happen too early in the design, due to the contractors' strong focus on cost and schedule in the detailed design. It is important to the architects and designers to fully be able to cooperate with the contractor in the early phases without constantly imposed restraints.

Findings from the case studies indicate that the parties have different interests. Contractors have a stronger cost and schedule focus. Designers can experience a suppression of their interests and the respondents indicated that this could limit the innovative processes. It emerge from the case studies that all parties believe it is vital to the project that contracts contain incentives for the owner, the contractor and the designer. It has to gain all parties to put efforts into a shared goal.

A unanimous finding from both literature and the case studies is that collaboration between designers and contractors will not work without a solid foundation of mutual trust and respect. The case studies indicate that personal relationships between key personnel can influence the project and determine whether it is a success or not. It is also evident need for respect across the disciplines. The architectural expression is just as important to the architect as the cost is to the contractor.

## CONCLUSION

In the following matrix a summary of identified advantages and challenges are presented.

Table 1 Advantages and Challenges of Early Contractor Involvement

Advantages	Challenges
Improved constructability	Standardization can reduce value
Design expertise and construction knowledge	Contractor's focus on schedule and cost can reduce innovation
Better product information	
Improved cost estimation	Conflicting interests
Better profitability and feasibility analyses	Suppression of designer interests
Improved risk management	Involving subcontractors at the right time
Better Communication	Establish trust and mutual respect
Improved collaboration in the early phases	
Better plan for construction	

Our main conclusion is that there are more advantages than disadvantages for the designers when collaborating with the contractor in the early phases of design. No distinct disadvantages with early contractor involvement were found. However, a number of challenges were identified. The contractor can contribute with really beneficial construction knowledge and experience from either in-house resources or

sub-contractors, but the client must balance the contractor's focus on schedule and cost against the designer focus on value. Our findings indicate that designers and contractors capable of carrying out this balance successfully for their clients will have a major competitive advantage.

## ACKNOWLEDGMENTS

The case studies were provided from the contractors Skanska and Veidekke, with cooperation from Multiconsult, Deltatek and ØKAW Architects. Their knowledge, experience and cooperation made this paper possible. We especially like to thank our respondents from these companies for their efforts and support.

## REFERENCES:

- Allison, M., Black, M., Burdi, B., Colella, L., Davis, C., & Williams, M. (2010). "Integrated Project Delivery for Public and Private Owners". Retrieved 04.20.14 from:  
<http://www.agc.org/galleries/projectd/IPD%20for%20Public%20and%20Private%20Owners.pdf>
- Pressman, A. (2007). "Integrated practice in perspective: A new model for the architectural profession". *Architectural Record*. May issue. Retrieved 03.20.14 from: <http://archrecord.construction.com/practice/projDelivery/0705proj-2.asp>
- Arditi, D., Elhassan, A., & Toklu, Y. (2002). Constructability Analysis in the Design Firm. *Journal of Construction Engineering and Management*, 128(2), 117-126.
- Baiden, B. K., Price, A. D. F., & Dainty, A. R. J. (2006). The extent of team integration within construction projects. *International Journal of Project Management*, 24, 13-23.
- Ballard, G. (2000). Lean Project Delivery System White Paper-8 (pp.6): Lean Construction Institute.
- Ballard, G. (2008). The Lean Project Delivery System: An Update. *Lean Construction Journal*, 1-19.
- Busby Perkins+Will & Stantec Consulting Ltd. (2007). "Roadmap for the integrated design process". BC Green Building Roundtable. Retrieved 04.02.14 from: <http://perkinswill.com/publication/roadmap-for-the-integrated-design-process.html>
- Cohen, J. (2010). Integrated Project Delivery: Case studies, AIA National, AIA California Council, AGC California and McGraw-Hill: AIA California Council.
- Construction Industry Institute (2009). Constructability – A Primer. *Research summary 3-1*. Austin, Texas.
- Emmitt, S., & Ruikar, K. (2013). *Collaborative Design Management*. Hoboken: Taylor and Francis.
- Engelmann, H., Gehbauer, F., Steffek, P. (2008). Software Agents to Support Decision Making in Design and Execution Planning. Proceedings for the 16th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Manchester, UK.
- Erikson, P. E., & Westerberg, M. (2011). Effects of cooperative procurement procedures on construction project performance: A conceptual framework *International Journal of Project Management*, 29(2), 197-208.

- Fischer, M., & Tatum, C. (1997). Characteristics of Design-Relevant Constructability Knowledge. *Journal of Construction Engineering and Management*, 123(3), 253-260. doi: doi:10.1061/(ASCE)0733-9364(1997)123:3(253)
- Forbes, L. H., & Ahmed, S. M. (2011). *Modern construction: lean project delivery and integrated practices*. Boca Raton: CRC Press.
- Freire, J., & Alarcon, L. F. (2000). "Achieving a Lean Design Process". Proceedings for the 8th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Brighton, UK.
- Gould, F. E., & Joyce, N. E. (2011). *Construction project management*. Upper Saddle River, N.J.: Pearson.
- Heidemann, A., & Gehbauer, F. (2010). "Cooperative Project Delivery in an Environment of Strict Design-Bid-Build Tender Regulations." Proceedings for the 18th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Haifa, Israel.
- Jørgensen, B., & Emmitt, S. (2009). "Investigating the Integration of Design and Construction From A Lean Perspective". *Construction Innovation: Information, Process and Management*, 9(2), 225-240.
- Latham, M. (1994). *Constructing the team*. HMSO, London.
- Lædre, O. (2006). *Valg av kontraktstrategi i bygg- og anleggsprosjekt* (Vol. 2006:140). Trondheim: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
- Pulaski, M., & Horman, M. (2005). Organizing Constructability Knowledge for Design. *Journal of Construction Engineering and Management*, 131(8), 911-919.
- Samset, K. (2010). *Early project appraisal: making the initial choices*. New York: Palgrave Macmillan.
- Sanvido, V., & Konchar, M. (1999). *Selecting Project Delivery Systems: Comparing design-build, design-bid-build and construction management at risk (CII)*. State College: PA: The Project Delivery Institute.
- Senescu, R., Haymaker, J., Meža, S., & Fischer, M. (2014). Design Process Communication Methodology: Improving the Effectiveness and Efficiency of Collaboration, Sharing, and Understanding. *Journal of Architectural Engineering*, 20(1).
- Song, L., Mohamed, Y., & AbouRizk, S. (2009). Early Contractor Involvement in Design and Its Impact on Construction Schedule Performance. *Journal of Management in Engineering*, 25(1), 12-20.
- The AIA. (2007). *Integrated Project Delivery: A Guide*. Retrieved 10.10.13 from: <http://www.aia.org/contractdocs/AIAS077630>
- Thomas, A. (2006). *Design-build*. Chichester: Wiley-Academy.
- Thomsen, C., Darrington, J., Dunne, D., & Lichtig, W. (2009). *Managing Integrated Project Delivery: CMAA College of Fellows*.
- Westgaard, H., Arge, K., & Moe, K. (2010). *Prosjekteringsplanlegging og prosjekteringsledelse: rapport til Byggekostnadsprogrammet, januar 2010*. Oslo: Arkitektbedriftene.
- Yin, R. K. (2009). *Case study research: design and methods*. Thousand Oaks, Calif.: Sage.

## **DEL 3 – VEDLEGG**



## **VEDLEGG 1 – INTERVJU IFM. MASTEROPPGAVE VED NTNU**

### **INTRODUKSJON:**

Mange hevder at stor avstand mellom prosjekterende og utførende i byggenæringen er en kritisk hemsko for effektiv prosjektgjennomføring. Det hevdes at det finnes få incentiver for erfaringsutveksling og samarbeid mellom de to aktørene, og at dette gir et kompetansegap som er kostnadsdrivende i mange prosjekter. Samtidig gir teknologiutviklingen stadig større muligheter for samhandling og erfaringsutveksling.

Uavhengig av avstanden og årsakene er det grunn til å tro at en bedre samhandling mellom prosjekterende og utførende, både i og utenfor prosjekter, vil være gunstig for alle aktører - ikke minst for byggherrene.

**Denne prosjektoppgaven har derfor som mål å besvare følgende:**

### **PROBLEMSTILLING:**

Hvordan påvirker det arbeidet til prosjekteringsteamet at entreprenør er involvert i tidligfasen?

### **OM MEG SELV OG OPPGAVEN**

Navnet mitt er Andreas Heier Sødal og jeg går i 5.klasse på bygg- og miljøteknikk ved NTNU. Jeg går hovedprofil prosjektledelse innenfor studieretningen bygg og anlegg. Dette intervjuet danner det empiriske grunnlaget for en vitenskapelig artikkel jeg skriver til konferansen IGLC 2014. Artikkelen vil være en del av min masteroppgave ved NTNU. Forskningsmetoden som brukes er kvalitativ metode og intervjuene vil danne grunnlag for oppgavens resultater og diskusjon. På forhånd er det utført et litteraturstudium av relevant litteratur, og intervju spørsmålene er utformet i lys av dette. Oppgaven skrives i samarbeid med Multiconsult og NTNU. Anslått tid er 45-60 minutter.

## VEDLEGG 2 – INTERVJUGUIDER

### INTERVJUGUIDE TIL ENTREPRENØR

1. Når ble dere involvert i dette prosjektet?
2. Hvordan er kontraktsforholdet?
3. Hvilke incentiver hadde partene for å samarbeide om prosjekteringen? Like forutsetninger i kontrakten?
4. Hva er oppdragsgivers viktigste resultatmål i prosjektet?
5. Hvis man deler opp fasevis, hvilke aktiviteter utførte entreprenøren i:
  - a. Tidligfase?
  - b. Skisseprosjekt?
  - c. Forprosjekt?
  - d. Detaljprosjekt?
6. På dette prosjektet, hvilke resultater har det medført?
  - a. På byggbarhet
  - b. På kostnadsestimering
  - c. På kvalitet
  - d. I risikoanalysene
  - e. På fremdrift
  - f. På løsninger
  - g. På informasjonsflyt og kommunikasjon
7. Hvordan har samarbeidet fungert?
8. Har aktørene hatt samme fokus og målsetning?
9. Generelt sett, hva opplever du som de største fordelene med at entreprenøren blir involvert tidlig?
10. Ser du noen ulemper eller utfordringer knyttet til at entreprenør er involvert i de tidlige fasene?
11. Hva må ligge til grunn for at samarbeid mellom rådgivere/arkitekt og entreprenør i tidlig fase skal fungere?
12. Hvilke ledelsesutfordringer er tilknyttet involveringen av en ekstra aktør i arbeidet?



## INTERVJUGUIDE FOR ARKITEKTER OG RÅDGIVERE

1. Når ble entreprenøren involvert i dette prosjektet?
2. Hvordan er kontraktsforholdet?
3. Hvem styrer prosjekteringen?
4. Hvilke incentiver har partene for å samarbeide om prosjekteringen? Like forutsetninger i kontrakten?
5. Hva er oppdragsgivers viktigste resultatmål i prosjektet?
  - a. På hvilken måte påvirker dette prosjektet?
  - b. Påvirkes entreprenørens rolle av dette?
6. Hvis man deler opp prosjektet i faser, hvilke aktiviteter utførte entreprenøren i:
  - a. Tidligfase?
  - b. Skisseprosjekt?
  - c. Forprosjekt?
  - d. Detaljprosjekt?
7. På dette prosjektet, hvilke resultater har det medført?
  - a. På byggbarheten
  - b. På kostnadsestimeringen
  - c. På kvalitet
  - d. I risikoanalysene
  - e. På fremdrift
  - f. På løsninger
  - g. På informasjonsflyt og kommunikasjon
8. Hvordan har samarbeidet fungert?
9. Har aktørene hatt samme fokus og målsetning?
10. Generelt sett, hva opplever du som de største fordelene med å samarbeide med entreprenør?
11. Hvilke ulemper kan det medføre for prosjekterende å involvere entreprenør tidlig?
12. Hva må ligge til grunn for at samarbeid mellom rådgivere og entreprenør i tidlig fase skal fungere?
13. Hvilke ledelsesutfordringer er tilknyttet involveringen av en ekstra aktør i arbeidet?

## VEDLEGG 3 - OPPGAVEFORMULERING

### OPPGAVETEKST

En unison byggenæring er enig om at det er et økt behov for samarbeid gjennom hele byggeprosessen og langs hele verdikjeden. Det hevdes at det er behov for økt samhandling mellom arkitekt, rådgiver og entreprenør for å sikre løsninger som er både teknisk og kostnadmessig effektive å bygge gjennom industrialiserte byggemetoder. Den store avstanden mellom prosjekterende og utførende i byggenæringen er en kritisk hemske for effektiv prosjektgjennomføring. Det er kultur for å dyrke det unike byggeprosjektet og dermed lite interesse for å lære av andre industrialiserte næringer.

Prosjekteiere kan velge involvere entreprenører i tidligfasen av prosjekter for å utnytte deres kompetanse og erfaring fra produksjon. Denne masteroppgaven tar for seg å kartlegge hvilke fordeler og ulemper dette for *prosjekteringsteamet* å samarbeide med entreprenøren fra tidligfasen av prosjekter.

### PROBLEMSTILLING:

Hvordan påvirker det arbeidet til rådgivere og arkitekt at entreprenør er involvert i tidligfasen?

### MÅLSETTING:

- Undersøke om hvorvidt tidlig involvering av entreprenør er positivt eller negativt for prosjekteringsgruppen.

### FORSKNINGSSPØRSMÅL:

- Hvilke fordeler og ulemper har det for prosjekteringsteamet?
- Hvilken entreprenørkompetanse er av størst verdi for prosjekteringen?
- Hvilke incentiver finnes for de ulike aktørene?
- Hvilke utfordringer er knyttet til organiseringen?
- Er det motstand mot denne form for samarbeid?

## **VEDLEGG 4 – A3-RAPPORT**

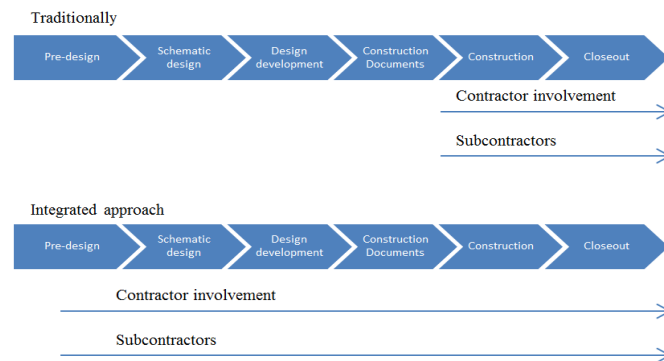
# Early Contractor Involvement: Advantages and Disadvantages for the Design Team

Andreas Heier Sødal<sup>6</sup>, Ola Lædre<sup>7</sup>, Fredrik Svalestuen<sup>8</sup> and Jardar Lohne<sup>9</sup>

## BACKGROUND

Closer collaboration and involvement of downstream stakeholders in front end planning and design to generate more value are essential features of the Lean Project Delivery System and an important topic within the industry (Ballard, 2000). Previous research demonstrates that projects benefit from multi-disciplinary collaboration through all project phases. However, little research has been found concerning how early contractor involvement affects the work of the design team. We have investigated how early involvement of a contractor will affect the work of the architects and engineers.

## CURRENT CONDITIONS



The figure, adapted and simplified from AIA (2007), illustrates the difference between traditional design-bid-build contracts and integrated approaches. Depending on the project delivery model, it differs when and to what extent the contractor is integrated in the early design phases.

## WORKING HYPOTHESES

There are more advantages than disadvantages for the design team to collaborate with contractors in the early stages of design.

<sup>6</sup> M.Sc. Student, Department of Civil and Transport Engineering, Norwegian University of Science and Technology (NTNU)/Project engineer, Multiconsult AS. Phone +47 48203418, [andresod@stud.ntnu.no](mailto:andresod@stud.ntnu.no)

<sup>7</sup> Assoc. Prof., dr.ing, Department of Civil and Transport Engineering, NTNU.

<sup>8</sup> Ph.d. candidate, M.Sc., Department of Civil and Transport Engineering, NTNU/Design Manager, Veidekke Entreprenør AS.

<sup>9</sup> Researcher, dr. art, Department of Civil and Transport Engineering, NTNU.

## RESEARCH METHOD

- A literature review was performed focusing on traditional versus new design processes, collaboration, contractor's impact on design and contractor expertise. The main sources of literature have been books, journal articles, conference proceedings, and reports.
- Semi-structured interviews with 9 design managers from architects, contractors and consultant engineers.
- Case study of 2 projects where the contractor was involved throughout the design. 6 of the interviewees were from these case studies.

## RESEARCH FINDINGS

- Improved constructability analyses
- Contractor knowledge must be made available at the right time. Subcontractors therefore need to be involved early as well.
- Valuable contractor expertise is cost estimation, material information and product information.
- Improved risk management
- Challenge to establish mutual trust and respect
- Contractor's focus on cost and schedule can limit the design team's ambitions for an innovative and creative design.

## CONCLUSIONS

No clear disadvantages were found, rather challenges of early contractor involvement for the design team. However, there are a majority of advantages for the design team to collaborate with contractors in the early phases of design. The figure summarizes the identified advantages and challenges.

<b>Advantages</b>	<b>Challenges</b>
Improved constructability	Standardization can reduce value
Design expertise and construction knowledge	Contractor focus on schedule and cost can reduce innovation
Improved cost estimation	Conflicting interests
Better profitability and feasibility analyses	Suppression of designer interests
Improved risk management	Involving subcontractors at the right time
Better Communication	Establish trust and mutual respect
Improved collaboration in the early phases	
Better plan for construction	