



**TILRETTELEGGING FOR GOD KUNNSKAPSOVERFØRING
MELLOM PROSJEKTERING OG PRODUKSJON
I TOTALENTREPRISEPROSJEKTER**

**FACILITATING GOOD KNOWLEDGE TRANSFER BETWEEN DESIGN AND
PRODUCTION IN TURNKEY PROJECTS**

ELLEN THUESTAD LØKÅS

MAI 2014

FORORD

Denne masteroppgaven er utført våren 2014 som et ledd i utdanningen Industriell økonomi og teknologiledelse ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet. Oppgaven representerer det avsluttende arbeidet ved studiet og gir 30 studiepoeng.

Oppgaven er utført i samarbeid med entreprenørselskapet Veidekke AS. Temaet for oppgaven er valgt av undertegnede, men har bakgrunn i forskningsprosjektet "Integrert metodikk for prosjekteringsledelse".

Prosjekteringsprosessen og prosjekteringsledelse er noe jeg hadde lite kunnskap om før oppstart av prosjektet og læringskurven har derfor vært svært bratt. Oppgaven har vært interessant og lærerik å jobbe med og i stor grad vekket min interesse for prosjekteringslederfaget. Arbeidet har vært veldig morsomt, men til tider også svært krevende.

En stor takk rettes til Veidekke for tilgang til informanter som har stilt opp og vært svært hjelpelige i arbeidet med oppgaven. Informasjonen og forståelsen som disse har formidlet, har vært veldig verdifull for meg og mitt arbeid. Fra Veidekke ønsker jeg spesielt å takke Hege Skårbekk Dammerud som har hjulpet meg i gang med prosjektet mitt, og også vært en god hjelper å ha underveis. En stor takk rettes også til Odd Halvorsrud som har gitt meg en grundig innføring i prosjekteringsprosessen. Jeg vil også takke Karianne Skrindo og Stian Aga for måten de har tatt i mot meg i Trondheim, og vært tilgjengelige på telefon og mail når jeg har vært i Oslo. En stor takk rettes også til de øvrige informanter og alle andre som har bidratt med råd og innspill til oppgaven. Jeg vil også rette en stor takk til veileder ved NMBU, Tor Kristian Stevik, for gode råd og innspill.

Ås, 15.05.2014

Ellen Thuestad Løkås

SAMMENDRAG

Byggenæringen viser generelt nedgang i produktivitet sammenlignet med andre industrier, og det er et stort behov for nytenking og nye måter å arbeide på i næringen. Det er behov for å få redusert antall byggeskader, senke byggekostnadene og få opp produktivetsnivået. Forskning viser at en stor andel av feilene som oppstår i produksjonen kan spores tilbake til valg som er gjort før byggingen har startet. Det er også i de tidlige fasene at man har størst påvirkningsmuligheter på kostnadene. Hos Veidekke, et av Skandinavias største entreprenørselskaper, er derfor prosjekteringsledelse blitt et sentralt satsningsområde. Prosjekteringsfasen er en kompleks del av et byggeprosjekt som det er knyttet en rekke usikkerheter til. Mange ulike aktører er involvert i denne fasen, det skal håndteres mye informasjon, og denne informasjonen skal også formidles videre til produksjonen på en god og hensiktsmessig måte.

Oppgavens problemstilling tar utgangspunkt i et forskningsprosjekt initiert av Veidekke. Forskningsprosjektet "Integrert Metodikk for prosjekteringsledelse" bygger på en antagelse om at prosjekteringsprosessen består av en refleksiv logikk i tillegg til en sekvensiell logikk. Målsettingen for Veidekkes forskningsprosjekt er å utvikle en ny metodikk for å planlegge og lede prosjekteringsprosessen. For denne oppgaven er det tatt utgangspunkt i forskningsprosjektets delmål 2 – kunnskapsoverføring mellom prosjektering og produksjon. Det er utarbeidet en hovedproblemstilling for oppgaven, samt to forskningsspørsmål som skal forenkle besvarelsen av oppgaven. En Lean tankegang hvor man forsøker å redusere andelen ikke-verdiskapende aktiviteter, skape en flyteffektiv prosess og har maksimering av kundens verdi i fokus, har vært sentralt for besvarelsen av hele oppgaven.

Hovedproblemstilling:

- ✓ På hvilken måte kan en forbedre aktivitetene i prosjekteringen slik at en både tilrettelegger for, og oppnår, høy kvalitet på kunnskapsoverføringen mellom prosjekteringen og produksjonen i et totalentrepriseprosjekt?

Forskningsspørsmål:

1. Hvilke utfordringer eksisterer med tanke på å fremstille og overlevere de ulike leveransene til produksjonen og hvordan kan disse håndteres på en best mulig måte?
2. På hvilken måte kan VDC bidra til å fremstille gode leveranser og øke graden av suksessfull kunnskapsoverføring mellom prosjektering og produksjon?

Oppgaven er gjennomført som teoretisk og empirisk studie. Det er gjennomført kvalitative intervjuer av åtte prosjekteringsledere hos Veidekke. Det er i tillegg blitt observert ved to av Veidekkes prosjekter i Trondheim; Tillerlandet og Voll studentby.

Arbeidet med oppgaven viser at det er liten tvil om at det eksisterer store utfordringer både i prosessen med å fremstille leveranser og i overleveringen mellom prosjektering og produksjon. Det er helt klart at man i prosjekteringsprosessen trenger en modernisering og nye måter å jobbe på. Det viser seg at svært mange av hindringene som oppstår i produksjonen skyldes nettopp dårlige tegninger, manglende tegninger og mangelfull overlevering. Dette medfører store både tidsmessige og økonomiske konsekvenser for prosjektene.

Resultatet av oppgaven viser at de største hindringene i prosessen med å fremstille tegninger og beskrivelser synes å være knyttet til manglende involvering av drift og underentreprenører på bakgrunn av tidspress og dårlig planlegging, dårlig håndtering av de faglige grensesnittene, manglende beslutningsevne, samt manglende involvering av byggherre. De største hindringene for å få til en god overlevering fra prosjektering til produksjon synes å være knyttet til sene leveranser og tidspress i faseovergangen, mangelfull planlegging og manglende teknologibruk.

For å forbedre aktivitetene i prosjekteringen foreslås følgende:

- Å få til en bedre involvering av drift og UE-er
- Å få til en bedre involvering av byggherre
- Samlokalisere prosjekteringsorganisasjonen og produksjonsorganisasjonen ved store byggeprosjekter
- Øke kunnskapsnivået og interessen for BIM – Intensivere opplæring i bruk av ny teknologi
- Innføre krav om bruk av åpen BIM
- Arbeide for at stillingen prosjekteringsleder løftes i status i organisasjonene
- I fellesskap i Veidekke enes om hvilke metodikker man skal bruke
- Se på mulighetene for å etablere en standard mal for hvordan tegninger og særlig målsetting skal fremstilles

ABSTRACT

The construction industry is declining in productivity compared to other industries. There is a great need for new thinking and new ways of working in the industry to reduce the number of construction errors, lower construction costs and bring up the level of productivity. Research shows that a large proportion of the mistakes that occur in the construction phase can be traced back to choices made, before the construction has started. It is also in the early stages that one has the biggest potential to influence the costs. In Veidekke, one of Scandinavia's largest construction companies, design management is a key priority. The design phase is a complex part of a construction project, in which a number of uncertainties are present. Many different functions are involved in this phase, and a large amount of information needs to be handled. This information must also be passed on to the production organization in an efficient manner.

The research question is based on a research project initiated by Veidekke. The research project, "Integrated methodology for project management", is based on the assumption that the design process consists of both reflexive logic and sequential logic. Veidekke's overall objective with this research project is to develop a new methodology to plan and manage the design process. The basis for this thesis is the research project's second objective: knowledge transfer between design and production. One main question was selected for the paper, as well as two research questions that simplify the answering process. A Lean thinking which seeks to reduce the proportion of non-value adding activities, creating an efficient flow of the process and maximizing the customer value has been central for the work with this thesis.

Main question:

- ✓ How can the activities of the design phase be improved in a manner that both facilitates and achieves high-quality knowledge transfer between engineering and production in a turnkey project?

Research Question:

1. Which challenges exist in relation to producing and transferring the design results to the production organization, and how these can be handled in the best possible way?
2. How can VDC help to produce good design results and increase the rate of successful knowledge transfer between design and production?

The thesis is done as a combined theoretical and empirical study. Qualitative interviews of eight design managers at Veidekke has been conducted, as well as observations at two of Veidekke's projects in Trondheim, Tillerlandet and Voll student housing.

This thesis shows that there are obvious challenges, both in the process of obtaining design results and in the transfer of these results from design to production. It seems clear that the design process needs to involve new methods and undertake a general modernizing. It turns out that many of the problems that occur in the construction process are due to drawings with bad design, missing drawings and inadequate transfer. This results in reduced progress of the construction work, and negative financial impact for the projects.

This study showed that the biggest problems in the process of producing drawings and other documents seem to be connected with lack of involvement from the production staff and the subcontractors. This is often due to time pressure, poor planning, poor management of the technical interfaces, lack of decisions and lack of involvement by the client. The biggest obstacles in achieving the best possible transfer from design to production seem to be connected with late deliveries, time pressure in the interfaces, poor planning and insufficient use of the latest technology.

To improve the design activities, the following proposals are made:

- Increase the level and quality of involvement of production staff and the subcontractors
- Increase the level and quality of involvement of the client
- Co-locate the engineering organization and the production organization in large construction projects
- Increase the level of knowledge and interest in BIM
- Intensify training in the use of new technology
- Introduce the use of open BIM as demand
- Work to ensure that the post design manager is lifted in status within the organizations
- Veidekke should establish firm rules as to which methods should be used
- Establish a firm template for the production of drawings and especially the format of measurements

INNHold

Forord	III
Sammendrag	V
Abstract	VII
Figurliste	XII
Tabelliste	XIII
Forkortelser	XIV
1. Innledning.....	1
1.1. Bakgrunn	1
1.2. Formål.....	4
1.3. Problemstilling.....	4
1.4. Avgrensninger og forutsetninger	6
1.5. Disposisjon.....	7
2. Metode	8
2.1. Bakgrunn	8
2.2. Valg av metode.....	8
2.3. Spesielt om metode.....	9
2.3.1. Litteraturstudium	9
2.3.2. Casestudier	10
2.3.3. Kvalitative intervjuer	10
3. Veidekke ASA.....	13
3.1. Konsernet	13
3.2. Entreprenørvirksomhet.....	13
3.3. Veidekkekulturen	14
4. Prosjekteringsprosessen.....	15
4.1. Bakgrunn og karakteristika.....	15
4.2. Faser	17
4.3. Grensesnitt	19

4.4.	Informasjonshåndtering.....	19
4.5.	Kommunikasjon.....	21
4.6.	Prosjekteringsledelse	22
4.7.	Prosjekteringsledelse i Veidekke	24
4.8.	Utfordringer i prosjekteringsledelse	25
5.	Ledelse av kreative og intensive prosesser	27
5.1.	Bakgrunn	27
5.2.	Koblingen mellom kreativitet og prosjektering.....	27
5.3.	Avhengigheter og håndtering av avhengigheter.....	32
6.	Lean Construction.....	35
6.1.	Bakgrunn	35
6.2.	Hva Lean egentlig handler om.....	36
6.3.	Virkemidler for iverksetting.....	39
6.4.	Lean tankegang i byggebransjen	40
6.5.	Lean tankegang i prosjektering	41
6.5.1.	Transformation – Flow – Value	41
6.5.2.	Last Planner System™	46
6.5.3.	Hindringsanalyse	48
7.	VDC.....	49
7.1.	Bakgrunn	49
7.2.	Elementer	49
7.3.	Faser	50
7.4.	BIM – Building Information Modeling.....	51
7.5.	IPP – Involverende Planlegging i Prosjektering	53
7.6.	ICE – Integrated Concurrent EGINEERING.....	54
7.7.	VO – Verdioptimalisering	55
8.	Casestudier.....	57
8.1.	Tillerlandet.....	57

8.2.	Voll Studentby	63
9.	Intervjuer.....	67
9.1.	Personlige intervjuer	67
9.2.	Oppfølgingsintervjuer.....	75
10.	Diskusjon	81
10.1.	Forskningsspørsmål 1	81
10.2.	Forskningsspørsmål 2	89
10.3.	Hovedproblemstilling	101
11.	Konklusjon	106
11.1.	Konklusjon	106
11.2.	Veien videre.....	109
11.3.	Feilkilder og selvkritikk	110
	Referanseliste.....	111
	Vedlegg.....	114

FIGURLISTE

Figur 1: Utvikling i timeverksproduktiviteten (kilde: SSB)	1
Figur 2: Metodiske tilnæringsmåter	9
Figur 3: Verdiskapende samspill i Veidekke	14
Figur 4: Mål for prosjekteringsprosessen (kilde: Skanska)	16
Figur 5: Tidsbruk blant prosjekterende og arkitekter (kilde: Flager og Haymaker, 2007)	20
Figur 6: Organisasjonskart totalentrepriser (kilde: Veidekke)	24
Figur 7: Double-diamond model (kilde: Sauder school of business)	28
Figur 8: Resiprokal prosess (kilde: Veidekke)	29
Figur 9: FBS-rammeverk (kilde: Gero og Kannengiesser, 2004)	30
Figur 10: Utvidet FBS-rammeverk (kilde: Gero, 2004 gjengitt i Howard, Culley og Dekoninck,2008)..	30
Figur 11: Ulike typer avhengigheter	32
Figur 12: Ikke-verdiskapende aktiviteter	35
Figur 13: Lean thinking	36
Figur 14: Production as a transformation	42
Figur 15: Forutsetninger for en sunn prosjektering	48
Figur 16: POP-modell	49
Figur 17: VDC i Veidekke	50
Figur 18: 3D vs BIM (kilde: forfatter)	51
Figur 19: Eksempel på kollisjonskontroll (kilde: NCC)	52
Figur 20: Informasjonsflyt (kilde: forfatter)	52
Figur 21: iRom (kilde: forfatter)	54
Figur 22: Sjetnan Nedre Blokker	57
Figur 23: Lappeprosess	58
Figur 24: Rullerende tidsplan	58
Figur 25: Beslutningslogg	59
Figur 26: Uavklarte saker	59
Figur 27: Årsaker til forsinkede tegningsleveranser (kun illustrasjon)	60
Figur 28: Leveranser av tegninger	61
Figur 29: Milepæler	61
Figur 30: Voll studentby	63

TABELLISTE

Tabell 1: Oppgavens disposisjon	7
Tabell 2: Kildekritikk	10
Tabell 3: Hovedaktivitetene i et byggetiltak.....	15
Tabell 4: Prosjekteringsprosessens faser	17
Tabell 5: Ledelsesoppgaver prosjektering (ref: Westgaard, Arge og Moe, 2010).....	23
Tabell 6: Arbeidsmetodikk og kompetanse hos prosjekteringsleder	26
Tabell 7: Prosessen i double-diamond modellen	29
Tabell 8: Forklaring til prosess i utvidet FBS-modell	31
Tabell 9: Transformation - Flow - Value	41
Tabell 10: Forutsetninger for flyt	43
Tabell 11: Forutsetninger for å kalle en aktivitet sunn	45
Tabell 12: Forutsetninger for en sunn prosjektering	48
Tabell 13: Koordinering av aktiviteter	53
Tabell 14: Hovedelementer i Involverende planlegging i prosjektering	54
Tabell 15: Problemer knyttet til fremstilling av tegninger	75
Tabell 16: Planlegging av prosjekteringsprosessen.....	76
Tabell 17: Standardisering.....	77
Tabell 18: Bruk av BIM og ICE	78
Tabell 19: Involvering av drift, UE og byggherre	79
Tabell 20: Møteavvikling	80

FORKORTELSER

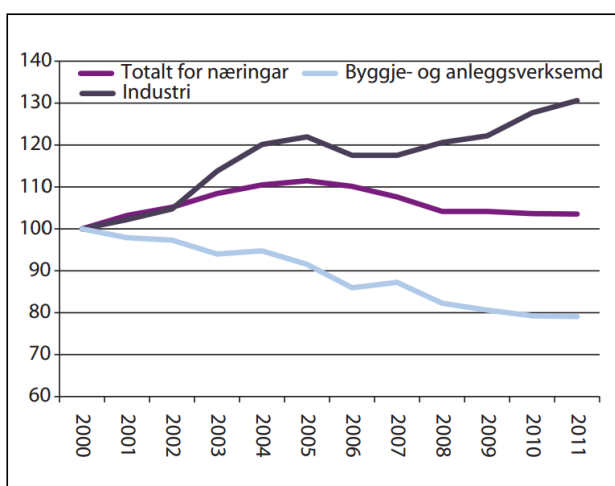
AL	Anleggsleder
ARK	Arkitekt
BA	Bygg- og anlegg
BH	Byggherre
BIM	Bygningsinformasjonsmodell/Bygningsinformasjonsmodellering
CIFE	Center for Integrated Facilities Engineering
FBS	Function – Behavior – Structure
FDV	Forvaltning – Drift – Vedlikehold
FoU	Forskning- og utvikling
ICE	Integrated Concurrent Engineering
IFC	Industry Foundation Classes
IGLC	International Group for Lean Construction
IP	Involverende Planlegging
IPP	Involverende Planlegging Prosjektering
LCI	Lean Construction Institute
LPD	Lean Produkt Utvikling
LPS	Last Planner System
PL	Prosjektleder
P-møter	Prosjekteringsmøter
POP	Produkt – Organisasjon – Prosess
PPA	Prosjektleder – prosjekteringsleder – anleggsleder
PPC	Percent Plan Complete
PPU	Prosent plan utført
PRL	Prosjekteringsleder
RI	Rådgivende ingeniør
RIB	Rådgivende ingeniør byggeteknisk
RIE	Rådgivende ingeniør elektrisk
TFV	Transformation – Flow – Value
UE	Underentreprenør
VD	Veidekke
VDC	Virtual Design and Construction
VO	Verdiopptimalisering

1. INNLEDNING

Kapitelet tar for seg motivasjon og bakgrunn for oppgaven, oppgavens formål og problemstilling, avgrensninger og forutsetninger, samt oppgavens disposisjon.

1.1. Bakgrunn

Det har ofte blitt hevdet at bygge- og anleggsnæringen preges av til dels store byggetekniske feil og i tillegg lav produktivitet sammenlignet med andre bransjer. Det har også blitt sagt at næringen gjennom de siste 20 år har vært dårlig til å utvikle nye prosedyrer, metoder og prinsipper. Dette trekkes frem i stortingsmelding nr. 28 (2011-2012) "Gode bygg for eit bedre samfunn" og stortingsmelding nr. 39 (2012-2013) "Mangfold av vinnere". Stortingsmelding nr. 28 (2011-2012) hevder at byggenæringen siden midten av 1990 årene har vist et fall i produktivitetsnivået. Figur 1: Utvikling i timeverksproduktiviteten (Kilde: SSB) viser utviklingen i timeverksproduktiviteten i bygg og anlegg, industri og for alle næringer samlet, i perioden 2000 til 2011. Fra figuren kan man se at produktiviteten i bygg- og anleggsnæringen har falt med mer enn 20 prosent fra 2000 til 2011 (*Gode bygg for eit betre samfunn: ein framtidretta bygningspolitikk*, 2012). I etterkant av denne stortingsmeldingen har for øvrig SSB revidert sin statistikk for arbeidsproduktivitet, slik at nedgangen i produktivitet i perioden 2000-2011 nå anslås til å være ca 9 prosent og ikke 20 prosent som den opprinnelig var (Boligprodusentene, 2012). Det er likevel grunnlag for å hevde at det er et stort forbedringspotensial i bygge- og anleggsnæringen, særlig om man sammenligner med den utviklingen som industrien for øvrig har vist.



Figur 1: Utvikling i timeverksproduktiviteten (kilde: SSB)

I stortingsmelding nr. 39 (2012-2013) hevdes det at bygge- og anleggsnæringen tradisjonelt har brukt for lite midler på forskning og utvikling og at andelen av bygge- og anleggsnæringens omsetning som går til FoU er på mindre enn 0,2 promille. Det vises også til at næringen både i Norge og andre

europiske land i stor grad har overlatt til FoU-institusjonene og produsentene av byggematerialer og andre innsatsfaktorer å ivareta sine behov for utvikling av ny kunnskap (*Mangfold av vinnere: næringspolitikken mot 2020*, 2013). Bygge- og anleggsnæringen omsetter for store verdier, og den samme rapporten trekker også frem hvor stor betydning BA-næringen har for norsk økonomi og næringslivet for øvrig.

Samtidig med den negative produktivitetsutvikling, har også kompleksiteten i forhold til gruppesammensetning, prosesser og teknologi for byggeprosjekter stadig økt. Meland (2000) hevder i sin doktoravhandling at byggebransjen har gjennomgått noen betydelige forandringer de senere år, men uten at man kan vise til særlige forbedringer. Som et grep for å håndtere BA-næringens største utfordringer har næringen sett seg nødt til å lære av andre bransjer og overføre prinsipper fra dem. Forbedringsprosesser har vært et viktig fokusområde for byggenæringen som helhet, men også for hver enkelt aktør. Særlig Lean-filosofien som har sitt utspring fra Toyota sitt produksjonssystem, og BIM eller såkalte digitale bygningsinformasjonsmodeller har vært sentrale brikker i optimaliseringsprosessene.

Hos Veidekke, en av Skandinavias største entreprenører, er prosjekteringsledelse et sentralt satsningsområde. De fleste erkjenner nå at prosjekteringsledelse er viktig, men mangelen på teori og litteratur innenfor fagområdet er stor, særlig om en sammenligner med teori og litteratur som omhandler prosjektledelse (Westgaard, Arge og Moe, 2010). Det har vist seg at prosjekteringsprosessen hverken håndteres eller ledes godt nok (Østby-Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013).

Prosjekteringsprosessens kompleksitet og unike karakter gjør den til en prosess i byggeprosjektet som det er knyttet en rekke usikkerheter og variabler til. God prosjektering danner et viktig grunnlag for det resultatet som fremkommer av byggeprosessen. Prosjekteringslederen og hennes team skal underveis i prosjektet håndtere en stor mengde informasjon som i tillegg skal koordineres mellom en rekke ulike aktører. Når produksjonsunderlaget så i neste omgang skal formidles til produksjonen, vil det kunne være rom for fortolkninger av leveransene, i hovedsak tegninger og beskrivelser (Dammerud et al., 2013). I mange tilfeller vil dette underlaget også kunne være utilstrekkelig eller inneha feil, noe som medfører at det må revideres. Ineffektiv prosjektering medfører dermed urasjonell gjennomføring av byggingen, og representerer store utfordringer for både byggherrer og produserende. Ved mangelfull prosjektering er ofte resultatet at det blir bygget med feil utførelse, noe som medfører tapt tid og kostnader til utbedring, og dermed lavere produksjonseffektivitet på byggeplasser (Grimsmo, 2008).

Veidekke er nå i gang med et FoU-prosjekt – Integrert metodikk for prosjekteringsledelse. Den overordnede ideen for dette innovasjonsprosjektet er at prosjekteringsprosessen kan sees å ha en todimensjonal logikk som virker samtidig. Denne todimensjonale logikken kan deles opp i en sekvensiell og en refleksiv logikk, hvor den sekvensielle logikken bygger på en antagelse om at de ulike leveransene fra prosjekteringen til produksjonen bygger på hverandre og at detaljeringen skjer gradvis. Den refleksive logikken derimot bygger på en antagelse om at de ulike leveransene er gjensidig avhengige og at detaljeringen skjer mer sprangvis og involverer flere ulike ledd (Aslesen, 2013). Antagelsen om at prosjekteringen i stor grad er bygget opp av refleksive prosesser gir store utfordringer i ledelsen av prosjekteringen.

For å bringe dette et steg videre innføres begrepet verdiskapende aktiviteter. I Lean teori ligger fokuset på hvilke aktiviteter som er verdiskapende for sluttproduktet, og så definerer man prosessflyten ut fra det. Det handler om å få en enklest mulig prosess hvor hver aktivitet i prosessen skaper verdi i forhold til sluttproduktet. I en prosjekteringsprosess vil mye av planleggingen ofte foregå parallelt med produksjonen på bakgrunn av at man ønsker å få mest mulig verdi inn i sluttproduktet. I den sammenheng er det interessant å snakke om brytningspunktet mellom at en får med seg mest mulig verdi og at det blir dyrere å produsere og ikke har nytteverdi.

Det snakkes om at man må ha en strategisk ramme for hvordan folk skal jobbe. En grunnleggende antagelse er at en for detaljstyrt prosjekteringsprosess fører til at man ikke ser sammenhenger, noe som kan vise seg å frikoble folk fra å tenke selvstendig og dermed skape problemer. Det foreslås at man bør ha en strategisk ramme, med rom for en taktisk fleksibilitet innenfor rammene og mulighet for å ta beslutninger på et senere tidspunkt. Aktuelle problemstillinger i denne sammenheng kan for eksempel være knyttet til spørsmål rundt hvor tidlig de taktiske endringene må finne sted for ikke å skape problemer for andre. Sentralt for denne ideen er at det å lede en prosjekteringsprosess i stor grad handler om å lede med en viss grad av usikkerhet (Aslesen, 2013).

En fellesbetegnelse for arbeidsmetodikken og de tekniske hjelpemidlene som blir tatt i bruk i prosjekteringsprosessen, kalles i Veidekke for Virtual Design and Construction – VDC. VDC er en sentral brikke når det kommer til optimalisering av prosjekteringsprosessen, men er ikke fullt utviklet. BIM og VDC er sentrale elementer i oppgaven da disse har synes å bidra til en rask utvikling av integrerte arbeidsmåter i prosjekteringsarbeidet. Sentralt er at disse integrerte arbeidsmetodene også stiller nye krav til prosjekteringsledelsesfunksjonen (Westgaard, Arge og Moe, 2010).

1.2. Formål

Motivasjonen for denne oppgaven er å utvikle et tankesett og en forståelse for de ulike interaksjonene og samhandlingene som finner sted i en prosjekteringsprosess og i grensesnittet mellom prosjektering og produksjon. En forutsetning for å oppnå god kunnskapsoverføring mellom prosjektering og produksjon er at de ulike leveransene fra prosjekteringen er av tilstrekkelig kvalitet. Oppgaven vil derfor også ta for seg prosessen med å fremstille tegninger og underlag for produksjonen. Formålet med oppgaven er at observasjonene mine skal kunne bidra til en bevisstgjøring av hvilke rutiner og handlinger som behøver en endring og forbedring, for å kunne tilrettelegge for, og øke graden av suksessfull kunnskapsoverføring og samhandling mellom prosjekteringen og produksjonen i et byggeprosjekt. Det er ønskelig å starte med å kartlegge hvilke utfordringer som oppstår i prosessen med å fremstille tegninger og beskrivelser, og hvordan slike utfordringer kan håndteres. Videre vil det undersøkes hvordan disse ulike leveransene på best mulig måte kan overføres til produksjonen. Gjennom studie av prosjekteringsprosessen, VDC og Lean teori ønsker undertegnede at oppgaven skal resultere i anbefalinger for å skape en flyteeffektiv prosess, hvor fokuset ligger på de verdiskapende aktivitetene, og høyest mulig kvalitet på kunnskapsoverføringen mellom prosjektering og produksjon.

1.3. Problemstilling

FoU-prosjektet – Integrert metodikk for prosjekteringsledelse består av 2 hovedmål og 4 delmål. Bakgrunnen for valg av problemstilling for denne masteroppgaven finnes i delmål 2 av FoU-prosjektet, samt egne antagelser gjort innledningsvis.

”Delmål 2 - Kunnskapsoverføring mellom prosjektering og produksjon: Utvikle mer systematisert kunnskap om den kunnskapsoverføringen som foregår mellom prosjektering og produksjon, samt prinsipper, metoder og teknologier som bidrar til mer og bedre kommunikasjon.”

Hovedproblemstilling:

- **På hvilken måte kan en forbedre aktivitetene i prosjekteringen slik at en både tilrettelegger for, og oppnår, høy kvalitet på kunnskapsoverføringen mellom prosjekteringen og produksjonen i et totalentrepriseprosjekt?**

Gjennom observasjoner ved to av Veidekkes prosjekter, samt kvalitative intervjuer og teoristudium er det ønskelig å undersøke hvordan man kan tilrettelegge for god kunnskapsoverføring mellom prosjektering og produksjon.

For å forenkle besvarelsen av hovedproblemstillingen, og gjøre oppgaven mer oversiktlig vil oppgaven først ta for seg besvarelsen av to forskningsspørsmål. Det som kommer frem gjennom arbeidet med forskningsspørsmålene vil danne grunnlaget for besvarelsen av oppgavens hovedproblemstilling.

1. Hvilke utfordringer eksisterer med tanke på å fremstille og overlevere de ulike leveransene til produksjonen og hvordan kan disse håndteres på en best mulig måte?

Leveransene til produksjonen består i hovedsak av tegninger og beskrivelser som definerer det ferdige byggverket. Høy kvalitet på kunnskapsoverføringen mellom prosjektering og produksjon fordrer at de ulike leveransene fra prosjekteringen er fremstilt med tilstrekkelig kvalitet og til riktig tidspunkt. Videre er det også viktig at tegningene blir levert på en slik måte at de oppfattes korrekt av de som skal produsere bygget. Under antagelsen om at prosjekteringsprosessen kan sees på som en refleksiv prosess er det gjennom teoretisk og empirisk studium ønskelig å kartlegge hvilke konsekvenser dette får for fremstillingen og overleveringen av de ulike leveransene fra prosjektering til produksjon.

2. På hvilken måte kan VDC bidra til å fremstille gode leveranser og øke graden av suksessfull kunnskapsoverføring mellom prosjektering og produksjon?

Gjennom teoretisk og empirisk studium av hva VDC er, er et det ønskelig å kartlegge hvordan VDC kan bidra til å fremstille gode leveranser og øke kvaliteten på den kunnskapsoverføringen som foregår mellom prosjektering og produksjon.

En Lean tankegang hvor man forsøker å redusere andelen ikke-verdiskapende aktiviteter, skape en flyteffektiv prosess og har maksimering av kundens verdi i fokus vil være sentralt for besvarelsen av hele oppgaven.

1.4. Avgrensninger og forutsetninger

Denne masteroppgaven er et resultat av et semesters arbeid og utgjør 30 studiepoeng av masteren i industriell økonomi. For å kunne utføre oppgaven innenfor de rammene undertegnede har med hensyn til tid er det nødvendig å gjøre noen avgrensninger. Et byggeprosjekt er en stor og sammensatt prosess. Allerede innledningsvis er denne oppgaven avgrenset til å omfatte ledelse av prosjekteringsprosessen i forbindelse med framstilling av tegninger og beskrivelser, samt de ulike interaksjoner og samhandlinger som finner sted i grensesnittet mellom prosjektering og produksjon. Oppgaven vil likevel en gang i blant nevne produksjonsfasen, ettersom det overordnede formålet med en forbedret kunnskapsoverføring mellom prosjektering og produksjon er å effektivisere produksjonen gjennom å redusere antall byggefeil, oppnå høyere marginer i prosjektene, samt øke sluttverdien for kunden.

På bakgrunn av at det i Veidekke kun snakkes om prosjekteringsledelse i forbindelse med gjennomføring av totalentrepriseprosjekter er oppgaven begrenset til kun å gjelde prosjekter gjennomført med denne entrepriseformen. Det forutsettes at leseren av oppgaven er kjent med de vanligste entrepriseformene. Oppgaven er også avgrenset til kun å gjelde byggeprosjekter og ikke anleggsprosjekter. Videre vil resultatgrunnlaget bli begrenset til å omfatte prosjekteringslederens synsvinkel og informanter fra Veidekke Entreprenør AS.

Den empiriske delen av oppgaven er basert på dybdeintervjuer og caseobservasjoner. Av praktiske årsaker har caseobservasjonene blitt noe begrenset. Dette skyldes først og fremst at Veidekke ikke hadde noen passende prosjekter i Østlandsregionen slik at undertegnede måtte reise til Trondheim og delta på møter der. Dybdeintervju med informantene og senere oppfølging har derfor blitt vektlagt mer i drøftelsesdelen. Øvrige begrensninger ligger i lite konkret litteratur om prosjekteringsledelse, samt at undertegnede ved oppstart av prosjektet hadde svært lite kunnskap om prosjekteringsprosessen og prosjekteringsledelse.

Med tanke på VDC vil det legges særlig vekt på bruken av BIM og Involverende planlegging. Undertegnede har dessverre ikke fått mulighet til å observere noen ICE-møter da ingen av prosjektene var i denne fasen. På bakgrunn av dette vil drøftingen rundt ICE kun være basert på intervjuer og teori. Videre forutsettes det at leseren er kjent med de vanligste begrepene som benyttes i byggebransjen. Det veksles mellom å bruke begrepene produksjon og drift om selve utførelsesdelen av byggeprosjektet. I fravær av gode norske oversettelser av ordet Lean benyttes dette som om det var et norsk ord.

1.5. Disposisjon

Jeg har forsøkt å gi oppgaven en mest mulig logisk oppbygging ved først å presentere relevant teori, som senere vil bli tatt opp igjen og drøftet mot de empiriske resultater som fremkommer gjennom arbeidet med oppgaven.

Opgavens disposisjon er angitt i tabellen nedenfor:

Tabell 1: Oppgavens disposisjon

Inndeling	Kapitler
Introduksjon	1. Innledning 2. Metode
Teoretisk del	3. Veidekke ASA 4. Prosjekteringsprosessen 5. Ledelse av kreative og intensive prosesser 6. Lean Construction 7. VDC
Empirisk del	8. Casestudier 9. Intervjuer
Avslutning	10. Diskusjon 11. Konklusjon

2. METODE

Metodekapitlet inkluderes i masteroppgaven for å dokumentere hvordan arbeidet med oppgaven har blitt gjennomført.

2.1. Bakgrunn

Forskningsmetode dreier seg om hvordan man skal innhente kunnskap om et fenomen, hvilke metoder som er hensiktsmessige og hvordan disse bør anvendes, samt hvorvidt den valgte metoden gir den kunnskap man er interessert i. Viktige faktorer ved valg av metode for datainnsamling til oppgaven vil blant annet være oppgavens formål og problemstilling (Larsen, 2007).

Denne oppgaven er gjennomført som teoretisk og empirisk studium. Undertegnede har på forhånd gjennomført et grundig litteraturstudium, da mer inngående kunnskap om prosjekteringsprosessen anses som nødvendig for å kunne gi oppgaven mer tyngde. Den første delen av denne oppgaven er basert på teori og tidligere forskning. Dette danner grunnlaget for oppgaven og forenkler flettingen mellom teori og observasjoner. Den andre delen av oppgaven er basert på dybdeintervjuer og observasjoner i prosjekteringsmøter. Den avsluttende delen er en drøftende del hvor relevant teori diskutert innledningsvis vil bli tatt opp igjen og drøftet mot de empiriske resultater som fremkommer gjennom arbeidet med oppgaven.

2.2. Valg av metode

Metodelæren skiller hovedsakelig mellom kvalitativ og kvantitativ metode. Vanlige kvalitative metoder er intervjuer, observasjon, deltakende observasjon, tekstanalyse, samtale- og diskursanalyse. Kvantitative metoder derimot omfatter telling og måling, og resultatet av forskningen representeres ofte som tall fremstilt i tabeller, grafer og statistikker (Larsen, 2007).

Jeg har for denne oppgaven benyttet en kvalitativ metode, hvor data er samlet inn gjennom dybdeintervju med et utvalg prosjekteringsledere, samt observasjon og deltagelse på prosjekteringsmøter. En kvalitativ metode kjennetegnes av en mer fleksibel forskningsmetode hvor man velger å fordype seg mer i problemstillingen, for å kunne avdekke nye teorier, og hvor resultatene man kommer fram til ofte vil være mer nyanserte (Larsen, 2007). Formålet med å benytte en kvalitativ metode er å belyse meninger og erfaringer som ikke lar seg tallfeste eller måle. Gjennom en kvalitativ tilnærming har undertegnede forsøkt å gå i dybden av problemet og har til hensikt å få frem sammenheng og helhet gjennom å formidle forståelse.

Ved innhenting av data, skilles det også mellom primær- og sekundærdata. Primærdata er data man selv innhenter, mens sekundærdata er data som baserer seg på tidligere utgitt og eksisterende litteratur (Dalland, 2012). For denne oppgaven vil det i hovedsak benyttes sekundærdata til den teoretiske delen og primærdata til den empiriske delen. Mye av arbeidet med oppgaven vil gå ut på å sammenligne og finne ulike koblinger mellom primær- og sekundærdata.

Metodelæren skiller også mellom to tilnæringsmåter til forskning (Larsen, 2007); en induktiv tilnæringsmåte og en hypotetisk-deduktiv tilnæringsmåte. Ved induktiv tilnærming har ikke forskeren noen klar forhåndsoppfatning, og en ønsker ikke å prøve ut teorier gjennom hypotesetesting. Tilnærmingen har teori som utfall. Ved bruk av deduktiv tilnærming vurderes holdbarheten av gitte teorier gjennom hypotesetesting. Tilnærmingen har observasjoner og funn som utfall (Larsen, 2007).



Figur 2: Metodiske tilnæringsmåter

Denne oppgaven vil bære preg av å ha både en induktiv og en deduktiv forskningsform. Litteraturstudiet som ligger til grunn for å forstå prosjekteringsprosessen og annen relevant teori som ligger til grunn for å forstå de prinsipper som anvendes i praksis bærer preg av en deduktiv tilnærming. Empiristudiet vil være av induktiv karakter.

2.3. Spesielt om metode

2.3.1. Litteraturstudium

Undertegnede har i starten av prosjektet gjennomført et grundig litteraturstudium hvor formålet var å få mer inngående kunnskap om prosjekteringsprosessen og de metodikker og teorier som diskuteres i oppgaven. Litteraturstudiet har vært sentrert rundt eksisterende litteratur som omhandler prosjekteringsprosessen, prosjekteringsledelse, kreative prosesser, innovasjonsprosesser, Lean-filosofi, Lean Construction, ressurseffektivitet, flyteffektivitet, VDC, BIM og Involverende planlegging.

Mye av litteraturstudiet har vært sentrert rundt forskjellig litteratur utgitt av Veidekke Entreprenør, samt tidligere publikasjoner og forskningsrapporter innenfor prosjekteringsledelse og prosjekteringsplanlegging.

2.3.1.1. Kildekritikk

For å sikre seriøsitet rundt oppgaven har det vært viktig for undertegnede å forholde seg kritisk til litteraturen det refereres til. For å skaffe relevant informasjon for oppgaven har kildekritikk derfor blitt gjennomført etter retningslinjer gitt av VIKO (NTNU, 2010):

Tabell 2: Kildekritikk

Kildekritikk	
Troverdighet	<ul style="list-style-type: none">• Er forfatteren kvalifisert og anerkjent?• Er utgiveren anerkjent?
Objektivitet	<ul style="list-style-type: none">• Er informasjonen ensidig eller balansert?• Blir alle sider av saken berørt?
Nøyaktighet	<ul style="list-style-type: none">• Når ble kilden sist oppdatert og revidert?• Er informasjonen foreldet?• Er informasjonen omfattende nok?
Egnethet	<ul style="list-style-type: none">• Hvilket emneområde dekker kilden?• Er kilden relevant for oppgavens informasjonsbehov?

2.3.2. Casestudier

For å få et nærmere innblikk i prosjekteringsprosessen har undertegnede fått mulighet til å følge to av Veidekkes prosjekter i Trondheim. Data fra disse prosjektene har blitt samlet inn gjennom direkte observasjoner i møter, case-studier av hvordan møtene har vært avviklet, samt intervjuer med ulike nøkkelpersoner. Under deltagelse på møtene har det blitt tatt notater av interessante observasjoner. I etterkant av møtene har undertegnede hatt anledning til å intervju prosjekteringslederne på de to prosjektene. Dette har vært svært nyttig og oppklarende. Oppsummering av case-studiene kan leses i kapittel 8.

2.3.3. Kvalitative intervjuer

For å ha et utgangspunkt for å besvare oppgavens problemstilling er det utover casestudiene også foretatt kvalitative intervjuer av 8 prosjekteringsledere i Veidekke. Intervjupersonene er valgt ut av undertegneds veileder i Veidekke. Oppsummering av intervjuene kan leses i kapittel 9.1. Etter ønske fra Veidekke er informantene anonymisert i teksten. Intervjuet med informant nr 8 er tatt ut av oppgaven, da denne samtalen var en generell gjennomgang av prosjekteringsprosessen, og ikke direkte knyttet opp mot oppgavens problemstilling. Intervjuet var likevel svært nyttig for å få en forståelse av prosjekteringsprosessen og prosjekteringslederens arbeid.

De øvrige intervjuene har hatt en varighet på mellom 1½ og 2 timer. Intervjuene ble tatt opp på lydfil og i ettertid transkribert. Metoden med transkribering i etterkant av møtene er valgt fordi undertegnede i intervjuene ønsket å kunne fokusere på det som ble sagt i stedet for å være konsentrert om å notere. Målet med intervjuene har vært å få fram ulike erfaringer fra aktørene. På bakgrunn av disse intervjuene, håper undertegnede å kunne avdekke problemområder og identifisere hvilke muligheter som finnes. De innledende intervjurundene ble foretatt ansikt til ansikt, hvor intervjuene bar preg av å ha en relativt åpen struktur på bakgrunn av at undertegnede trengte å skaffe seg mer inngående kunnskap om prosjekteringsprosessen, dens karakter og aktiviteter.

I etterkant av de personlige intervjuene ble det sendt ut et oppfølgingsintervju til informantene per e-post. Responsen var noe variabel og derfor er de 4 mest relevante tatt med i oppgaven. Oppsummering av intervjuene kan leses i kapittel 9.2. Disse intervjuene ble utformet med et intervjueskjema, som er et strukturert intervju med åpne svar. Bakgrunnen for oppfølgingsintervjuene var at undertegnede på dette stadiet hadde opparbeidet seg mer kunnskap om prosjekteringsprosessen og ønsket svar på noen spørsmål som bar preg av å være litt mer konkrete enn de som var blitt stilt i de personlige intervjuene. Spørsmålene ble stilt i samme rekkefølge til alle informantene for at det skal være enklere for undertegnede å sammenligne og trekke konklusjoner. E-postintervju ble vurdert som den mest egnede metoden for oppfølgingsintervjuene da man ikke er avhengig av å avtale noe tidspunkt og informantene kan svare når det selv passer dem. Samtidig gir denne formen for intervju informantene den tiden de trenger til å tenke seg som om før de svarer, slik at de får formulert seg som de selv ønsker. Ulempen er at det ikke er rom for å stille direkte oppfølgingsspørsmål, og at informantenes svar da kan feiltolkes. Denne risikoen er forsøkt redusert ved at undertegnede har hatt mulighet til å stille oppfølgingsspørsmål på epost, telefon eller personlig i etterkant.

2.3.3.1. Validitet og reliabilitet ved kvalitative intervju

For at oppgaven skal få troverdighet, er det viktig å være kritisk ved innsamling av data, og det er en avgjørende forutsetning at datamaterialet har en tilfredsstillende kvalitet. I den sammenheng er validitet og reliabilitet viktige begreper. Dette er viktig å være oppmerksom på både ved intervju og caseobservasjoner (Grønmo, 2004).

Reliabilitet referer til hvor pålitelig datamaterialet er, basert på en antagelse om at forskere som anvender samme metode flere ganger, skal komme frem til samme resultat (Grønmo, 2004). Å sikre høy reliabilitet er ikke alltid like enkelt når man benytter seg av kvalitative metoder (Larsen, 2007). Sammensetningen av informanter vil derfor være avgjørende for datamaterialets reliabilitet. Basert

på en antagelse om at de fleste av informantene til oppgaven er erfarne, og kjenner prosjekteringsprosessen godt, er det nærliggende å anta at man hadde kommet frem til de samme resultatene, også om man hadde foretatt undersøkelsen med andre informanter.

Oppgaven benytter seg av flere metoder. Kvalitative intervjuer er gjennomført både som personlige intervjuer og deretter med oppfølgingsintervjuer på e-post, samt case observasjoner. Bruk av flere metoder, såkalt triangulering (Askerøi and Barikmo, 2005), øker reliabiliteten til studien. Ettersom kvalitative vurderinger blir analysert med en rekke antagelser anses ikke reliabilitet for å være like viktig i kvalitative undersøkelser som ved kvantitative (Samset, 2012). For kvalitative undersøkelser, som denne oppgaven er basert på, anses validitet for å være et viktigere mål enn reliabilitet (Samset, 2012).

Validitet er knyttet til tolkning av data, og handler om i hvilken grad tolkninger forskeren gjør, samsvarer med det fenomenet vi ønsker å måle (Samset, 2012). For å oppnå en høy validitet skal datainnsamlingen resultere i data som er relevante for problemstillingen. Validiteten er lav dersom data som samles inn er lite treffende i forhold til problemstillingen. Validiteten vil altså i første rekke være avhengig av hvordan undersøkelsesopplegget er utformet (Grønmo, 2004). For å sikre høy validitet for dataene vil det derfor vektlegges at spørsmålene som stilles i intervjuene er konkrete og tett knyttet opp mot oppgavens problemstilling. Teorien sier at det ofte er lettere å sikre høy validitet ved kvalitative intervju enn ved kvantitative intervju. Dette skyldes at kvalitative intervjuer gir rom for å endre spørsmål underveis og på den måten er mer fleksible (Larsen, 2007). Reliabilitet og validitet er delvis overlappende i den forstand at høy reliabilitet er en forutsetning for høy validitet (Grønmo, 2004).

Undertegnede hadde svært lite kunnskap om prosjekteringsprosessen og prosjekteringsledelse da arbeidet med oppgaven startet. I etterkant av de personlige intervjuene opplevdes det at disse ikke hadde den ønskede validitet, og det ble derfor valgt å gjennomføre en runde med oppfølgingsspørsmål per e-post. På dette stadiet hadde undertegnede opparbeidet seg mye mer solid kunnskap om prosjekteringsprosessen, og ved utarbeidelse av nytt intervjueskjema var de nødvendige forutsetningene for å kunne utforme en god intervjuer i langt større grad til stede. Validiteten av oppfølgingsintervjuene anses derfor for å være høy. Undertegnede ser også i ettertid at de innledende intervjuene var nødvendige for å opparbeide seg tilstrekkelig kunnskap, og har vært med på å tilføre oppgaven verdi.

3. VEIDEKKE ASA

Kapitelet gir en kort introduksjon til firmaet som oppgaven er gjennomført i samarbeid med.

3.1. Konsernet

Veidekke ASA er et av Skandinavias største entreprenørselskaper, og har sitt hovedkontor i Oslo. Selskapet ble etablert i 1936 og notert på hovedlisten på Oslo børs i 1986. Konsernet hadde i 2013 ca 6300 ansatte og en omsetning på 21,2 milliarder norske kroner. Nåværende konsernsjef er Arne Giske (Veidekke ASA, 2014b). Veidekke har som mål at minst halvparten av selskapets ansatte skal være aksjonærer. Per mars 2013 var de ansattes eierandel i selskapet på over 20 % (Veidekke ASA, 2014a).

Virksomhetene i Veidekke omfatter bygge- og anleggsoppdrag, boligutvikling, asfaltvirksomhet, pukk og grus og veivedlikehold. Veidekkekonsernet er delt i tre virksomhetsområder (Veidekke ASA, 2014a):

- Entreprenør: Bygg- og anleggsvirksomhet i Norge, Sverige og Danmark
- Eiendom: Utvikling og salg av boliger i egenregi i Norge og Sverige
- Industri: Virksomhet innen asfalt, pukk og grus og veivedlikehold i Norge og Sverige

De tre virksomhetsområdene består av regions-, distrikts-, og avdelingskontorer samt ulike datterselskaper, hvor tanken er at de lokale enhetene skal ha stor grad av selvstendighet. Dette bygger på en antagelse om at det er de lokale enhetene som kjenner markedene, kundene og mulighetene best (Veidekke ASA, 2014a).

I Sverige og Danmark er Veidekkes virksomheter representert gjennom henholdsvis Veidekke Sverige AB og Hoffmann A/S (Veidekke ASA, 2014a).

3.2. Entreprenørvirksomhet

Veidekkes entreprenørvirksomhet er i Norge samlet i selskapet Veidekke Entreprenør AS med datterselskaper. Veidekke Entreprenør gjennomfører bygge- og anleggsprosjekter, hvor byggevirksomheten står for ca 60 %, mens anleggsvirksomheten utgjør ca 40 %. Byggeprosjektene består i hovedsak av næringsbygg, boliger, skoler og andre offentlige bygg. Anleggsprosjektene består i hovedsak av veier, jernbane, vind- og vannkraft og industriprosjekter (Veidekke AS, 2014).

Ca 85 % av byggeprosjektene i Veidekke gjennomføres som totalentrepriser, hvor entreprenøren har ansvaret for både prosjektering og utførelse. Ca 80 % av omsetningen til Veidekke Entreprenør utgjøres av flergangskunder, hvor de fleste av kundene er profesjonelle aktører som ivaretar offentlige serviceoppgaver eller egen foretningvirksomhet. Et godt samspill med kundene er derfor svært viktig for Veidekke Entreprenør, særlig fordi mange av Veidekkes flergangskunder legger tidligere erfaringer til grunn ved valg av entreprenør for nye oppdrag (Veidekke AS, 2014).

3.3. Veidekkekulturen

I arbeidet med å innføre en ny filosofi i en virksomhet vil man være avhengig av å ha innarbeidet en god kultur som ligger til grunn for utviklingen og implementeringen av den nye filosofien. Veidekke har i stor grad innført Lean-filosofien med hell, og er også godt i gang med å innføre sin egen utarbeidete filosofi, Involverende planlegging. Mye av æren for denne vellykkede implementeringen kan man tilegne Veidekkekulturen.

I Veidekke har man utviklet et sett verdier; *”profesjonell, redelig, entusiastisk og grensesprengende”*. Videre bygger Veidekkes virksomhet på en tankegang om at den totale kvaliteten i et prosjekt best økes gjennom et tett samarbeid med alle de involverte i prosjektet. Involvering betyr for Veidekke *”felles mål, løpende dialog og samhandling, samt gjensidig tillit og respekt”*. Denne filosofien har Veidekke samlet i begrepet *”Verdiskapende samspill”* (Veidekke ASA, 2014c). Lean-filosofien krever nettopp respekt for mennesker og de aktører som inngår i de ulike prosjekter (Larman og Vodde, 2008). Denne grunnleggende respekten har vært viktig i utarbeidelsen av det verdiskapende samspillet som Veidekke søker. I Veidekke tror man at et byggverk blir best når det skapes i et verdiskapende samspill med kunden. *”Verdiskapende samspill”* er blitt stående som firmaets aspirasjon og er også en sentral del av dets forretningsfilosofi (Veidekke ASA, 2014c).



Figur 3: Verdiskapende samspill i Veidekke

4. PROSJEKTERINGSPROSESSEN

Dette kapitlet inkluderes i oppgaven for å få en forståelse av hvordan prosjekteringsprosessen er bygd opp, hvilke aktiviteter som inngår i prosjekteringen av et byggetiltak og hvordan slike prosesser ledes. For å kunne komme med anbefalinger til forbedringer anses det som viktig å ha en grunnleggende forståelse av byggeprosessen som helhet, samt en mer dyptgående forståelse av prosjekteringsprosessen og dens aktiviteter.

4.1. Bakgrunn og karakteristika

Utgangspunktet for å forstå prosjekteringsprosessen ligger i å ha en overordnet forståelse for byggeprosessen og dens innhold. Direktoratet for byggekvalitet har laget en skjematisk fremstilling som viser de ulike hovedaktivitetene som inngår i et byggetiltak (Direktoratet for byggkvalitet, 2012):

Tabell 3: Hovedaktivitetene i et byggetiltak

Hovedaktivitetene i et byggetiltak	
Planfasen	Utarbeidelse av plan med bestemmelser
Programmeringsfasen	Funksjonsanalyse som kan resultere i et funksjons- og romprogram, miljøprogram og teknisk program Byggeprogrammering som bekreftes ved at det utarbeides et byggeprogram
Prosjekteringsfasen	Overordnet prosjektering – konsept: <ul style="list-style-type: none">• Verifikasjon og dokumentasjon for oppfyllelse av TEK10 Detaljprosjektering: <ul style="list-style-type: none">• Verifikasjon og dokumentasjon for oppfyllelse av TEK10 dersom ikke avklart i konseptet• Produksjonsunderlag som arbeidstegninger, beskrivelsestekster, spesifikasjoner og annet underlagsmateriale som skal ligge til grunn for utførelsen
Utførelsesfasen	Utførelse i samsvar med produksjonsunderlaget
Ferdigstillelse	Anmodning om midlertidig brukstillatelse Anmodning om ferdigattest Overlevering av grunnlag for forvaltning, drift og vedlikehold (FDV) til byggverkets eier
Bruksfasen	Forvaltning, drift og vedlikehold

Som vist i tabellen nr 3 løper byggeprosessen fra en planfase og frem til en overlevering og en bruksfase. Prosjekteringsfasen som er fokus for denne masteroppgaven vil i praksis ofte strekke seg over og inn i de andre fasene av byggeprosjektet. Prosjekteringsfasen vil dermed ofte ikke være helt

ferdig før hele byggeprosessen er det. Prosjektering beskrives av direktoratet for byggkvalitet som en teknisk planlegging av hvordan det ferdige tiltaket skal være. Det overordnede målet for prosjekteringsprosessen er å skape et produkt som er i samsvar med kundens ønsker og behov (se figur nr 4).



Figur 4: Mål for prosjekteringsprosessen (kilde: Skanska)

En av utfordringene i prosjekteringsprosessen er å balansere ønsker og behov fra kunden med de tilgjengelige budsjetter, samt retningslinjer og gjeldende krav (Østby-Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013). I prosjekteringsprosessen skal det også sikres at alle krav i plan- og bygningsloven, herunder byggt teknisk forskrift (TEK10), ivaretas.

Prosjekteringsfasen er en svært kompleks fase, hvor mange ulike aktører er involvert. Aktører og interessenter i prosjekteringsprosessen er byggherre, prosjektledelse, prosjekterende (arkitekter, ingeniører, rådgivere), prosjekteringsledelse, kontrollerende for prosjekteringen, utførende entreprenører, leverandører og byggeplassledelse (Østby-Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013).

Mye av arbeidet som blir lagt ned i prosjekteringsfasen handler om å gjøre den videre prosessen i byggeprosjektet mer forutsigbar gjennom planlegging og beslutninger. Ut i fra de forutsetningene som ligger til grunn på et aktuelt tidspunkt, skal det tas en rekke beslutninger og valg. Prosjekteringsprosessens kompleksitet og karakter gjør den til en prosess i byggeprosjektet som det er knyttet en rekke usikkerheter og variabler til. Underveis i et byggeprosjekt skal prosjekteringslederen håndtere en stor mengde informasjon som i tillegg skal koordineres mellom de ulike aktørene. Når det ferdige produksjonsunderlaget så skal formidles videre til produksjonen, vil det ofte kunne være gjenstand for fortolkning (Dammerud et al., 2013). I mange tilfeller vil dette underlaget også kunne være utilstrekkelig eller inneha feil, noe som medfører at det må revideres. En ineffektiv prosjektering vil kunne medføre en urasjonell gjennomføring av produksjonen, og representerer ofte store utfordringer for både byggherrer og produserende. Ved mangelfull prosjektering er ofte resultatet at det blir bygget med feil utførelse, noe som medfører tapt tid og kostnader til utbedring, og dermed lavere produksjonseffektivitet på byggeplasser (Grimsmo, 2008).

God prosjektering danner altså et viktig grunnlag for det resultatet som fremkommer av byggeprosessen. Ledelse og planlegging av prosjekteringsprosessen er derfor svært viktig og har stor betydning for hvor vellykket et prosjekt blir. Likevel har ledelse av prosjekteringsprosessen tradisjonelt sett hatt lav status i byggeprosjekter. I motsetning til prosjektledelse har prosjekteringsledelse ikke vært et akademisk fagfelt i Norge (Westgaard, Arge og Moe, 2010). Byggenæringen har nå selv tatt tak i dette og jobber for å opprette ulike utdanningstilbud parallelt med interne utviklingstiltak. Dette kommer som resultat av at innsikt og behov i næringen har økt behovet for god ledelse i prosjekter (Østby-Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013). Økt bevissthet om prosjektering som den viktigste drivkraften bak verdiskapning i prosjekter kan være en annen årsak (Westgaard, Arge og Moe, 2010).

4.2. Faser

Hvordan man velger å dele inne prosjekteringsprosessen, og hvilke navn man velger å gi de ulike delene, avhenger av hvilken litteratur man legger til grunn. Faseinndelingen vil også kunne variere fra prosjekt til prosjekt og mellom ulike entreprenører. I denne oppgaven har jeg valgt å benytte meg av AY2010¹ sin inndeling, da denne benyttes i kompendiet "prosjekteringsledelse – teoretisk grunnlag" utgitt av Veidekke Entreprenør og NTNU. Faser i prosjekteringsprosessen (Østby-Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013):

- Tidligfase eller konseptfase
- Skisseprosjektering eller skissefase
- Forprosjektering
- Detaljprosjektering
- Produksjonsprosjektering eller leverandørprosjektering

Tabell 4: Prosjekteringsprosessens faser

Faser i prosjekteringsprosessen	
Tidligfase	I tidligfasen utføres hovedanalyser og det skal velges gjennomføringsmodell og programmering. De prosjekterende kontraheres. Grunnlagsdokumenter for reguleringsplaner og lignende fremskaffes.
Skisseprosjektering	I denne fasen videreutvikler man et fysisk og funksjonelt konsept. Etter at konseptet er valgt kan en forhåndskonferanse med kommunen finne sted. Westgaard, Arge og Moe (2010) skriver at man i denne fasen skal tenke innovativt, vurdere ny teknologi, nye løsninger og tilnærminger. Målet for denne fasen er å arbeide mot målene som ble fastlagt i tidligfasen. Hansen

¹ Arkitektfaglig ytelsesbeskrivelse

	(u.d.) sier at det i denne fasen også bør utarbeides et forslag med hensyn til plankonsept, arealbruk, konstruktive systemer, tekniske anlegg og materialbruk.
Forprosjektering	Westgaard, Arge og Moe (2010) skriver at det er i denne fasen de ulike mulighetene og løsningene fra skisseprosjekteringen skal avveies i forhold til kundens ønsker. Videre skal det foretas systemvalg og prosjektet skal bearbeides til dokumenterbare utkast til løsninger. Det skal fastsettes et rom- og byggeprogram, hvor det må sørges for at brukerkrav på romnivå er tilfredsstilt. Teknisk, funksjonell og fysisk struktur skal fastsettes i denne fasen. Forprosjektet brukes ofte som grunnlag for pristilbud i totalentrepriser. Hansen (u.d) understreker for denne fasen viktigheten av god kommunikasjon og godt samarbeid mellom arkitekter og rådgivende ingeniører.
Detaljprosjektering	I denne fasen skal det utføres detaljerte beskrivelser av bygget som senere skal danne grunnlag for kontrahering av utførende entreprenør(er), dersom entreprenør ikke er blitt kontrahert i noen av de innledende fasene. I denne fasen utarbeides og behandles også søknad om igangsettelse. Westgaard, Arge og Moe (2010) skriver at det i denne fasen skal utarbeides detaljert informasjon om hvordan forprosjektets utforming er tenkt omsatt til konkret bygging. Dette gjøres gjennom utarbeidelse av grundige tegninger og beskrivelser. Videre skal detaljprosjektet omfatte alle de ulike fagområdene for å gi en samlet oversikt over tekniske løsninger, materialbruk, mengder og kostnader. De alternative forslag blir så presentert for kunden og avklares før denne fasen avsluttes. Det er viktig å sørge for at de prosjekterte løsningene er faglig sikret, tverrfaglig koordinert, mulige å gjennomføre i praksis, samt i henhold til lover, forskrifter og standarder. Hansen (u.d) skriver at det er i denne fasen prosjektet får sin endelige utforming. I dagens gjennomføring av byggeprosjekter er det ofte slik at detaljprosjekteringen ikke er avsluttet før byggingen starter, slik at detaljprosjekteringen og byggingen ofte foregår parallelt. Dette medfører at det er byggeplassen som styrer prosjektet, og det kan få store økonomiske konsekvenser om prosjekteringen ikke makter å ligge i forkant av produksjonen.
Produksjonsprosjektering	Westgaard, Arge og Moe (2010) omtaler denne fasen som en videreføring av detaljprosjekteringen. I denne fasen foregår den nødvendige omprosjekteringen for å kunne tilpasses til bestemte leverandørløsninger og produkter i byggverket. Denne delen av prosjekteringsoppgaven utføres ofte av leverandøren, men for å sikre at løsningen passer inn i helheten og tilfredsstiler lover, krav og standarder, må den godkjennes av prosjekteringsgruppen.

4.3. Grensesnitt

I et byggeprosjekt vil det være mange ulike gråsoner eller grensesnitt. Et eksempel på dette er informasjon som må overføres mellom de ulike fasene i byggeprosessen (Østby-Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013). Westgaard, Arge og Moe (2010) skiller i sin rapport mellom faserelaterte grensesnitt og faglige grensesnitt. De faserelaterte grensesnittene oppstår som følge av informasjon som overføres mellom de ulike fasene i byggeprosessen, mens de faglige grensesnittene omfatter grensesnittene mellom de ulike prosjekteringsområdene.

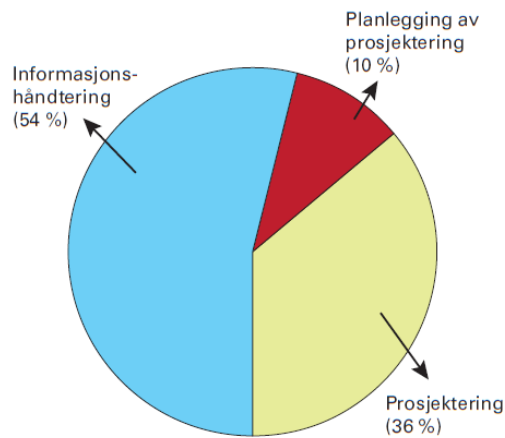
Den tverrfaglige påvirkningen, verdien av andres arbeid og grensesnittkontroll er blitt enda viktigere som følge av økende omfang av tekniske installasjoner og strengere miljøkrav. De ulike grensesnittene fordrer derfor til samspill mellom mange fag, systemer og tiltak som det er svært vanskelig å svare på enkeltvis (Westgaard, Arge og Moe, 2010).

Westgaard, Arge og Moe (2010) skriver følgende i rapport til byggekostnadsprogrammet: *”De prosjekterende skal, etter plan- og bygningsloven, ivareta sin egen prosjektering inn mot grensesnittet til andre prosjekterende. Godkjenningens forskriftens (GOF) krav til system forutsetter at den enkelte bedrift har et styringssystem der dette blir ivaretatt. I den senere tid har kommunene hatt et sterkt fokus på tilsyn i byggesaker, med særlig vekt på de prosjekterende. Tilsynet avdekker at det er i grensesnittene at problemene oppstår. Informasjon om prosjekteringsgrunnlag for forskriftsmessige løsninger som er utarbeidet av en prosjekterende i en tidlig fase går tapt ved overgang til senere faser. Resultatet er at det ved sluttkontroll kan være vanskelig å vite om en løsning er forskriftsmessig eller ikke.”*

4.4. Informasjonshåndtering

I prosjekteringsprosessen skal det behandles store mengder med informasjon. Med hensyn til fremdriften i prosjektet er det avgjørende at prosjekteringen gjennomføres med så få feil og så lite merarbeid som overhodet mulig. I prosjekteringsfasen vil det altså være et behov for å kunne jobbe så effektivt som mulig og håndtere all informasjon på en god måte, for å kunne tilføre prosjektet kvalitet og verdi. En aktør i prosjekteringsprosessen vil kunne være avhengig av kunnskap fra en annen aktør for å gjøre sin jobb, og motsatt. Prosjekteringsprosessen kan dermed i følge Østby-Deglum, Svalestuen og Drevland (2013) betraktes som *”et kontinuerlig behov for informasjonsdeling mellom aktører”*.

Flager og Haymaker (2007) har gjennomført en studie i hhv. flybransjen og byggebransjen som viser tidsbruk blant arkitekter og prosjekterende (se figur nr 5).



Figur 5: Tidsbruk blant prosjekterende og arkitekter (kilde: Flager og Haymaker, 2007)

Studien viser at store deler av tidsbruken i prosjekteringsprosessen går med til informasjonshåndtering og den konkluderer med at det er et stort forbedringspotensial med hensyn til informasjonshåndtering i begge bransjene (Dammerud et al., 2013).

Emmitt (2007) gjengitt i Østby-Deglum, Svalestuen og Drevland (2013) hevder at noen forhold er viktigere enn andre for å oppnå god informasjonsflyt mellom de prosjekterende og produksjonen:

- **Klarhet** – Utfordringen ligger i å ha oversikt over hvilken informasjon som er relevant for mottakeren. Informasjon som ikke er nødvendig vil forstyrre kommunikasjonen og skape forvirring.
- **Nøyaktighet** – Utfordringen ligger i valg som den prosjekterende gjør med hensyn til språk, målsetting, symbolbruk og enheter.
- **Konsekvens** – Utfordringen her ligger i avvik som oppstår i språk, målsetting, symbolbruk og enheter. Et minste krav er at de prosjekterende er konsekvent med hensyn til ovenstående.
- **Unngå repetisjon** – Informasjon som repeteres i flere ulike dokumenter anses som sløsing med både tid og ressurser. Informasjon som blir gjentatt flere ganger, men kanskje på forskjellige måter, kan skape forvirring.
- **Kontroll** – Informasjonen som blir presentert må være kontrollert i forhold til gjeldende krav og forskrifter.

4.5. Kommunikasjon

Angeltveit, Evjen og Haugen (2006) gjengitt i Østby-Deglum, Svalestuen og Drevland (2013) foreslår at all atferd er kommunikasjon og at kommunikasjon må forstås som overføring eller utveksling av informasjon gjennom et system av symboler som er felles for avsenderen og mottakeren. I følge Grenness (1999) er effektiv kommunikasjon en kritisk faktor for å oppnå effektiv ledelse i en organisasjon. Videre sier han at *"Effektiv ledelse beror på evne til å formulere og formidle visjoner og mål, og tro på andres evne til å nå målene"*. Med dette mener Grenness (1999) at en viktig egenskap hos alle ledere er evne til å kunne kommunisere effektivt (Østby-Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013). Videre legger Grenness (1999) følgende definisjon til grunn i sin bok: *"Med kommunikasjon forstår vi transport eller formidling av energi og informasjon over en grense mellom to eller flere systemer."* I byggeprosjekter vil disse systemene bestå av individer, organisasjoner, aktører og roller, prosesser, modeller, rapporter, kontrakter, arbeidsoppgaver osv (Østby-Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013).

Meland (2000) har også understreket viktigheten av kommunikasjon i et prosjekt i sin doktoravhandling: *"[...] kommunikasjon er prosjektets smøresystem. Et slikt smøresystem må fungere etter noen prinsipper og det må avsettes tid og ressurser for at dette skal fungere. [...] Klarhet er viktig i god kommunikasjon. Kommunikasjon må dekke både prosjektinterne og eksterne behov."* Da prosjekteringsfasen i stor grad er en sosial setting, som involverer en rekke ulike aktører, og det er mange ulike hensyn å ivareta, er det viktig å være klar over at effektiv kommunikasjon mellom de ulike aktørene i stor grad vil være en av de avgjørende faktorene for prosjektets resultat. For å oppnå en god ledelse i prosjekter anses det som viktig med både god kommunikasjon og informasjonsutveksling (Østby-Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013). Meland (2000) har i sin doktoravhandling også påpekt viktige elementer i kommunikasjons- og informasjonshåndtering (Østby-Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013):

- Etablering av effektive, formelle kommunikasjonskanaler
- Stimulering av gode, uformelle informasjonskanaler
- Effektiv informasjonslogistikk: søke, overføre, bearbeide/prosessere, lagre og videreformidle informasjon fra opphavskilde til sluttbrukere. Et godt dokumenthåndteringssystem er sentralt i informasjonslogistikken.
- Fruktbar dialog: en toveis kommunikasjon der både å motta og å gi informasjon og synspunkter, informasjonsutveksling, står sentralt.
- Rask og klar tilbakemelding

4.6. Prosjekteringsledelse

Prosjekteringsprosessen dokumenterer og illustrerer det som skal bli det fysiske resultatet av en byggeprosess. Ledelse av denne prosessen har av ph.d Øystein Meland (2000) blitt definert som *”ledelse av prosessen med å lansere konseptuelle ideer og bearbeide den valgte idé til et ferdig, immaterielt produkt i form av tegninger, modeller, beskrivelse og lignende”*. I praksis innebærer dette både *”koordinering, fasilitering og lederskap”* (Meland, 2000). Prosjekteringsprosessens tidligere nevnte kompleksitet og det stadig økende behovet for effektivisering av prosjekteringsarbeidet gjør jobben med å lede prosjekteringsprosessen til en svært utfordrende ledelsesoppgave (Østby-Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013). Mange mener at prosjekteringsledelse er en ledelsesoppgave som er langt mer krevende enn prosjektledelse, da det handler om *”kunnskapsledelse hvor det skal håndteres både kreative utviklingsprosesser og håndtering av informasjon”* (Westgaard, Arge og Moe, 2010).

Tradisjonelt sett har ledelse av prosjekteringsprosessen når det er snakk om husbyggingsprosjekter, vært en del av arkitektens oppgaver. De siste tiårene har derimot byggeprosessens kompleksitet økt betraktelig, blant annet på bakgrunn av at det er stadig flere aktører involvert i en byggeprosess. Det er derfor blitt mer og mer vanlig at oppgaven med å lede prosjekteringsprosessen i dag tildeles personer med prosjektadministrativ bakgrunn (Meland, 2000).

I følge Westgaard, Arge og Moe (2010) bør en prosjekteringsleder besitte følgende egenskaper og kompetanse:

- Kjenne hele prosessen, fra programmering, prosjektering, utførelse, overlevering og FDVU
- Ha erfaring fra prosjektering
- Kunne være mekler
- Være beslutningsdyktig
- Ha øye for grensesnittsproblemer
- Være lojal mot oppdragsgivers behov og rammer

Videre påpeker Westgaard, Arge og Moe (2010) at *”[...] innhold, ansvar og plassering av prosjekteringsledelse varierer, avhengig av oppdragsgivers modell for organisering av prosjektet og egen kompetanse.”* Med denne formuleringen til grunn, kan det være utfordrende å forklare hva som inngår i begrepet prosjekteringsleder. I en totalentreprise ligger ansvaret for detaljprosjekterings- og produksjonsfasen hos totalentreprenøren (Westgaard, Arge og Moe, 2010).

I byggekostnadsprogrammet konkluderes det med at det ligger oppgaver knyttet til prosjekteringsledelse både hos de prosjekterende og hos byggherren. Det foreslås videre at det for å unngå dobling av ledelsesfunksjonen bør klareres hvilke oppgaver som ligger hos henholdsvis de prosjekterende og byggherren, og at funksjonene bør gis ulike navn for å hindre sammenblanding (Westgaard, Arge og Moe, 2010).

Westgaard, Arge og Moe (2010) foreslår at det bør skilles mellom de lederoppgavene som kan tilknyttes byggherren og de oppgaver som kan tilknyttes de prosjekterende. Westgaard, Arge og Moe (2010) har med bakgrunn i dette foreslått følgende begreper:

Tabell 5: Ledelsesoppgaver prosjektering (ref: Westgaard, Arge og Moe, 2010)

Ledelsesoppgaver prosjektering	
Prosjektleder prosjektering (PLP)	Den delen av funksjonen som ligger hos byggherren
Prosjekteringsleder prosjekteringsgruppe (PRL)	Den delen av funksjonen som ligger hos de prosjekterende uavhengig av om gruppen har valgt individuelle kontrakter eller gruppekontrakter
Prosjekteringsleder totalentreprenør (PRL/U)	Den delen av funksjonen som overføres til totalentreprenør når det inngås totalentreprisekontrakter i prosjekter

Funksjonen Prosjektleder Prosjektering (PLP) er en del av byggherrens organisasjon, mens prosjekteringslederfunksjonen (PRL) er en del av de prosjekterendes organisasjon og prosjekteringsleveransen (Østby-Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013).

Funksjonen prosjekteringsledelse er tildelt lederansvaret for prosjekteringsoppgavene og design- og produktutviklingen i et byggeprosjekt. Funksjonen inngår som et element i den samlede prosjektledelsen for gjennomføringen av et byggeprosjekt (Meland, 2000). Meland (2000) har i sin doktoravhandling valgt å omtale disse to funksjonene som en byggherreintern funksjon som prosjektleder (BH-PGL) og en prosjekteringsgruppetilknyttet funksjon som han kaller prosjekteringsgruppeleder (PGL).

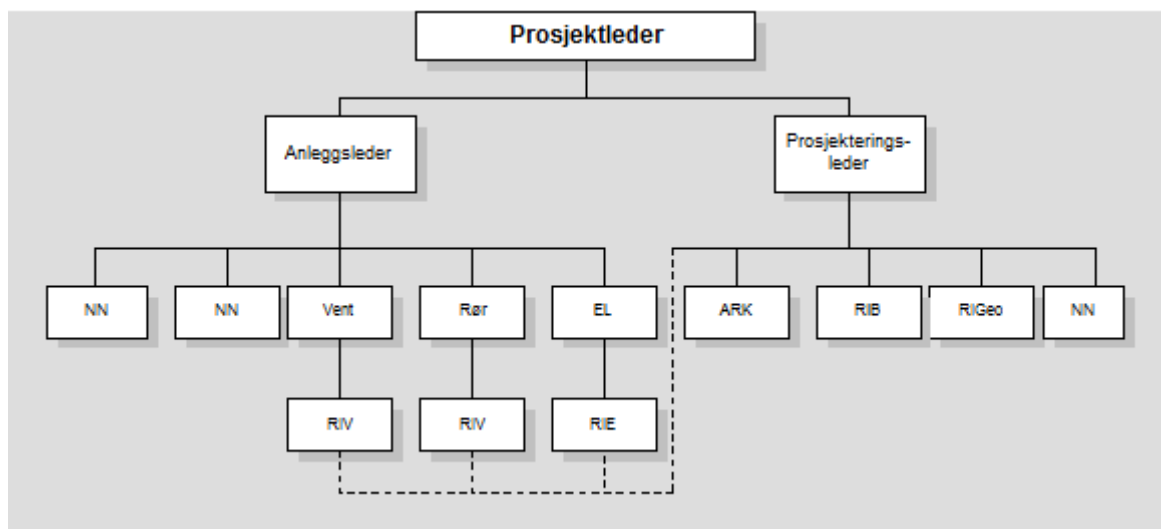
For denne masteroppgaven velges det å benytte PRL som forkortelse for den rollen som leder prosjekteringsgruppen i en totalentreprise.

4.7. Prosjekteringsledelse i Veidekke

Prosjekteringsledelse i Veidekke handler i likhet med beskrivelsen i forrige kapittel om å lede og samordne de ulike fagene som utfører prosjekteringsarbeidet. Prosjekteringsledelse har de senere år vært et sentralt satsningsområde i Veidekkes forretningsstrategi. Dette kommer til uttrykk både gjennom utarbeidelsen av Veidekkes egen filosofi Involverende planlegging, som omtalt i kapittel 7.5, samt tidligere nevnte innovasjonsprosjekt "Integrert Metodikk for prosjekteringsledelse". Veidekke er også en aktiv del av International/European Group for Lean Construction (IGLC/EGLC) og Lean Construction Norge (LG-NO). Veidekke avholder også gjennom Veidekkeskolen sine egne kurs i prosjekteringsledelse hvor målsetningen er både å bidra til å utvikle kunnskap om fagområdet og at deltakerne skal utvikle gode nettverk seg i mellom.

I Veidekkes satsing på prosjekteringsledelse snakkes det mye om forholdet mellom prosjektleder, prosjekteringsleder og anleggsleder. Disse tre personene anses i Veidekke for å være helt sentrale i prosjektet og utgjør sammen prosjektets lederteam. I Veidekke legges det vekt på at disse personene skal ha utfyllende kompetanse og personligheter, ha tillit til hverandre og være enige om felles grunnholdninger. Videre anser man det som viktig at det så tidlig som mulig i prosjektet avklares hvem som skal ha hvilke roller og hvilket ansvar, samt at man blir enige om forventninger. Lederteamets evne til å åpent kunne diskutere komplekse problemstillinger for så å kunne samle seg om den beste løsningen i hvert enkelt tilfelle er avgjørende for suksess i prosjektet. Når lederteamet makter å utnytte sin samlede kompetanse i et godt samspill vil det ligge til rette for gode resultater for prosjektet.

Figuren under illustrerer sammensetning av teamene i Veidekkes totalentrepriseprosjekter.



Figur 6: Organisasjonskart totalentrepriser (kilde: Veidekke)

Prosjekteringslederens oppgaver:

- Sette sammen prosjekteringsteamet
- Sørge for tilstrekkelig kompetanse til å løse oppgaver
- Sørge for tilstrekkelig kapasitet hos de prosjekterende
- Planlegge prosjekteringsprosessen
- Være strukturert
- Lede prosjekteringsprosessen
- Få frem beslutninger
- Skape entusiasme og samarbeidsklime
- Sikre at regelverket følges
- Sikre nødvendige godkjenninger hos offentlige myndigheter
- Sikre økonomiske tilfredstillende løsninger
- Sikre kvaliteten / HMS
- Intern og ekstern kommunikasjon og dialog
- Riktige tegninger til rett tid
- m.m.

I Veidekke snakker man bare om prosjekteringsledelse i forbindelse med totalentrepriser. I andre type prosjekter, med andre entrepriseformer, har man ikke en egen prosjekteringsleder. Med bakgrunn i dette er også denne oppgaven som tidligere nevnt avgrenset til å gjelde totalentrepriseprosjekter.

4.8. utfordringer i prosjekteringsledelse

Reinertsen (2009) ser på prosjektering som generering av informasjon i motsetning til produksjonen som genererer produkter. Fra dette har han utledet noen grunnleggende forskjeller mellom prosjektering og produksjon:

- Prosjektering er ikke-repeterende, det er en engangsprosess
- Kostnadene ved å gjøre endringer i prosjekteringsprosessen øker eksponentielt i takt med tiden
- Krav vil ofte endre seg underveis i prosjekteringsfasen
- Prosjekteringsprosessen varierer mye, og det er nettopp variasjonen som er kilden til verdiskaping i prosjektering
- Prosjektering er en utvidbar oppgave, det vil alltid finnes en bedre løsning

Bygge- og anleggsnæringen bærer generelt preg av høy variasjon og kompleksitet (Østby-Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013). Dette gjenspeiles også i prosjekteringsprosessen. I prosjekteringsprosessen er deltakerne også mer gjensidig avhengig av hverandre enn hva tilfellet er i produksjonsprosessen. I produksjonsprosessen må den ene gjøre sin del før den neste kan begynne, det vil si at prosessen er bygget opp av aktiviteter som følger hverandre (sekvensielle). I prosjekteringsprosessen derimot handler det om hele tiden å balansere ulike krav og hensyn mot hverandre, slik at den enes arbeid både bygger videre på og er underlag for den neste (gjensidig avhengighet) (Aslesen, 2013).

Sampaio og Neto (2010) nevner følgende punkter som vil påvirke prosjekteringsprosessen med økt kompleksitet:

- Mangelfull deling av beslutninger
- Sosialpolitiske faktorer som dominerer beslutningstakingen
- Inneffektiv prosessering av informasjon

I sin doktoravhandling har Meland (2000) i prioritert rekkefølge lagt frem bevis for fire ulike forhold som påvirker fiaskograden i byggeprosjekter:

1. Tidspress i prosjekteringen
2. Prosjekteringsleders mangelfulle arbeidsmetodikk
3. Priskonkurransen på prosjektering
4. Prosjekteringsleders mangelfulle kompetanse

To av disse forholdene er direkte anliggende for prosjekteringslederen: arbeidsmetodikk og kompetanse (Østby-Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013):

Tabell 6: Arbeidsmetodikk og kompetanse hos prosjekteringsleder

Arbeidsmetodikk (rangert etter viktighet)	Kompetanse
<ol style="list-style-type: none"> 1. Mangelfull kommunikasjon 2. Mangelfull planlegging 3. Mangelfull målsetting 	<ul style="list-style-type: none"> • Prosjekteringsleders generelle kompetansemangel • Prosjekteringsleders mangelfulle tverrfaglige forståelse • Prosjekteringsleders mangelfulle kompetanse om byggeprosessen

Meland (2000) har i sin doktoravhandling også lagt frem bevis for at mangelfull teknologibruk hos prosjekteringslederen er med på å påvirke fiaskograden i byggeprosjekter. Han påpeker også at mangelfull støtte fra byggherren sin side, samt honorarknapphet er medvirkende årsaker til lav teknologibruk (Østby-Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013).

5. LEDELSE AV KREATIVE OG INTENSIVE PROSESSER

Kreativitet anses for å være en viktig og integrert del av prosjekteringsprosessen i et byggetiltak. Dette kapitlet inkluderes i masteroppgaven for å få en forståelse av dynamikken i slike prosesser og hvordan man som leder kan takle utfordringene med å håndtere slike prosesser.

5.1. Bakgrunn

Å ha en god forståelse av prosjekteringsprosessen er viktig for å lede prosjekteringsprosessen i seg selv, men også for bidra til å skape et bedre sluttprodukt og generelt øke effektiviteten i et byggeprosjekt. Det er blitt foreslått at det å ha en god forståelse for denne prosessen, relativt til den kreative prosessen, vil gi innsikt i når og hvor ressursene bør settes inn, for å øke den kreative prestasjonen og også kvaliteten av det prosjekterte designet. Uten kreativitet i prosjekteringen vil det ikke være rom for innovasjon, hvor de kreative ideene kan implementeres og transformeres til kommersiell verdi (Howard, Culley og Dekoninck, 2008). Howard, Culley og Dekoninck (2008) omtaler de prosessene hvor innovasjon foregår, som en "svart boks", hvor det behandles store mengder design-relatert informasjon. Denne informasjonen legger grunnlaget for en rekke forskjellige alternative design, hvor noen av disse vil være "kreative" (Howard, Culley og Dekoninck, 2011). I følge Howard, Culley og Dekoninck (2008) er det å ha en full forståelse av prosessene som fører til kreativt design, fremfor rutinepreget design, av stor interesse for både enkeltpersoner og organisasjoner.

Chapman (2006), gjengitt i Howard, Culley og Dekoninck (2008), forteller at det har vært arbeidet med å etablere såkalte "innovasjonsprosesser", som er designprosesser som skal gi mer kreativitet. Til dags dato finnes det likevel ingen innovasjonsprosessmodeller som på en god måte er i stand til å beskrive og skille mellom hvilke prosesser som leder til rutinepreget design og hvilke som fører til kreativt design (Howard, Culley og Dekoninck, 2008).

5.2. Koblingen mellom kreativitet og prosjektering

Design kan sees på som en målorientert prosess, som gjennom kreativitet omformer krav og behov til et endelig produkt. Innenfor psykologien er det vanlig å dele kreativitet inn i fire ulike områder (Howard, Culley og Dekoninck, 2008):

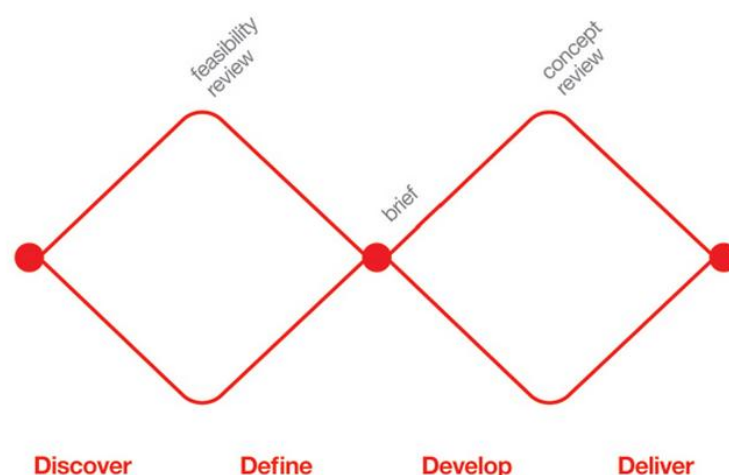
- Den kreative *prosessen*
- Det kreative *produktet* (output)
- Den kreative *personen*
- Det kreative *miljøet*

Til sammenligning blir det også i ingeniørsammenheng snakket om fem lignende områder i prosjekteringsprosessen (Howard, Culley og Dekoninck, 2008):

- Prosjekteringsproblem
- Prosjekteringsprosess
- Prosjekteringstyper (output)
- Prosjekteringsaktiviteter
- Prosjekteringsorganisasjon/team/folk

Howard, Culley og Dekoninck (2008) finner i sine undersøkelser at det er mange fellestrekk mellom prosjekteringsprosessen og den kreative prosessen. I tillegg ble det funnet at "prosjekterings output" beskrevet i ingeniørlitteratur, hadde mange fellestrekk med "det kreative produktet" beskrevet i psykologi litteratur.

Howard, Culley og Dekoninck (2008) foreslår at design følger en divergerende-konvergerende modell. Denne modellen illustreres godt av figur nr. 7, double-diamond. Double-diamond modellen ble utviklet av "Design Council" i 2005 som en enkel måte å illustrere prosjekteringsprosessen på. Modellen deles inn i fire ulike faser; oppdage (discover), definere (define), utvikle (develop) og levere (deliver). Modellen viser hvordan prosessen konvergerer mot en mulighetsstudie, for så å divergere mot det som på engelsk er kalt brief. Brief innebærer en dokumentasjon av kravene og detaljene som mulighetsstudiet medfører. Deretter konvergerer prosessen igjen mot utarbeidelse av et konsept, før den til slutt divergerer mot levering (The university of British Columbia, 2014).



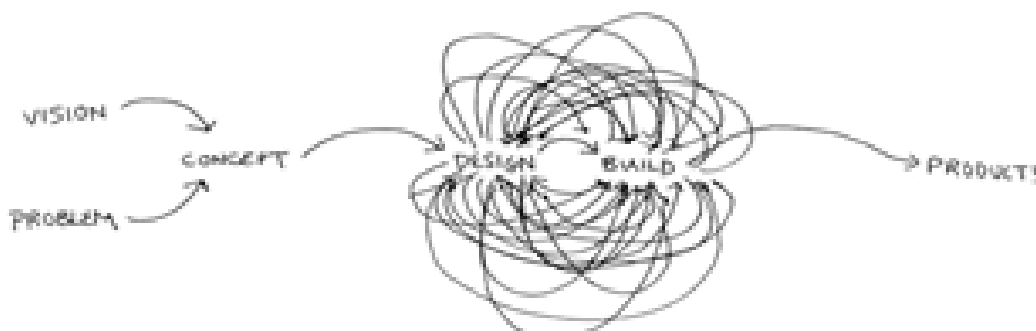
Figur 7: Double-diamond model (kilde: Sauder school of business)

Prosesser i Double Diamond-modellen er forklart i tabell nr. 7.

Tabell 7: Prosessen i double-diamond modellen

Prosessen i Double-diamond modellen	
Oppdage	Markerer starten av prosjektet. Begynner med en innledende idé eller inspirasjon og avslutter med å fastslå kundekravet.
Definere	Representerer definisjonsstadiet hvor tolkningene og justeringen av behovene til foretningmessige mål oppnås.
Utvikle	En periode med utvikling hvor forskjellige design utvikles og testes gjentatte ganger.
Lever	Det ferdige produktet eller tjenesten blir ferdigstilt og lansert.

På grunn av prosjekteringsprosessens kompleksitet får denne prosessen en gjentakende karakter hvor de ulike forslagene vil utarbeides, testes, analyseres og evalueres gjentatte ganger før man sitter igjen med den endelige løsningen. Med tanke på hvordan disse aktivitetene er flettet inn i hverandre vil planlegging av prosjekteringsaktiviteter gi en del særskilte utfordringer (Dammerud et al., 2013). Aktivitetene er det vi kaller intensive, de har påvirkning på mange andre aktiviteter som igjen må gjøre sitt som påvirker den første aktiviteten. På fagspråket kalles dette for resiprokal (se figur nr 8).

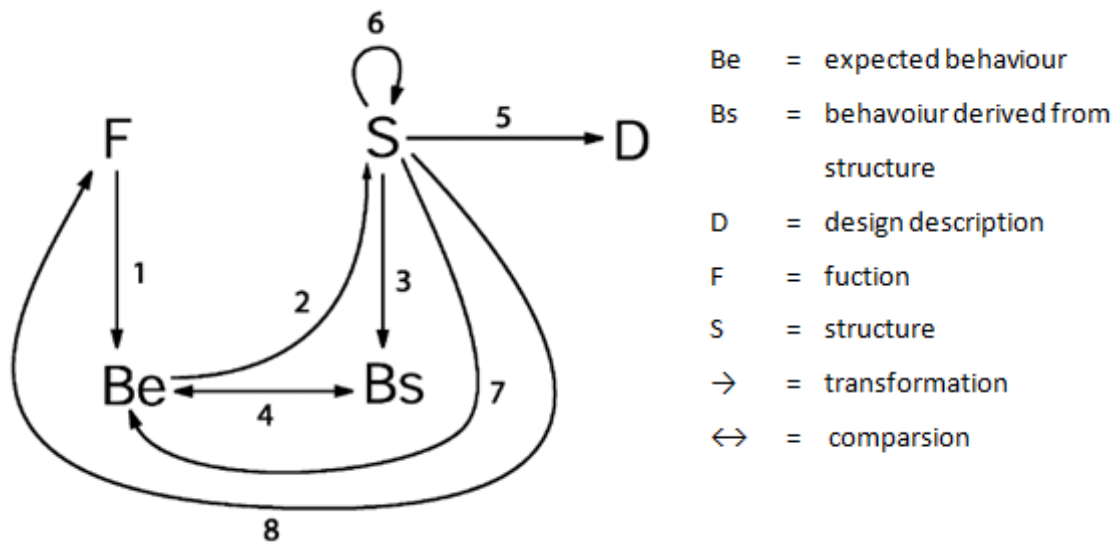


Figur 8: Resiprokal prosess (kilde: Veidekke)

En formell modell av designprosessen, er Gero's function – behaviour – structure (FBS) rammeverk. Grunnlaget for Gero's rammeverk dannes av tre typer variabler som beskriver de ulike aspektene av et designobjekt (Gero og Kannengiesser, 2004):

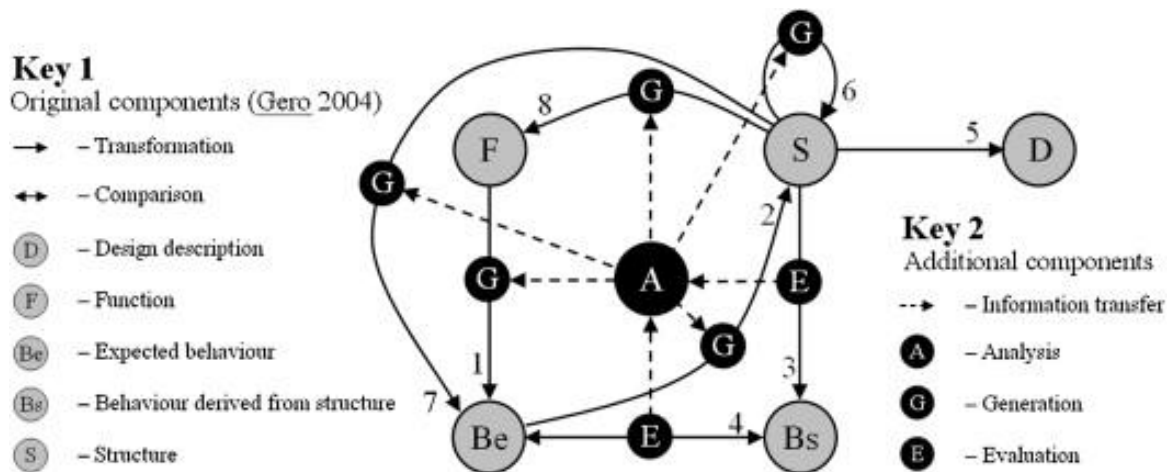
- Funksjons (F) variabler: beskriver teknologien til objektet
- Atferds (B) variabler: beskriver atferden som er utledet eller forventet utledet fra struktur (S) variabler
- Struktur (S) variabler: beskriver objektene komponenter

Modellen beskriver hvordan et prosjekteringsproblem (F) omgjøres til en beskrivelse (D) gjennom åtte ulike prosesser. Disse prosessene anses for å være fundamentale for all design. FBS rammeverket representerer utformingen av prosesser som knytter sammen funksjon, atferd og struktur (Gero og Kannengiesser, 2004).



Figur 9: FBS-rammeverk (kilde: Gero og Kannengiesser, 2004)

Figuren nedenfor viser en utvidet versjon av en FBS-modell. Denne modellen viser de tre kreative prosesselementene (analysere, generere, evaluere) og hvordan viktig informasjon blir transportert mellom de ulike. Denne modellen viser den kreative prosessen og sammenligner et psykologisk syn på prosessen med et ingeniørperspektiv. Prosessen i modellen er beskrevet i tabell nr. 8.



Figur 10: Utvidet FBS-rammeverk (kilde: Gero, 2004 gjengitt i Howard, Culley og Dekoninck, 2008)

Tabell 8: Forklaring til prosess i utvidet FBS-modell

Designoperasjoner	Beskrivelse av aktiviteten	Aktivitetens natur
Formulering (prosess 1)	Omgjør kriteriene formulert i funksjon (F), til den atferd (Be) som er nødvendig for å gjennomføre funksjonen.	Generering
Syntese (prosess 2)	Omgjør atferden (Be) til en løsningsstruktur (S).	Generering
Analyse (prosess 3)	Utleder den faktiske oppførsel (Bs) fra den syntetiserte strukturen (S).	Evaluering
Evaluering (prosess 4)	Sammenligner oppførselen utledet fra struktur (Bs) med den forventede oppførselen (Be).	Evaluering
Dokumentasjon (prosess 5)	Utarbeidelse av designbeskrivelsen D, for produksjon.	N/A
Omformulering (type 1) (prosess 6)	Omhandler designendringer i form av strukturvariabler hvis den faktiske atferd blir vurdert som ikke tilfredsstillende.	Generering
Omformulering (type 2) (prosess 7)	Omhandler designendringer i form av atferdsvariabler hvis den faktiske atferd blir vurdert som ikke tilfredsstillende.	Generering
Omformulering (type 3) (prosess 8)	Omhandler designendringer i form av funksjonsvariabler hvis den faktiske atferd blir vurdert som ikke tilfredsstillende.	Generering

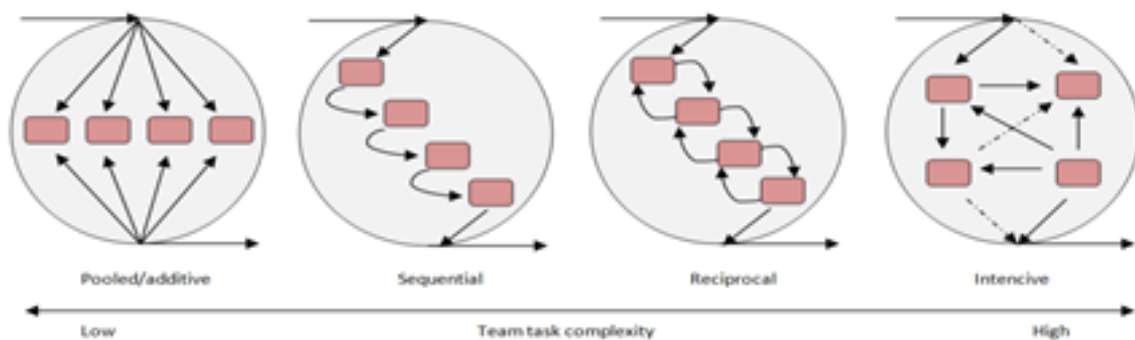
De mest bemerkelsesverdige prosessene i denne fremstillingen, som man ikke finner i de fleste tradisjonelle modeller, er prosessene 6-8, de som tilsvarer omformuleringen av (Gero og Kannengiesser, 2004). Den prosessen som har blitt mest forsket på er omformulering type 1. Vanlige eksempler på det dette er casebasert resonnering og strukturanalogi. Empiriske designstudier bekrefter at omformulering av strukturen er den dominerende type omformulering. De samme studiene avslører også at omformulering av problemet, i form av forventet oppførsel, eller til og med funksjon, minker gjennom designprosessen, men blir aldri helt borte (Gero og Kannengiesser, 2004).

Mangelen på slike prosesser i de fleste andre tilnærminger, indikerer tilstedeværelsen av et fundamentalt forskjellig syn på design i FBS-rammeverket. Alle tre typene av omformulering indikerer en ikke-statisk designverden, ettersom de åpenbart gir den pågående designprosessen en ny retning som ikke var forutsett tidligere (Gero og Kannengiesser, 2004).

5.3. Avhengigheter og håndtering av avhengigheter

Sosiologen James D. Thompson definerte allerede i 1967 i sin bok "Organizations in Action", tre ulike typer avhengigheter som beskriver intensiteten i interaksjon og atferd innenfor en organisasjon. I sin bok skiller han mellom (Thompson, 1967):

- Pooled interdependence
- Sequential interdependence
- Reciprocal interdependence



Figur 11: Ulike typer avhengigheter

Pooled interdependence eller felles gjensidig avhengighet er kanskje den løseste formen for avhengighet. I denne formen for avhengighet utfører hver organisasjonsavdeling eller person helt separate funksjoner. Bidragene fra de enkelte enhetene bidrar sammen til det totale utkommet. Denne typen samhandling gjør at man arbeider helt atskilt fra hverandre og nærmest uten å vite hva de andre driver med. En enkelt enhets feil kan derfor forårsake svikt i hele prosessen (Murray, 2014).

Sequential interdependence eller sekvensiell avhengighet defineres ved at en enhet i prosessen produserer et underlag som er nødvendig for at den neste enheten i prosessen skal få utført sitt arbeid. Et godt og mye brukt eksempel på sekvensiell avhengighet er samlebandsproduksjon. Denne typen avhengighet krever mer planlegging og koordinering enn hva som er tilfellet for pooled interdependence. Koordinering av de ulike enhetene vil også være helt avgjørende for en effektiv drift av hele prosessen (Murray, 2014).

Reciprocal interdependence eller gjensidig gjensidig avhengighet ligner litt på sekvensiell avhengighet i den grad at utkommet av en enhets arbeid blir inputen til en annen enhet. Det som skiller disse to formene for avhengighet er at resiproke avhengigheter i tillegg er sykliske. Intensiteten på interaksjonene og samhandlingene er svært høy. Denne typen avhengigheter regnes ofte som den mest komplekse og vanskelig å administrere (Murray, 2014).

Videre sier Thompson (1967) at den riktige måten å få ulike avdelinger i en organisasjon til å jobbe effektivt sammen er ved å strukturere de respektive arbeidsoppgavene etter intensiteten av gjensidig avhengighet, og deretter behandle hver av disse avhengighetsforholdene med ulike samordningsmetoder. I sin bok definerer Thompson (1967) tre ulike måter å koordinere på i organisasjonen avhengig av hvilken type interaksjoner man har:

- **Koordinering ved standardisering** som innebærer at man etablerer rutiner og regler for de ulike leveransene. Denne typen koordinering finner man stort sett i organisasjoner med felles gjensidige avhengigheter.
- **Koordinering ved hjelp av plan** som innebærer etablering av tidsplaner. Denne typen koordinering finner man stort sett i organisasjoner med sekvensielle avhengigheter.
- **Koordinering ved gjensidig tilpasning** som innebærer overføring av ny informasjon etter hvert som prosessen beveger seg fremover. Denne typen koordinering finner man i organisasjoner med resiproke avhengigheter.

Reinertsen (1997) identifiserer en interessant funksjon av design, som sier at det er en utvidbar oppgave, hvor det alltid vil finnes en bedre løsning. Fra et verdimeslig synspunkt beskriver Koskela (2000) behovet for å optimalisere løsningen, på grunn av motstridende behov og krav. Dette synspunktet har blitt støttet av Ballard (2000) som beskriver prosjektering som en prosess med forhandlinger og justeringer. For å avslutte en slik prosess er det nødvendig å ta visse beslutninger. Mens fullføringen av produksjonsprosesser krever fysisk handling må prosjekteringsprosesser avsluttes med beslutninger. Beslutningsprosessen kan derfor defineres som en integrert del av prosjekteringsprosessen.

Koskela (2000) beskriver prosjektering som oversettelse av kundens krav til endelige løsninger. Sett i forhold til Reinertsen (1997), Koskela (2000) og Best (2006) tyder dette også på at prosjektering trenger både en kreativ fase med store variabilitet og en mer strømlinjeformet fase for å kunne materialisere løsningene til produktdokumentasjon (informasjon).

Bølviken, Gullbrekken og Nyseth (2010) foreslår at prosjekteringsprosessen bør bestå av tre ulike faser:

- **The design creation process** hvor utformingen blir avklart
- **The design production process** hvor den bestemte utformingen dokumenteres i form av tegninger, modeller og tekst og deretter kommuniseres til produksjonen
- **The decision making process** hvor det besluttes hva som skal bygges eller hva videre prosjektering skal baseres på

Disse tre fasene kan bli sett på som faser av en sekvensiell prosess hvor de prosjekterende først utarbeider et eller flere design, og deretter, etter å ha bestemt seg for hva som skal konstrueres, utarbeider konstruksjonstegninger og spesifikasjoner. Det kan også foreligge iterasjoner mellom de tre fasene. For eksempel kan beslutningsprosessen ende i en konklusjon om at ingen av dagens design kan aksepteres, og produksjon av konstruksjonstegninger og spesifikasjoner kan resultere i at det valgte forslaget ikke er hensiktsmessig (Bølviken, Gullbrekken og Nyseth, 2010)

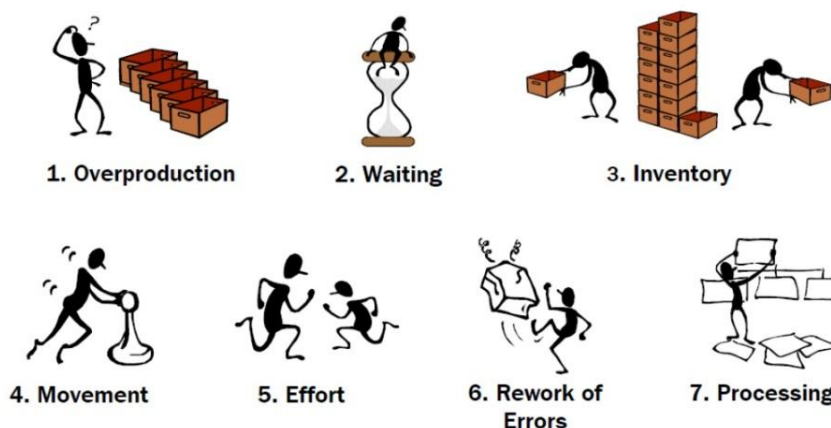
6. LEAN CONSTRUCTION

Implementeringen av Lean Construction i byggebransjen er en av de forandringene bransjen har gjennomgått de senere år. Gjeldene kapittel inkluderes i oppgaven for å få kjennskap til historien bak Lean Construction, en forståelse for hva dette tankesettet innebærer og hvordan dette kan overføres til prosjekteringsprosessen.

6.1. Bakgrunn

Historien bak Lean-tankegangen kan trekkes tilbake til Henry Ford. Allerede i hans bok "My Life and Work" som ble utgitt i 1922, beskrev han hvordan amerikanske bønder jobbet unødvendig ineffektivt (Lindblad, 2008). Uttrykket Lean ble likevel første gang benyttet av forskere ved det Amerikanske instituttet MIT for å beskrive det systemet som den japanske bilprodusenten Toyota tok i bruk ved sin bilproduksjon (Larman og Vodde, 2008). Denne filosofien som vi i dag kjenner som Lean Production, er også kjent under navnet "The Toyota Way" eller "Toyota Production System". Toyota selv omtaler dette systemet som en filosofi som har til mål fullstendig å eliminere all sløsing, og konstant forsøke å finne fram til de mest effektive produksjonsmåtene (Toyota, 2012). I Toyota sitt system, er sløsing delt inn i sju ulike typer aktiviteter (the seven wastes), som ikke skaper verdi for kunden (Lindblad, 2008):

1. Overproduksjon
2. Venting
3. Unødvendig lagring
4. Unødvendig transport
5. Unødvendig bevegelse
6. Defekter
7. Unødvendig arbeid



Figur 12: Ikke-verdiskapende aktiviteter

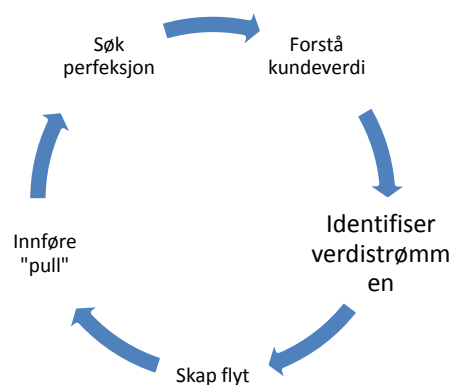
I senere tid har Koskela (2004) lagt til en åttende ikke-verdiskapende aktivitet som han referer til som "making-do". Denne typen ikke-verdiskapende aktivitet forekommer når en aktivitet er påbegynt uten at de nødvendige forutsetningene for at man kan slutføre aktiviteten er til stede (Koskela, 2004).

Toyotas tidligere president Gary Convis og Toyotas tidligere CEO Katsuaki Watanabe har uttalt er de to grunnsteinene i Toyota Systemet er både kontinuerlig forbedring og respekt for mennesker (Larman og Vodde, 2008). I følge Watanabe er respekt helt nødvendig for å kunne arbeide med mennesker. Med mennesker mener han ansatte, leverandører og kunder. Videre sier han at selve roten til Toyota systemet er å være misfornøyd med status quo²; en må hele tiden fortsette å stille spørsmålet "Hvorfor gjør vi dette?" (Larman og Vodde, 2008).

6.2. Hva Lean egentlig handler om

Konseptet bak Lean-tankegangen har utviklet seg med tiden. I boken "Lean Thinking" av James P. Womack og Daniel T. Jones benyttes det fem prinsipper for en mer moderne Lean tankegang (Lindblad, 2008):

1. Spesifiser hva som er verdi for kunden for hvert produkt
2. Identifiser stegene i verdistrømmen for hvert produkt
3. Sørg for at alle verdiskapende aktiviteter strømlinjeformes slik at produktet "flyter" mot kunden
4. La kundens etterspørsel drive produksjonen
5. Søk mot perfektjonisme



Figur 13: Lean thinking

² Status quo er et latinsk uttrykk for uforandret tilstand. Å beholde status quo betyr at en bibeholder tilstanden slik som den er i øyeblikket.

Boken "The Machine that changed the world" hevder at Lean består av fire kjerneprinsipper (Womack, 2007):

- Samarbeid
- Kommunikasjon
- Effektiv bruk av ressurser og eliminering av sløsing
- Kontinuerlig forbedring

Bøkene "The Machine that Changed the World" og "Lean Thinking" har begge blitt bestselgere over hele verden og vært de største bidragene til å utvikle og spre Lean-konseptet.

Professor Martin Fischer ved Stanford har uttalt at Lean handler om følgende: *"Give customers exactly what they want to accomplish their goals with zero waste."*

To av de sentrale begrepene i Lean teori er verdiskapende aktiviteter og flyeffektivitet. Flyteeffektivitet fokuserer på en "enhet" som blir bearbeidet innenfor en organisasjon. Fra en flytenhets perspektiv, skaper en aktivitet verdi når flytenheten mottar verdi, det vil si når enheten blir behandlet eller flyttes fremover i systemet. I motsatt tilfelle, er ikke-verdiskapende aktiviteter, eller "waste", som omtalt i forrige delkapittel, noe som ikke behandler flytenheten eller tilfører den verdi. Det er viktig å være klar over at den som definerer hva som er verdi, er kunden (Modig og Åhlström, 2012).

Uttrykket Lean Production ble første gang benyttet i 1988, da det ble brukt av John Krafcik i artikkelen "Triumph of the Lean Production System" utgitt i Sloan Management Review (Modig og Åhlström, 2012). I følge Modig og Åhlström (2012) er Lean et begrep utviklet av vestlige forskere for å forklare Toyotas effektivitet. Videre sier de *"Det er viktig å understreke at midlene Toyota har brukt til å øke flyteeffektiviteten, ikke nødvendigvis kan overføres til alle miljøer. Hvordan en Lean-basert driftsstrategi blir realisert, avhenger av konteksten."*

I følge Modig og Åhlström (2012) ser mange organisasjoner på Lean som noe som kan implementeres, slik at de på et tidspunkt kan si at prosjektet er ferdig implementert. Dette beror på en misforståelse som skyldes at Lean ofte blir sett på som verktøy og metoder. Lean kan selvfølgelig deles opp i ulike, men helt klare, delmål, men det understrekes hvor viktig det er å forstå at iverksettingen av en Lean-basert driftsstrategi er en prosess som pågår kontinuerlig. Lean er ikke en

statisk tilstand som kan oppnås. Lean må heller sees på som en dynamisk tilstand hvor kjennetegnet er kontinuerlig forbedring (Modig og Åhlström, 2012).

Taiichi Ohno som ofte blir kalt "TPS far" har avvist stordriftsfordeler og masseproduksjon, og hevdet at produktiviteten blir skapt gjennom flyt. Han har uttalt følgende: *"Alt vi gjør, er å se på tidslinjen fra øyeblikket kunden gir oss en ordre, til vi mottar betalingen. Og vi reduserer tidslinjen ved å redusere sløsing som ikke skaper merverdi."*

I følge Modig og Åhlström (2012) er det tre lover som angir årsakene til at gjennomløpstiden i en prosess øker:

- Littles lov sier at gjennomløpstiden øker, når antall flytenheter i prosessen øker
- Loven om flaskehals sier at gjennomløpstiden øker når prosessen inneholder flaskehals
- Loven om effekten av variasjon sier at gjennomløpstiden øker jo større variasjon det er i prosessen

Videre sier de at det er to årsaker til at det oppstår flaskehals i en prosess; at stadiene i en prosess må utføres i en viss rekkefølge og at det er variasjon i prosessene (Modig og Åhlström, 2012).

På et høyt abstraksjonsnivå sier Modig og Åhlström (2012) at følgende aktiviteter vil bidra til å forbedre flyteeffektiviteten og redusere gjennomløpstiden:

- Redusere totalt antall flytenheter ved å eliminere årsakene til køene (materialer, informasjon og mennesker)
- Arbeide raskere, slik at syklustiden reduseres
- Legge til flere ressurser, slik at kapasiteten økes og syklustiden reduseres
- Eliminere, redusere og håndtere de forskjellige formene for variasjon i prosessene

Oppsummert: Det er viktig å være klar over at Lean ikke er metoder og verktøy som ofte er den allmenne oppfatningen. Lean må sees på som en driftsstrategi – en strategi som iverksettes for å oppnå et mål. Målet er spesielt å oppnå flyteeffektivitet (Modig og Åhlström, 2012). Det er en kontinuerlig prosess som pågår, og man kan ikke på et tidspunkt si seg ferdig.

6.3. Virkemidler for iverksetting

Med intensjon om at variasjon skal elimineres eller reduseres, og kunne håndteres i den grad den forefinnes, vil et virkemiddel som settes inn kunne bidra til å iverksette en Lean-basert driftsstrategi. Målet med dette må i følge Modig og Åhlstrøm (2012) først og fremst være å øke flyteffektiviteten.

Toyotaleder Nishida San, gjengitt i Modig og Åhlstrøm (2012) hevder at de ulike virkemidlene for å iverksette en Lean-basert driftsstrategi i praksis kan deles inn i fire ulike grupper:

- **Verdier** som definerer organisasjonens *atferd*
- **Prinsipper** som definerer organisasjonens *tenkemåte*
- **Metoder** som definerer organisasjonens *handlemåte*
- **Verktøy** som definerer hva en organisasjon må *ha*

De ulike virkemidlene er definert på ulike abstraksjonsnivåer. Verdiene er på det høyeste abstraksjonsnivået og verktøyene på det laveste. Iverksetting av en Lean-basert driftsstrategi kan skje på flere måter med spennvidde fra en abstrakt endring til en mer konkret endring. Ved en abstrakt endring vil verdier integreres og prinsipper tas i bruk, mens ved en konkret endring vil metoder og verktøy implementeres (Modig og Åhlström, 2012). I følge Modig og Åhlstrøm (2012) er alt som hjelper oss med å eliminere, redusere og håndtere variasjon i en organisasjon, gode virkemidler for å iverksette en Lean-basert driftsstrategi.

Verdiene definerer hvordan organisasjonen skal opptre. To helt sentrale elementer i Toyotas produksjonssystem er respekt og lagarbeid. Respekt handler om å forstå hverandre og gjøre sitt beste for å skape gjensidig tillitt. Lagarbeid handler om å dele på muligheten til å utvikle seg, og maksimere det man oppnår individuelt og som gruppe (Modig og Åhlström, 2012).

Prinsippene handler om hvordan menneskene i organisasjonen skal tenke for å øke flyteffektiviteten. Det viktigste er ikke *hvordan* flyteffektiviteten forbedres, men at det faktisk *skjer*. To av prinsippene i Toyotas produksjonssystem er just-in-time og jidoka. I følge Modig og Åhlstrøm (2012) handler Just-in-time om å forbedre flyteffektiviteten i organisasjonen, mens jidoka handler om å skape en organisasjon som er bevisst på å identifisere og eliminere alt som er med på å hindre eller stoppe opp flyten.

Toyotaleder Nishida-san, gjengitt i Modig og Åhlström (2012) sier følgende:

”Visuell planlegging er et eksempel på en metode som er nødvendig for å kunne virkeliggjøre jidoka. Intensjonen med jidoka er å etablere en transparent organisasjon, slik at alle ser alle til enhver tid. Dette kan gjøres gjennom visualisering og løpende oppdatering av all informasjon som er relevant for virksomheten vår. Alle kan øyeblikkelig få oversikt om hva som foregår i selskapet vårt. Visuell planlegging er en metode som gjør det mulig å sette jidoka ut i praksis.”

Metodene definerer hva en organisasjon skal gjøre for å øke flyteeffektiviteten. To eksempler på dette er verdistrømskartlegging og 5S. Verdistrømskartlegging handler om å identifisere verdiskapende aktiviteter og aktiviteter som ikke skaper verdi. 5S står for sortere, strukturere, skinne, standardisere og sikre, og handler om å ha riktige ting på rett plass (Modig og Åhlström, 2012).

Verktøy definerer hva en organisasjon har. Visualiseringstavler er et eksempel på et av verktøyene som kan tas i bruk for å iverksette en Lean-basert driftsstrategi (Modig og Åhlström, 2012).

6.4. Lean tankegang i byggebransjen

Finske Lauri Koskela og amerikaneren Glenn Ballard er to viktige personer som har hatt stor betydning for utviklingen av Lean Construction, det vil si Lean tankegang innenfor byggenæringen. Glenn Ballard er en av grunnleggerne av Lean Construction Institute (LCI), en ikke-kommersiell forskningsorganisasjon som startet opp i 1997 (Lean Construction Institute, 2014). Lauri Koskela er professor ved University of Salford. Han var en av grunnleggerne til The International Group for Lean Construction (International Group for Lean Construction, 2014).

Byggenæringen har avvist mange av ideene fra produksjonsindustrien fordi en tror at konstruksjon er annerledes enn produksjon (Howell, 1999). For å kunne forstå hva som er hovedforskjellene mellom Lean Production og Lean Construction, må en først forstå hva som er forskjellene mellom vanlig vareproduksjon og byggenæringen. I vareproduksjonen produseres de samme varene hver dag, og man har et fast produksjonssted, og en fast organisasjon. På byggeplassen derimot skapes det et unikt produkt for hvert prosjekt, og hvert prosjekt har en ny organisasjon, og en ny lokalisering. Både sammensetningen av teamet, arbeidsplassen og utførelsen av bygget varierer altså fra et prosjekt til et annet i byggenæringen. Koskela (2000) har uttalt at noe av problemene med å håndtere byggebransjens utfordringer kan skyldes nettopp mangelfull forståelse for hva slags prosess et byggeprosjekt faktisk er. Det er likevel en stadig økende aksept for å kunne benytte prinsipper hentet fra Lean Production også i byggenæringen.

6.5. Lean tankegang i prosjektering

På tross av sitt potensial har Lean Produkt Utvikling (LPD) eller "Lean Design" fått liten oppmerksomhet i byggebransjen i forhold til forskning og anvendelse av Lean Construction eller Lean i produksjon (Thyssen et al., 2008). De to mest innflytelsesrike bidragene som har kommet fra Lean Construction er Transformation – Flow – Value (TFV) teorien (Koskela, 2000) og Last Planner System™ (Ballard, 2000). Både Koskela (2000) og Ballard (2000) ser sine bidrag som relevante arbeidsmetodikker for prosjekteringsfasen i byggeprosjekter. Til tross for denne påstanden har Lean Construction så langt hatt langt større innflytelse på produksjonsfasen enn prosjekteringsfasen (Bølviken, Gullbrekken og Nyseth, 2010).

6.5.1. Transformation – Flow – Value

Med utgangspunkt i Lean Productions prinsipper utviklet Koskela (2000) den teorien han kalte Transformation – Flow – Value (TFV-teori). Denne teorien er av mange oppfattet som selve produksjonsteorien for Lean Construction (Kalsaas, Skaar og Thorstensen, 2010). Ved hjelp av denne teorien beskriver Koskela (2000) tre ulike hovedretninger for å forstå de ulike aspektene av produksjonsprosessen; Den transformasjonsorienterte, den flytorienterte og den verdiskapningsorienterte (Koskela, 2000). Denne teorien er også relevant med tanke på prosjekteringsprosessen. En oversikt over TFV-teorien finnes i tabell 9. Tabellen viser konsept, ulike prinsipper, metoder, hva de ulike elementene bidrar til, og til slutt navneforslag (Koskela, 2000).

Tabell 9: Transformation - Flow - Value

	Transformation view	Flow view	Value generation view
Conceptualization of production	As a transformation of inputs into outputs	As a flow of material, composed of transformation, inspection, moving and waiting	As a process where value for the customer is created through fulfillment of his requirements
Main principle	Getting production realized efficiently	Elimination of waste(non-value-adding activities)	Elimination of value loss (achieved value in relation to best possible value)
Methods and practices (examples)	Work breakdown structure, MRP, Organizational Responsibility chart	Continuous flow, pull production control, continuous improvement	Methods for requirement capture, Quality Function Deployment
Practical contribution	Taking care of what has to be done	Taking care that what is unnecessary is done as little as possible	Taking care that customer requirements are met in the best possible manner
Suggested name for practical application of the view	Task management	Flow management	Value management

Transformation

Den transformasjonsorienterte delen av teorien handler om hvordan materialet omdannes til et ferdig produkt. Sagt på en annen måte handler det om å betrakte produksjonsprosessen som en omdannelsesprosess fra input til output (Koskela, 2000). Dette kan enkelt overføres til prosjekteringsprosessen gjennom et eksempel hvor krav fra byggherre er input og ferdige tegninger til utførende arbeidere er output. Hovedprinsippet er altså å bryte ned prosjektet til noe som er mer håndterlig og oversiktlig. Dette kan gjøres ved for eksempel utarbeidelse av work breakdown structure og ansvarskart (Koskela, 2000).



Figur 14: Production as a transformation

Flow

Den flytorienterte delen av teorien beskriver produksjonen som en flyt av ulike aktiviteter og prosesser. Den fokuserer på å oppnå flyt gjennom hele produksjonsprosessen, slik at en kan redusere sløsing mest mulig. I den flytorienterte teorien deles alle typer aktiviteter opp i to kategorier (Koskela, 2000):

- Verdiskapende – skaper verdi for kunden gjennom sluttproduktet
- Ikke-verdiskapende – skaper ikke noen form for verdi for kunden

For å øke produktiviteten kan man altså øke påliteligheten av de prosessene de verdiskapende aktivitetene er avhengige av (Koskela, 2000).

Koskela (2000) angir i sin teori seks prinsipper for flyt:

Tabell 10: Forutsetninger for flyt

Forutsetninger for flyt i produksjonen	
Redusere andelen ikke-verdiskapende aktiviteter	Dette prinsippet omhandler hvordan sløsing (definert i kapittel 6.1), som er en aktivitet som ikke skaper verdi, kan reduseres.
Redusere ledetid	Tiden det tar fra en ordre er mottatt og til den ferdige varen leveres, kalles ledetiden. I et byggeprosjekt vil dette være den faktiske byggetiden. Koskela (2000) skriver om ledetiden som et produkt av prosesseringstid, tid til inspeksjon, venting og bevegelse. Littles lov definerer ledetid som varer i arbeid dividert med output. I et byggeprosjekt vil denne sammenhengen vise at dersom varer i arbeid reduseres, så vil byggetiden gå ned.
Redusere variabiliteten	Variabilitet påvirker flyten i en produksjonsprosess gjennom to typer; variabilitet i prosessstiden og variabilitet i flyten av produksjonsoppgaver. Kjøteori har vist at variabilitet i produksjon øker ledetiden (Krupka 1992, Hopp et al. 1990). Det må alltid være et mål at variabiliteten i produksjonsprosessene søkes redusert så langt det er mulig. Variabilitet som kommer tidlig i produksjonsprosessen vil påvirke produksjonstiden mer enn om variabiliteten kommer senere i produksjonen. Ved å lete etter årsaker til variabiliteten for så å fjerne disse vil variabiliteten reduseres. Ved generelt å øke kvaliteten på produksjonen blir behovet for etterarbeid og feilretting minst mulig.
Forenkle	Gitt at alle andre faktorer er like, vil en økende kompleksitet i produktet øke kostnaden mer enn summen av de individuelle delene eller produksjonsstegene. Ved å redusere antall komponenter i et produkt eller ved å redusere antall steg eller forbindelser i et materiale eller en informasjonsflyt vil man oppnå en forenkling. Forenkling kan oppnås enten ved å eliminere aktiviteter som ikke øker produktets verdi eller ved å omstrukturere deler eller steg i produksjonsprosessen som bidrar til å øke produktets verdi. Også endringer i organiseringen kan resultere i forenkling, ved at det, for eksempel, skapes selvstendige, selvstyrte enheter i produksjonen.

<p>Øke fleksibiliteten</p>	<p>Fleksibilitet i Produksjonen kan grupperes i fire grunnleggende typer; fleksibilitet i produksjonsmixen (antall produkter som produseres), fleksibilitet i introduksjon av nye produkter, fleksibilitet i mengdevariasjon i produksjonen, samt fleksibilitet i leveringstiden. En skulle tro at man ved å øke fleksibilitet i produksjonsmixen reduserer fleksibiliteten, men det viser seg likevel at mange selskaper har oppnådd gode resultater på begge områdene. Eksempler på nøkkelfaktorer som spiller inn kan være å benytte modulbasert produksjonsdesign koblet med en aggressiv bruk av andre prinsipper, særlig ledetidsreduksjon og gjennomsiktighet. Som eksempel på praktisk tilnærming i denne sammenheng kan nevnes å tilpasse antall produkter i hver produksjonsserie slik at de på best mulig måte matcher etterspørselen, samt best mulig opplæring av arbeidsstyrken til å kunne ta flere oppgaver.</p>
<p>Øke gjennomsiktigheten</p>	<p>Stalk and Hout (1990) observerte at selskaper som praktiserte tidskompresjon hadde satt som mål at produksjonsprosessen skulle være gjennomsiktig og observerbar. Et resultat av dette var at det ble enklere å gjennomføre kontroll og forbedring.</p> <p>Ved å gjøre produksjonsprosessen direkte observerbar gjennom organisatoriske eller fysiske tiltak, gjennom målinger samt generell synliggjøring av informasjon vil gjennomsiktigheten kunne øke. I teori betyr gjennomsiktighet en separering av informasjonsnettverket og den hierarkiske oppbyggingen av ordregivingen, som i klassisk organisasjonsteori er identiske. Målet er da å bytte selvkontroll med formell kontroll og tilhørende informasjonsinnsamling. Generelt kan det sies at mangel på gjennomsiktighet øker tilbøyeligheten til å gjøre feil, reduserer synligheten av feil, og reduserer motivasjon for forbedringer.</p>

Videre er det i følge Koskela (2000) syv forutsetninger som må være til stede for at en aktivitet skal kunne kalles sunn, og dermed bidra til å skape optimal flyt i en arbeidsprosess:

Tabell 11: Forutsetninger for å kalle en aktivitet sunn

Forutsetninger for å kalle en aktivitet sunn	
1. Foregående arbeider skal være avsluttet	Foregående arbeid må være helt ferdig og avsluttet. I et byggeprosjekt vil det ofte forekomme at et fag blir stående og vente på å komme i gang med sitt arbeid, fordi at et annet fag ikke er helt ferdig med sitt arbeid.
2. Arbeidsplassen skal være klar og tilgjengelig	Stedet hvor arbeidet skal utføres må være klart, slik at ikke andre fag sine verktøy eller materialer opptar plassen hvor arbeidet skal utføres
3. Tegninger og annen informasjon skal være tilgjengelig	For at arbeidet på byggeplassen skal gå som planlagt er en avhengig av korrekte tegninger og informasjon til det som skal bygges. En tegning som ikke er korrekt, eller som blir levert for sent, kan føre til store forsinkelser i byggeprosjektet.
4. Det må være mannskap til å utføre arbeidet	Nødvendig personell for å utføre arbeidet må være til stede
5. Materialer skal være tilgjengelig	Med materialer menes råstoff som skal bearbeides. Eksempelvis betongmasse og trevirke.
6. Utstyr/ hjelpemateriell	Verktøy og utstyr som kreves for å utføre jobben må være på plass og i orden.
7. Andre ytre forhold skal være i orden	Med dette menes tillatelse fra myndigheter og lignende, samt værforhold eller andre ting som kan gjøre det vanskelig å utføre jobben.

Value

Den verdibaserte delen av teorien fokuserer på å ivareta kundens eksplisitte og latente behov. Prinsippet går ut på å hele tiden strebe etter å opprettholde eller forbedre kvaliteten på produktet. Dette gjøres ved å la kunden stille krav til produktet og dessuten ved å utføre kvalitetskontroller. Kundens ønsker eller krav kan deles inn i tre kategorier (Koskela, 2000):

- **Basisbehov:** Opplagte behov man ikke tenker over at man trenger.
- **Forventet behov:** Behov som lett lar seg beskrive og forklare, slik at de med letthet kan oppfattes korrekt.
- **Spennende ønsker/krav:** Disse ønskene/kravene kan være vanskelige og uttrykke eller beskrive. Om ønskene eller kravene oppfylles vil de kunne gi kunden stor nytteverdi, men det er ingen vesentlige ulemper om de ikke ivaretas.

I verdigenering er transformasjon og flyt kontrollert for kundens skyld. Av den grunn vil egenskapene til transformasjonen og flyten ha en direkte betydning for den resulterende verdien. De samme egenskapene er ofte også interessante for det interne produksjonsresultatet, og av den grunn er det ikke noe rart at oppfatningen om resultat av verdiskapningskonseptet er blitt tatt i bruk for intern produksjonsanalyse (Koskela, 2000).

6.5.2. Last Planner System™

I motsetning til Koskelas (2000) TFV-teori som kan sees på som en teoretisk forståelse, er Last Planner System™ (LPS) mer et verktøy innen Lean Construction. Dette verktøyet ble utviklet av blant annet Glenn Ballard, grunnleggeren av Lean Construction Institute (LCI). Last Planner System™ ble opprinnelig utviklet for produksjonsprosessen, med tanke på å forbedre påliteligheten av planer og kontrollere kvaliteten på oppgaver. Ballard og Koskela (1998) sier i sin artikkel at innledende arbeider for å implementere prinsipper fra Last Planner System™ i prosjekteringsfasen har vært lovende. I ettertid av etter dette arbeidet, vender Ballard tilbake til den samme problemstillingen i Ballard, Hammond og Nickerson (2009) og ender opp med den samme konklusjonen:

“The Last Planner principles, functions and methods [...] appear to apply to the work of design.”

I tillegg legger han til:

“ [...] future research is needed on a number of issues and questions.”

Byggeprosjekter er til en viss grad uforutsigbare og det kan være vanskelig å legge en konkret og realistisk fremdriftsplan fra starten av prosjektet. Ved bruk av Last Planner™ metoden utsettes den faktiske planleggingen til et tidspunkt så sent som mulig i prosessen. Tanken bak LPS eller oversatt ”siste planlegger”, er at det er de enkelte fagarbeiderne som selv skal planlegge sitt eget arbeid. Et viktig moment ved denne metoden er altså at de som faktisk skal utføre arbeidsoppgaven, selv involveres i planleggingsprosessen (Ballard, 2000).

Denne planleggingsmetoden har som målsetting å skape flyt i produksjonen, og bruker disse fire plannivåene for å oppnå dette (Lean Communications AS, 2011):

1. Hovedplanen som den overordnede planen
2. Faseplaner
3. Utkvikksplaner
4. Rullerende ukeplaner som det mest detaljerte plannivået

Det vil være et diskusjonsspørsmål hvilke av disse planene som kan sees på som strategiske, taktiske eller operative. Det vil nok likevel være liten tvil om at de rullerende ukeplanene kan sees på som operative (Dammerud et al., 2013).

Planleggingen starter med at prosjektledelsen lager en hovedfremdriftsplan. Denne er grov og overordnet og viser hva som må utføres av arbeidsoppgaver for at en skal kunne tilfredsstillende byggherrens krav til ferdigstillelse og samtidig fullføre de produksjonsprosesser som leder fram til komplett produkt. Prosjektlederen deler så denne hovedplanen opp i ulike faseplaner som beskriver mer detaljert hvilket arbeid som skal utføres i de ulike fasene av prosjektet. Dette kan være konkrete oppgaver som å ferdigstille en grunnmur eller lignende. Neste trinn vil være å utarbeide utviklingsplanene, som har en tidsramme på ca 3 – 12 uker. Utviklingsplanene gir altså oversikt over arbeidsoppgaver i kommende uker, og ut i fra disse kan en planlegge for eksempel bemanningen. Til slutt kommer ukeplanene som utarbeides av de som faktisk skal gjennomføre dem, det vil si formann og bas³. På denne måten blir det fagarbeiderne som blir det siste leddet (Last Planner).

Når en aktivitet blir definert som sunn (se tabell nr 11), vil disse oppgavene kunne påbegynnes og utføres. For at bas eller formann skal kunne utarbeide en ukeplan, forutsettes det at det er definert sunne aktiviteter som er klare til å påbegynnes.

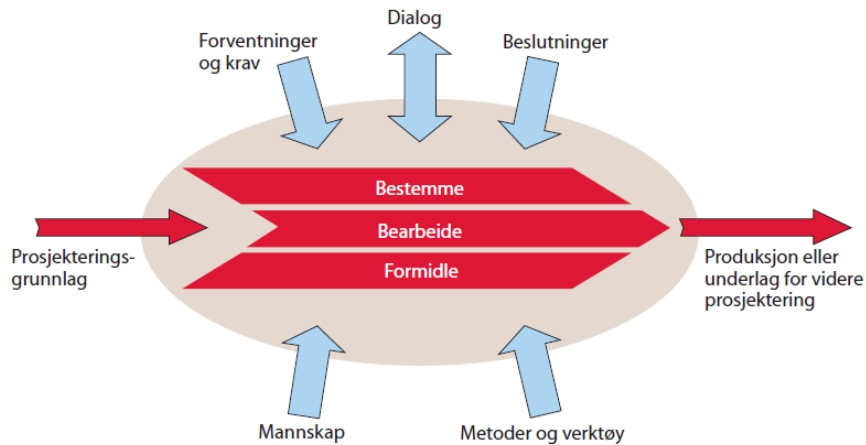
Videre ønsker en at ukeplanene skal være pålitelige. Derfor har en innført PPU som angir hvor mange prosent av de planlagt utførte oppgavene som er gjennomført. PPU er altså forkortelse for Prosent Plan Utført. På engelsk benyttes Percent Plan Complete, PPC (Ballard, 2000). Dersom en ikke har klart å oppfylle planen tilfredsstillende vil en måtte undersøke hva som er årsaken til problemet, slik at årsaken, om det er mulig, kan fjernes for å unngå at problemet gjentar seg.

Sett ut i fra et skandinavisk perspektiv, har et av de mest signifikante bidragene til Last Planner System™ vært introduksjonen av tidsplanlegging ved hjelp av post-it-lapper, såkalt lappeteknikk og innføring av hindringsanalyse (Bølviken, Gullbrekken og Nyseth, 2010). I Veidekke gjennomføres hindringsanalyse ved kontroll opp mot seks forutsetninger som må være oppfylt for at en aktivitet skal kunne kalles sunn (se neste kapittel). Tidsplanlegging ved hjelp av lappeteknikk er et effektivt verktøy for å kartlegge og avklare sammenhenger og dra planen inn sammen.

³ Leder for et lite arbeidslag.

6.5.3. Hindringsanalyse

I sin flytteori, har Koskela (2000) angitt syv ulike forutsetninger som må være til stede for at en aktivitet skal kunne kalles sunn og bidra til å skape optimal flyt i en arbeidsprosess. Disse forutsetningene kan også overføres til prosjekteringsfasen. Veidekke har satt opp et system for hindringsanalyse, hvor seks forutsetninger må være oppfylt for at en prosjekteringsaktivitet skal kunne utføres uhindret og dermed kunne kalles sunn. Disse seks forutsetningene er vist i figur nr 15 og oppsummert i tabell nr 12.



Figur 15: Forutsetninger for en sunn prosjektering

Tabell 12: Forutsetninger for en sunn prosjektering

Forutsetninger for en sunn prosjektering	
Prosjekteringsgrunnlag	Foregående prosjekteringsaktivitet må være avsluttet og med riktig kvalitet.
Forventninger og krav	Kontraktens krav må ivaretas og kundens øvrige forventninger må være avklart. Produksjonens krav til byggbarhet og offentlige regler og krav må være ivaretatt.
Mannskap	Rådgivere og egne ansatte må ha kompetanse. Den eller de som skal utføre aktiviteten må ha beslutningsmyndighet og være løsningsorientert.
Metoder og verktøy	Metoder og verktøy må være tilpasset prosjekteringsaktivitetenes omfang, kompleksitet og deltakere, og være samordnet mellom disse.
Dialog	Det må tilrettelegges gode arenaer for kommunikasjon. Kommunikasjonsform og arenaer må til enhver tid tilpasses det problemet som skal løses samt at alle som har behov for dialog eller avklaringer selv tar initiativ til dette.
Beslutninger	Nødvendige beslutninger må være tatt.

7. VDC

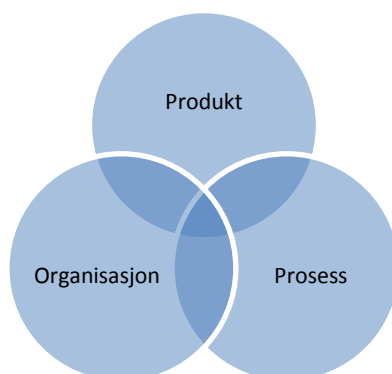
VDC er en av Veidekkes kjernesaker. Dette kapitlet beskriver bakgrunnen for, samt oppbyggingen av VDC og de enkelte elementer som inngår i begrepet.

7.1. Bakgrunn

VDC er forkortelse for Virtual Design and Construction og er et rammeverk for gjennomføring av byggeprosjekter. VDC-begrepet ble utviklet ved Stanford av Center for Integrated Facilities Engineering (CIFE) i 2001. Gjennom bruk av tverrfaglige modeller benyttes VDC for å avklare hvordan arbeidet rundt prosjekteringsproduktet skal organiseres og planlegges. Modellene er tverrfaglige fordi de representerer arkitekt, rådgivere, entreprenører, eiere og underentreprenører. VDC-modellene er virtuelle fordi de er representert av digitale modeller som beskriver prosjektet. Den digitale VDC-modellen viser det som skal bli **produktet** fra prosessen (eks bygning), **organisasjonen** som skal designe, prosjektere og bygge, samt de **prosessene** som organisasjonen vil jobbe etter. Bak VDC-begrepet ligger det en rekke metoder, verktøy, rutiner og prinsipper, som gjennom VDC samles i et konsept for etablering av rutiner og standardisering av byggeprosessen (Kunz og Fischer, 2012).

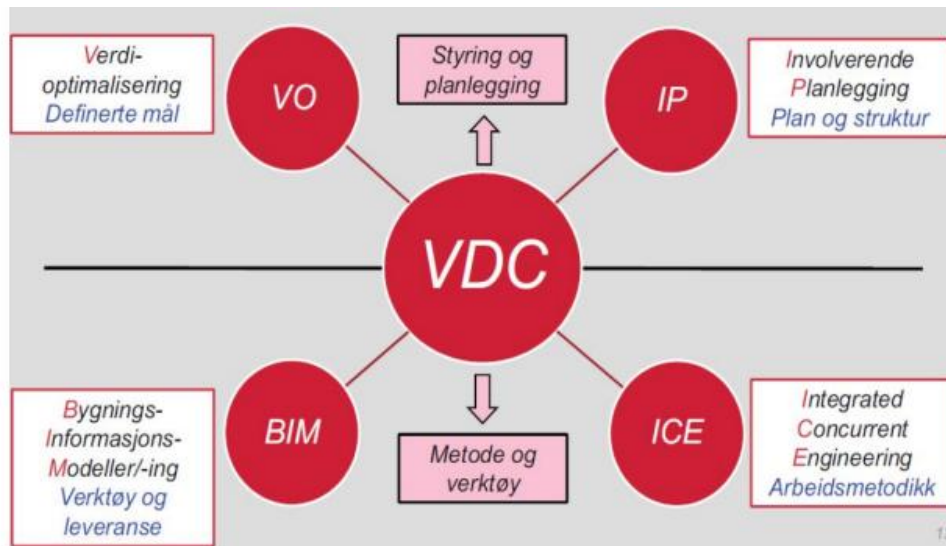
7.2. Elementer

Hovedelementene som inngår i, og som må være til stede for å optimalisere byggeprosessen gjennom bruk av VDC, er i følge Fisher (2011) ICE, BIM, Produkt-Organisasjon-Prosess (POP)-modeller, samt målinger. I følge Kunz og Fisher (2012) kan en prosjekteringsleder styre tre ulike ting: designet til **produktet** som skal prosjekteres og bygges, designet til **organisasjonen** som prosjekterer bygget og designet til **prosessene** som organisasjonen følger. Dette omtales som Product-Organization-Process modell eller POP-modell. VDC representerer altså produkt, organisasjon og prosess (se figur nr 16) (Kunz og Fischer, 2012).



Figur 16: POP-modell

Figuren under viser hvordan man har valgt å definere VDC i Veidekke. Resten av kapitelet vil ta utgangspunkt i Veidekkes definisjon av VDC ettersom det er denne arbeidsmetodikken man har arbeidet med å implementere i Veidekke.



Figur 17: VDC i Veidekke

7.3. Faser

Kunz og Fischer (2012) foreslår at organisasjoner som implementerer VDC går gjennom tre sekvensielle prosesser, som hver har sin egen verdimålsetting og strategi for å øke verdien i prosjektet:

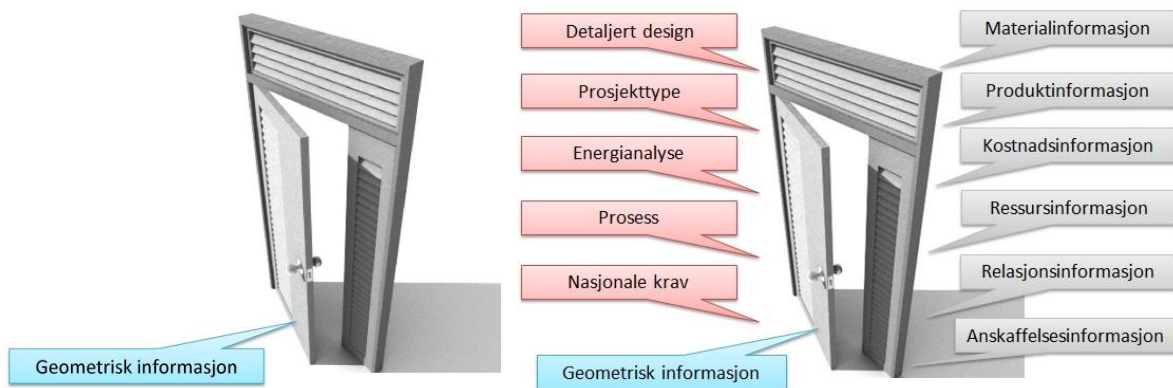
1. **Visualisering** eller **måling** er den første fasen organisasjonene går igjennom. I denne fasen utvikler prosjektteamet en 3D-modell av produktet, samt modeller for organisasjoner og prosesser. Med utgangspunkt i modellene gjennomføres det målinger som blir fulgt opp underveis i byggeprosessen.
2. **Integrering** er den andre fasen som organisasjonen gjennomgår. I denne fasen utvikles det automatiserte databaserte metoder for å utveksle informasjon mellom produkt, organisasjon og prosess. Et eksempel på dette kan være bruk av kollisjonskontroller i en virtuell 3D-modell.
3. **Automatisering** er det siste stadiet organisasjonen kommer til. I denne fasen bruker prosjektet automatiserte prosesser for rutinemessig utforming av oppgaver, standardisering av prosjekteringsløsninger, samt prosjektering for prefabrikking. Hensikten er å øke prosjekteringseffektiviteten og redusere produksjonsvarigheten. Fischer og Kunz (2012) foreslår at denne siste fasen krever spesialisert og ikke generell implementering som de to foregående fasene.

7.4. BIM – Building Information Modeling

Forkortelsen BIM står for to forskjellige begreper:

- Bygningsinformasjonsmodell – om det som produseres
- Bygningsinformasjonsmodellering – om arbeidsprosessene som inngår i produksjonen av en modell

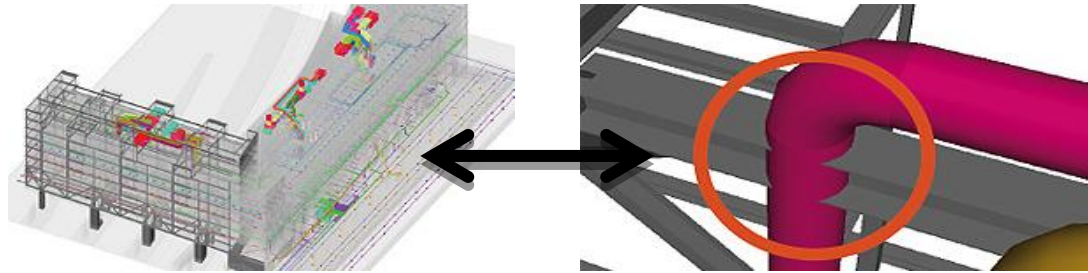
Det kan sies at BIM er en måte å digitalisere informasjon på. Tanken er at det skal lages en tredimensjonal modell som tillegges nødvendig informasjon for et byggeprosjekt. I modellen opprettes det objekter, for eksempel en dør (se figur nr 18). Denne døren kan så tillegges egenskaper som materialvalg, brannklasse etc. Den har også ulike relasjoner, for eksempel at den tilhører en bestemt vegg, og er med på å avgrense et bestemt rom. Bildet til venstre (under) viser en dør i 3D, mens bildet til høyre (under) viser en dør i BIM.



Figur 18: 3D vs BIM (kilde: forfatter)

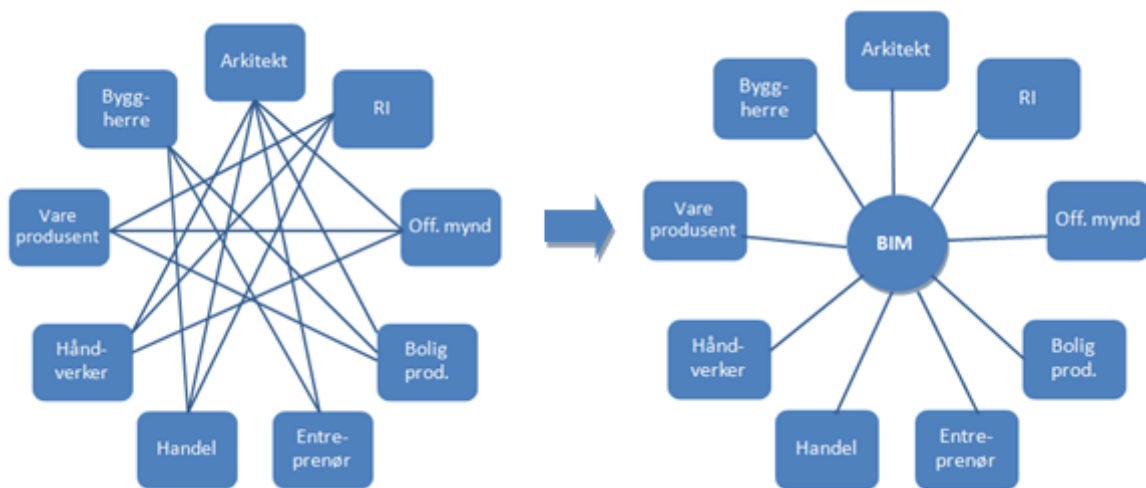
Videre kan det legges inn informasjon fra leverandør/entreprenør, for eksempel type/fabrikat, link til monteringsanvisning, HMS-datablad og miljødeklarasjon for å nevne noen. BIM-en kan også tillegges tid og kostnad som henholdsvis en fjerde og en femte dimensjon. Tanken er at BIM-modellen skal følge bygget både gjennom utførelsesfasen og i videre bruk. Gjennom FDV- (Forvaltning Drift og Vedlikehold) fasene kan en også se for seg en rekke muligheter til ytterligere bruk. Eksempler på dette kan være arealforvaltning, forvaltning av utleieavtaler, planlegging av for eksempel rømningsveier, drift, investeringer, vedlikehold og rengjøring (Statsbygg, 2011).

I prosjekteringsfasen kan det være interessant å utføre kollisjonskontroller mellom de ulike fagretningene. Tanken bak disse kollisjonskontrollene er at *“det er billigere å gjøre feilene med bits and bytes enn med stål og betong”* (Statsbygg, 2011). På denne måten kan en kontrollere om enkeltkomponenter vil kollidere allerede før byggingen har startet (se figur nr 19). Ut i fra en slik BIM kan det senere også kjøres blant annet energisimuleringer, sol/skyggestudier ol (Statsbygg, 2011).



Figur 19: Eksempel på kollisjonskontroll (kilde: NCC)

De forskjellige aktørene som er involvert i prosjektet legger inn all informasjon fra sitt fagfelt i modellen. BIM-en kan da samordnes slik at den viser alle de ulike installasjonene som skal inngå i det ferdige bygget. På den måten bidrar modellen til å sørge for at alle involverte i byggeprosjektet får tilgang til den samme informasjonen. Målet med en slik BIM-modell er å sikre koordinering og samhandling på tvers av alle de ulike faggruppene og de ulike aktørene som er involvert i byggeprosjektet. 3D-modeller er på den måten med på å støtte opp og forenkle kommunikasjonen og informasjonsflyten mellom de ulike prosessene og aktørene i et prosjekt. Figur nr 20 illustrer informasjonsflyten i en tradisjonell- (til venstre) og i en BIM-basert byggeprosess (til høyre).



Figur 20: Informasjonsflyt (kilde: forfatter)

IFC

IFC er forkortelse for Industry Foundation Classes. IFC er et åpent filformat som ikke eies av noen programvareleverandør. Filer som er konvertert til IFC-format kan åpnes av alle programmer som støtter IFC. Dette gjør det mulig for den enkelte selv å velge de programmene eller verktøyene som han eller hun foretrekker. Videre kan all informasjonen åpnes i et sammenstillingsverktøy, slik at all informasjonen som deles ligger i samme modell. En BIM som er i IFC-format utvider mulighetene til å ta i bruk BIM innenfor nye bruksområder, som for eksempel tids- og kostnadsanalyser. Dette fordi felles filformat sikrer at alle kan åpne, utveksle og dele den samme datainformasjonen. En BIM lagret i IFC omtales ofte som åpen BIM (BuildingSmart, 2013).

7.5. IPP – Involverende Planlegging i Prosjektering

Involverende planlegging i prosjektering (IPP) er en metodikk som Veidekke selv har utviklet for å styre fremdriften i prosjekteringsprosessen. IPP har sin bakgrunn fra Involverende planlegging (IP) som er den metodikken som Veidekke først utviklet for å drive fremdriftsplanleggingen i prosjektbasert produksjon. Hovedmålsettingen for IP var å redusere tapt tid, redusere risiko og skape flyt i produksjonen. Involverende planlegging er en tilnærming som bygger på mange av de samme tankene som vi finner i Lean-filosofien, men er altså Veidekkes egen metodikk.

Hensikten med å innføre Involverende planlegging også i prosjekteringen (IPP) er å skape flyt i, og optimalisering av prosjekteringsprosessen. Dette gjøres gjennom felles involvering, hvor alle de involverte deltar i planleggingen av egen arbeidsdag. Formålet med implementeringen av IPP er å bidra til å redusere kostnadene i produksjonen og selve produksjonsprosessen, og på den måten bidra til å øke verdien på sluttproduktet (Dammerud et al., 2013).

Gjennom to ulike former for koordinering av aktiviteter er målsettingen med IPP å oppnå en effektivisering av prosjekteringsprosessen:

Tabell 13: Koordinering av aktiviteter

Koordinering gjennom planlegging	Koordinering gjennom gjensidig tilpasning
Etablering av et plansystem med flere tidsvinduer, der aktivitetene flyttes fremover i systemet ettersom de klargjøres ved hjelp av en systematisk hindringsanalyse (kapittel 6.5.3) basert på seks forutsetninger for sunn prosjektering.	Utvikling av en møtestruktur og en oppstartprosess, der form og innhold reflekterer behovet for gjensidig tilpasning i prosjekteringen.

Involverende planlegging dreier seg om (Dammerud et al., 2013):

- At planer lages i fellesskap av de som skal prosjektere
- At alle har kjennskap til og innflytelse på egne arbeidsoppgaver
- Å se på planer som gjensidig forpliktende løfter – ikke som en "ordre"
- Å fjerne hindringer slik at kun sunne prosjekteringsaktiviteter kommer til utførelse
- Rullerende planlegging og økt detaljering jo kortere tid det er til prosjekteringsaktivitetene skal utføres

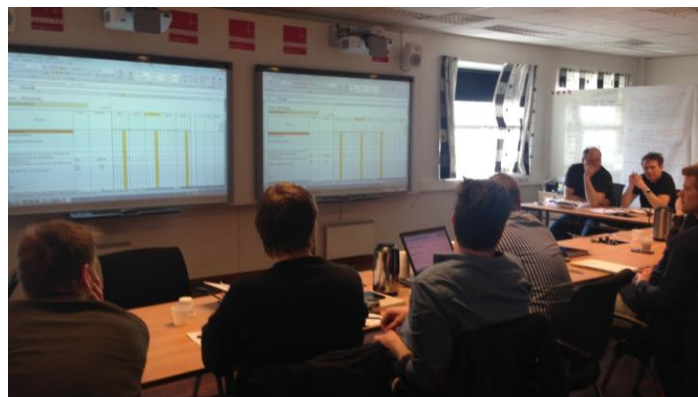
Tabell 14: Hovedelementer i Involverende planlegging i prosjektering

Oppstartsprosessen	Hindringsanalysen	Plansystemet	Møtestrukturen
<p><i>Oppstartsmøte/-samling</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gjennomgå beskrivelse • Lage faseplan prosjektering • Lage gruppeavtale (felles mål) • Rolle- og forventningsavklaring • Etablere prosjektteamet 	<p><i>6 forutsetninger for en sunn prosjektering</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Prosjekteringsunderlag • Forventninger og krav • Dialog • Beslutninger • Mannskap • Metoder og verktøy 	<p><i>Fremdriftsplaner</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Hovedfremdriftsplan (hele prosjektet) • Faseplan prosjektering • Utkvikksplan (uke 10-15) • Ukeplan (uke 5-9) <p><i>Andre planer</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Innkjøpsplan • Beslutningsplan 	<p><i>Hovedmøter</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Oppstartssamling • Prosjekteringsmøtet <p><i>Særskilte møter</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Særmøter/temamøter • ARK – RIB • ARK – drift

7.6. ICE – Integrated Concurrent Engineering

ICE er forkortelse for Integrated Concurrent Engineering. ICE ble opprinnelig utviklet av NASA for tidspresset prosjektering, med krav om å oppnå høyest mulig kvalitet og måloppnåelse. Konseptet er i senere tid videreutviklet av CIFE for å tilpasses byggebransjen (Khanzode et al., 2006).

ICE gjennomføres i sesjoner og går vanligvis over en hel dag (Østby-Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013). Målsettingen med ICE-møtene bygger på en idé om at avklaringer og riktige beslutninger kan gjøres raskere dersom alle relevante interessenter i en beslutning er involvert og i fellesskap kommer frem til en løsning. Prinsippet rundt ICE handler om å samle alle beslutningstakerne på et felles sted for å diskutere og håndtere grensesnittene i prosjekteringen med en målsetting om å skape bedre flyt i prosessen. I utgangspunktet bør alle de prosjekterende delta på ICE-sesjonene, det er vanligvis ikke nok å sende bare en representant fra hvert firma (Østby-Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013). ICE går ut på å samle prosjekteringsteamet jevnlig gjennom en avgrenset tidsperiode. Prosjekteringsteamet jobber da individuelt og i små grupper, men med resten av prosjekteringsteamet tilgjengelig, i motsetning til samlokalisering som er basert på fullstendig eller kontinuerlig samlokalisering (Dammerud et al., 2013).



Figur 21: iRom (kilde: forfatter)

Under ICE-møtet møtes alle de involverte aktører i for eksempel et iRom (se figur nr 21) hvor det er god plass for PC-er, internettilgang og projektorer som pc-ene kan koples opp mot. Projektorene lyser gjerne på smartboards som det kan skrives og tegnes på. ICE-møtene har en forholdsvis flat struktur – det er som regel en fasilitator som organiserer møtene, men ingen som er direkte leder.

7.7. VO – Verdioptimalisering

Slik Veidekke har definert VDC, inngår verdioptimalisering som et sentralt element. Verdi er et viktig aspekt ved produksjon. Dette handler om verdi i forhold til hva kunden faktisk trenger. Ut i fra et verdiaspekt handler effektivisering av produksjonen om å sørge for at det er rett produkt som produseres i produksjonsprosessene (Østby-Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013). Til tross for sin sentrale betydning er begrepet kunde verdi bare vagt definert i Lean Management litteratur.

Kelly et al. (2004) gjengitt i Østby-Deglum, Svalestuen og Drevland (2013) definerer verdi på følgende måte:

$$Verdi = \frac{funksjon}{kostnad}$$

Funksjon er her en karakteristisk aktivitet, handling eller noe som eksisterer. **Kostnad** er den prisen som må betales for funksjonen. Ut i fra denne definisjonen kan man si at bedre funksjonalitet og lavere kostnader vil gi høy verdi, mens dårlig funksjonalitet og høyere kostnader vil gi lavere verdi.

Begrepet verdi kan oppfattes på flere ulike måter (Thyssen et al., 2008):

- Verdi vil i de fleste tilfeller være en subjektiv vurdering avhengig av menneskelige interesser. Dette innebærer at begrepet verdi kan (og i de fleste tilfeller vil) endre seg over tid.
- Verdi kan være objektivt målt som mer eller mindre verdifullt sammenlignet med et annet element. Målet på verddivurdering er ofte avhengig av kontekst, hva miljøet kan tilby, gruppesammensetning osv.
- En verddivurdering kan sies å være mer holdbar dersom mange aktører er enige om den, og den er basert på de "riktige" forutsetningene.
- Verdi trenger ikke nødvendigvis å være knyttet til et fysisk objekt, men kan også komme gjennom aktiviteter, vennskap, kunnskap, ol.
- Begrepet verdi er forskjellig fra begrepet kvalitet. Kvalitet defineres som oppfyllelse av objektive forhåndskrav.

I byggebransjen har fokuset generelt vært på å redusere såkalt "waste" i produksjonsprosessen. Forskningen viser imidlertid at en stor andel av de ikke-verdiskapende aktivitetene (waste) som oppleves i produksjonsprosessen, egentlig kan spores tilbake til prosjekteringsprosessen (Thyssen et al., 2008).

Koskela (2007) definerer tre ulike problemer som kan oppstå ved verdioptimalisering:

- Man forstår ikke kundekravene riktig
- Kravene går tapt, eller forblir uoppfylte
- Omforming av krav til produkt er ikke optimal

8. CASESTUDIER

Dette kapitlet er basert på observasjoner og deltagelse i prosjekteringsmøter ved prosjektene Tillerlandet og Voll studentby, møtereferater, prosjektinformasjon, samt samtaler og intervjuer med nøkkelpersoner på begge prosjektene.

8.1. Tillerlandet

Tillerlandet er et stort bolig- og infrastrukturprosjekt hvor det skal utvikles 117 leiligheter fordelt på 3 blokker, 49 rekkehus og 5 selvbyggertomter. I tillegg til boligprosjektene er det en betydelig infrastrukturentreprise. Området ble kjøpt i 2007. Prosjektet er 50 prosent eid av OBOS Nye Hjem Nidaros og 50 prosent eid av Veidekke Eiendom AS. Byggherre er Sjetnan Nedre AS.

Prosjektet som har blitt observert av undertegnede er Sjetnan Nedre Blokker, med 117 leiligheter og underliggende P-kjeller. Byggestart var 4. kvartal 2013, med planlagt ferdigstilling 1. kvartal 2016. Prosjektet gjennomføres som en totalentreprise hvor Veidekke har ansvar for både prosjektering og produksjon. Illustrasjonen under viser de tre blokkene som skal oppføres.



Figur 22: Sjetnan Nedre Blokker

Gjennomføring av prosjekteringsprosessen

Prosjekteringsleder begynte på prosjektet i august 2013. Prosjektet hadde da vært gjennom en utviklingsfase, og de fleste rådgiverne var allerede kontrahert. Det har ikke vært arrangert ICE-møter i prosjektet. Oppstartssamling ble gjennomført over to dager i oktober 2013. Samlingen hadde i tillegg til det faglige også litt sosialt innhold, som felles middag for at deltagerne skulle få mulighet til å bli bedre kjent med hverandre. Deltagere ved oppstartssamlingen var alle de prosjekterende, samt en del aktører fra Veidekke, som produksjonsleder betong og andre prosjektfunksjonærer. Under samlingen ble det laget prosjekteringsplan og man hadde en gjennomgang av HMS i prosjektet. Med innspill fra Veidekkes HMS-leder i Trondheim gjennomgikk man HMS i prosjektering. Det ble også en

kort gjennomgang av BIM og opplæring i bruk av Solibri-modellen, da mange ikke hadde så mye kunnskap om dette fra før. Det ble også gjennomført en prosess med lappeteknikk, hvor lapper med tekst redegjorde for forutsetninger og krav i forhold til tidsplanene. Man tok for seg alle ukene fra uke 40 (2013) til ca uke 20 (2014). Her ble det lagt inn når tegninger skulle leveres, og hver enkelt rådgiver plasserte selv sine lapper med sine krav. Dette ble i etterkant justert litt på, for å ivareta de mange avhengigheter og for at leveransene skulle skje i riktig rekkefølge. Ut i fra lappeprosessen (se figur nr 23) ble det laget en prosjekteringsplan som i etterkant har vært brukt aktivt i prosjekteringsmøtene, for eksempel til å sette opp tegningsleveranser. Videre i prosessen har prosjekteringsplanen vært brukt som et planleggingsverktøy for møtene og hvilke saker det skal fokuseres på.



Figur 23: Lappeprosess

I påfølgende periode ble det først avholdt særmøter med de tekniske fag før man gikk over til prosjekteringsmøter. Prosjekteringsmøter blir i skrivende stund avholdt annenhver uke. I starten av prosjektet var alle de tekniske fagene med på prosjekteringsmøtene, men i den fasen prosjektet er i nå er det kun arkitekt, RIB, PRL og AL.

I prosjekteringsmøtene har undertegnede blant annet observert bruken av rullerende ukeplaner (se figur nr 24). Her blir sakene sortert i forhold til om de er avklart eller ikke. Deretter overføres sakene til en saksplan eller en beslutningslogg (se figur nr 25). Saker som skal tas opp på neste møte blir også lagt inn. Veidekke har laget et fint system på dette, med et Excel ark som inneholder flere faner for de ulike planene og loggene.

Rullerende tidsplan		27.03.2014																						
Beskrivelse	Ansvr	Beskjed til	Uke 11			Uke 12			Uke 13			Uke 14			Uke 15			Ja	Nei	Årsak	Kommentar			
			M	Ti	O	To	Fre	M	Ti	O	To	Fre	M	Ti	O	To	Fre					M	Ti	O
ARK																								
Informasjon/ beslutning:																								
Egne aktiviteter/ tegninger:																								
Arbeidstegninger hus A 1-7 etg			x																		Veggtyper, lyd radon			
Arbeidstegning snitt kjeller - radiol	ARK	VD	x																					
Arbeidstegninger hus B 1-6 etg	ARK	VD	x																		veggtyper og lyd lyd			
Himlingsplaner hus A	ARK	VD									x													

Figur 24: Rullerende tidsplan

Prosjekteringsleder forteller at den rullerende ukeplanen benyttes hver dag. Når den er renskrevet etter møter, så legges den ut på prosjektets sharepoint-side før neste møte. Spesielt på uavklarte saker (se figur nr 26), skrives det fortløpende inn, etter hvert som PRL får telefoner og e-poster. Den rullerende ukeplanen gjennomgås i forkant av møtet sånn at PRL vet hvilke saker som skal tas opp.

Beslutningslogg							
Nr.	Møte nr / hvor	Dato	Sak	Beslutning	Hvem har besluttet	Ansvarlig for iverksettelse	Utført
Samhandling							
1	1	04.12.2013	Kotehøyder ok HD elementer	OK ferdig gulv (tynnervretting og gulvbelegg) settes til 20mm over ok HD-elementer	VD	RiBe	
2	BH-1	09.12.2013	Planløsning må låses	Planløsninger er nå låst. Avklart i byggherremøte 9 des 2013.	BH	Alle	
2	1	04.12.2013	Varme anlegg	70-50 anlegg	BH	RiRør	
3	1	04.12.2013	Postkasser	Utgår. BH leverer selv	BH	BH	
4	1	04.12.2013	Nødvendig møblering, inkl prosjektering	Inngår i totalentreprise (bod areal), ref kontrakt med byggherre	BH / VD	VD	
5	1	04.12.2013	Takterrasse	Utgår. Tiltak gjøres på bakkeplan i nordvest og utenfor bygg B.	BH / VD	VD / LARK	

Figur 25: Beslutningslogg

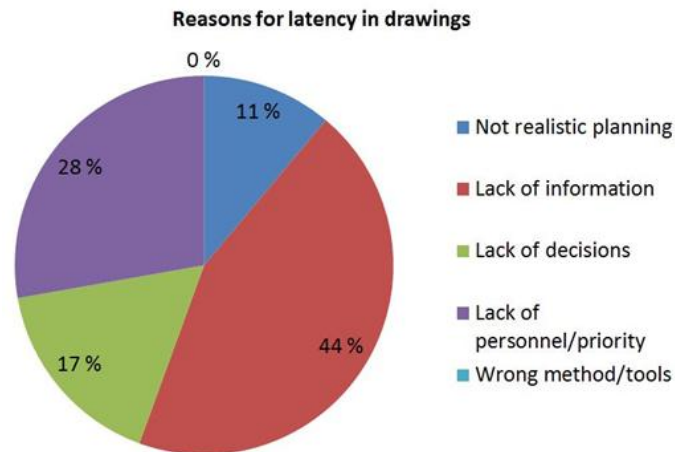
Uavklarte saker							
N	Møte n	Dato	Sak	Fag	Status pr. d.d.	Frist	Ansvar
Detaljprosjektering							
1			Utvendig belysning	RIE / LARK	Endelig løsning besluttet når forslag foreligger. Omfang er avklart, ref beslutning nr 14	februar	Stian
2			Utvendig solavskjerming	ARK	Fargevalg, ref beslutning nr 15	mars	Stian
3			Utsparinger i dekke for badekabinedføringer, kan disse tas i fabrikk for hus B? Her er mindre dekker og avstand mellom spenntau.	Cont / RØR	Rør må tegne ut hvor utsparinger skal være. Avklares etter dette	mars	RØR og så Cont

Figur 26: Uavklarte saker

Annenhver uke har det også vært arrangert ppa-møter, som er møter mellom prosjektleder, prosjekteringsleder og anleggsleder. I disse møtene ser man blant annet på overføringen av tegninger fra prosjektering til produksjon.

I motsetning til mange andre prosjekter, har man i dette prosjektet hatt relativt god tid i prosjekteringsfasen. Dette skyldes at alle underentreprenørene ble kontrahert tidlig, og at byggegruppen må sikres med spunting før man kan sette i gang produksjonen. Prosjekteringsleder forteller at det likevel var relativt travelt i oppstartsfasen, da det i denne fasen er mye som skal administreres. Det skal utarbeides rapporter og underlag, i tillegg til alle søknadene på byggesak. Prosjekteringsleder forteller at det videre i oppstartsfasen var mye møter og e-poster, men at ting har gått seg litt til etter hvert som prosjekteringsgruppen har satt seg.

I prosjektet har man også benyttet seg av en rullerende tidsplan-måling, hvor alle sakene blir lagt inn fortløpende i forhold til det faget det gjelder, og med hvem som har ansvaret og hvem som skal ha informasjonen. Deretter blir det lagt inn en tidsfrist for å få saken avklart. For uavklarte saker blir det også lagt inn årsak til at aktiviteten ikke er gjennomført. Mulige årsaker i loggen er mangel på planlegging, informasjon, beslutning, mangel på personell eller feil metode/verktøy (se figur nr 27).

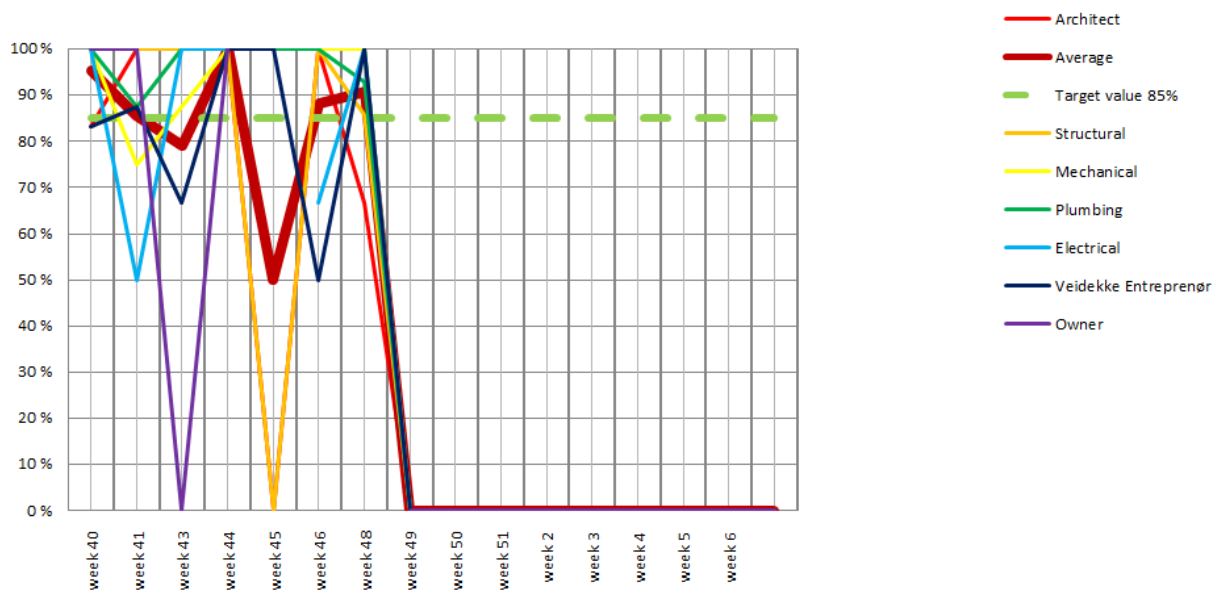


Figur 27: Årsaker til forsinkede tegningsleveranser (kun illustrasjon)

Lack of information (mangel på informasjon) og Lack of decision (mangel på beslutning) viser seg å være vanlige årsaker til forsinkede leveranser. Det kan for eksempel dreie seg om at en rådgiver mangler noe som han er avhengig av fra en annen rådgiver for å få ferdigstilt sin tegning. Ofte viser det seg også at det er de rådgiverne eller prosjekterende som ikke er til stede på møtene som har problemer med å svare opp til tidsfristene.

I prosjektet har det også vært evaluert i hvilken grad tegninger blir levert i forhold til de avtaler som er gjort. Dette har vist seg å være nyttig i forhold til å se om det er noen trender, hvem som leverer/ikke leverer og hvorfor det ikke leveres som planlagt. I mange tilfeller ser man at det ofte er én rådgiver som går igjen som ikke leverer. Da kan man konkret stille spørsmål til vedkommende hvorfor han ikke leverer. Ut i fra denne loggen lages det en måling på antall gjennomførte/ikke gjennomførte aktiviteter. Målsettingen for prosjektet (og i Veidekke generelt) er at 85 % av sakene skal være løst i hvert møte (se figur nr 28).

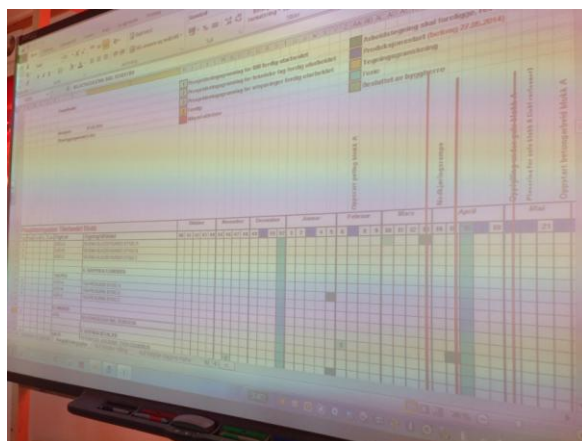
En erfaring prosjekteringsleder har gjort seg er at hun ofte setter for korte tidsfrister til seg selv. Hennes erfaring er at man tror man skal ordne opp i noe, men ofte viser det seg at man er avhengig av input fra andre internt for å få et svar som skal videreformidles til prosjekteringsgruppen.



Figur 28: Leveranser av tegninger

På dette prosjektet har spesielt rådgiver på elektro vært forsinket i forhold til de avtalte frister, og det har vært nødvendig med purring på hans leveranser. Prosjekteringsleder forteller at man etter å ha vært på et prosjekt en stund fort finner ut hvem som leverer og hvem som ikke leverer, og da er det om å gjøre å henge litt ekstra på den eller de som ikke leverer. RIB og ARK har stort sett levert i forhold til avtalte frister.

Prosjekteringsplanen inneholder også en egen fane for byggherrebeslutninger hvor de ulike sakene blir markert med grønt eller rødt, avhengig av om byggherren har tatt sine beslutninger eller ikke. Dersom det ikke er lagt inn noen dato for beslutning markeres sakene med gult. Prosjekteringsleder poengterer at det er viktig å få beslutningene i god tid, ikke bare i forhold til produksjon, men også i forhold til innkjøp av varer som må bestilles og produseres før de kan leveres på byggeplassen. Det blir også lagt inn milepæler som er hentet fra fremdriftsplanen til produksjonen (se figur nr 29).



Figur 29: Milepæler

Prosjektet Tillerlandet benytter full 3D-prosjektering og de har kjørt flere runder med kollisjonskontroller. 3D-modellen har også vært benyttet i driftsmøter, basmøter og til sikkerjobbanalyser. På tømmerfaget skal den benyttes til å bestille varer. Tømmerformann på forrige prosjekt som prosjekteringsleder var med på brukte modellen til å lage egne leilighetspakker og det ble konkludert med at han sparte masse tid på det. Dette er ønskelig å få til på Tillerlandet også. I prosjektet stiller man krav om bruk av IFC, og IFC-modeller blir jevnlig lagt ut på prosjektets sharepoint-side. Prosjekteringsleder forteller at modellen har vært til stor hjelp i prosjektet og at man ved å kjøre kollisjonskontroller har oppdaget en del flaskehalsen som man ikke hadde oppdaget uten modellen. Blant annet fikk man noen aha-opplevelser når modellen ble satt sammen med terrengmodellen.

8.2. Voll Studentby

Voll studentby er et studentboligprosjekt hvor det skal utvikles 204 hybler fordelt på to blokker. Blokkene er på henholdsvis seks og åtte etasjer. Prosjektet er eid av Frost Holding, en betydelig eiendomsaktør i Trondheim. Byggherren driver med eiendomsutvikling, studentboliger og annen utleievirksomhet. Hyblene som inngår i prosjektet består av parhybler, åttemannskollektiver og 14-mannskollektiver. Parhyblene har eget bad og kjøkken. Åttemannskollektivene deler kjøkken, bad og oppholdsrom. I 14-mannskollektivene er det delt kjøkken og et større oppholdsrom, men alle hyblene har eget bad. Hyblene er ca 10-11 kvm med plass til skrivepult, seng og garderobe.



Figur 30: Voll studentby

Gjennomføring av prosjekteringsprosessen

Prosjektet er utviklet som et samarbeid mellom Frost Holding og Veidekke. I starten av prosjektet arbeidet en utviklingsleder fra Veidekke sammen med byggherren og man samlet en kjerne med prosjekterende. Utviklingslederen styrte prosjekteringen selv om det var byggherren som var ansvarlig for prosessen frem til Veidekke fikk kontrakt. Etter inngåelse av kontrakt er det Veidekke som har styrt den videre prosjekteringsprosessen.

Basert på resultater fra utviklingsprosessen og i videre samarbeid med byggherren er det forhandlet frem en totalentreprise med en tilhørende målpris. Bakgrunnen for styring etter målpris er at byggherren skal ha mulighet til å vurdere lønnsomheten i prosjektet. I denne prosessen har Veidekke hatt med seg noen faste samarbeidspartnere som har vært med og utviklet prosjektet. Samarbeidspartnerne har bestått av arkitekt (tiltransportert fra byggherren), rådgivende ingeniør byggeteknikk på plasstøpte konstruksjoner, elementleverandør som har hatt en del rådgivende ingeniørarbeid på prefab, samt de tre tekniske fagene. Disse har arbeidet sammen for å nå

byggherrens ønskede målpris. I månedsskiftet november/desember 2013 ble det gitt totalentreprisetilbud hvor man landet på målprisen. Kontrakt ble undertegnet i desember 2013. I påfølgende periode har man fortsatt prosjekteringsarbeidet.

Gravearbeidene startet opp i mars 2014, mens betongarbeidene starter i månedsskiftet mars/april. Bygget er i hovedsak prosjektert bygget opp av elementer hvor veggelementer er i betong, mens søyler og bjelker er prosjektert utført i stål. Fasadene består av plater. Gjennom en lang utviklingsprosess har bygget blitt forsøkt optimalisert så mye som mulig med mange hybler på liten plass og god utnyttelse av tomtearealet.

Prosjekteringsprosessen i dette prosjektet blir av prosjekteringsleder omtalt som en god og involverende prosess der prosjekteringsplanen har blitt til gjennom involvering. En av fordelene i dette prosjektet er at de prosjekterende har vært med helt siden utviklingsprosessen. Dette gjør at de prosjekterende kjenner prosjektet veldig godt, i motsetning til mange andre prosjekter hvor man vinner et anbud og de prosjekterende først ofte kommer inn etter at kontrakt mellom byggherre og totalentreprenør er inngått.

I starten av prosjektet ble det gjennomført en involveringsprosess med bruk av lappeteknikk hvor man utarbeidet prosjekteringsplanen, etter samme prosedyre som ved Tillerlandet. Den aktuelle dagen dette ble gjort manglet RIB-en og som følge av det ble hans arbeid hengende litt etter i forhold til planen, med forsinkede tegninger som resultat. På bøyelister og RIB-tegninger har man blitt liggende litt bak, og det er blitt noen forsinkelser på byggeplassen. Prosjekteringsleder mener at en mulig årsak til dette kan være at betongformann ikke var så involvert i prosessen før tegningene kom som han burde ha vært. Det har ikke vært gjennomført oppstartssamling eller ICE-møter i prosjektet.

I skrivende stund befinner prosjektet seg i en fase hvor det avholdes prosjekteringsmøter annenhver uke. Deltagere på møtene er prosjekteringsleder fra Veidekke, driftsleder fra Veidekke, arkitekt, RIB (plasstøpte konstruksjoner), RI (rør), RI (ventilasjon), RIE og RIB (prefab). Prosjektleder og anleggsleder fra Veidekke har også vært til stede på noen av møtene. Driftsmøter har i den senere perioden blitt avholdt en gang per uke. Undertegnede har ikke observert noen av disse møtene.

Den samme rullerende ukeplanen som ble benyttet under prosjekteringsmøtene ved Tillerlandet, benyttes også under disse prosjekteringsmøtene. Prosessen i prosjekteringsmøtene har dreid seg mest om fremdriftsstatus for de forskjellige aktivitetene. Det blir evaluert hvordan en ligger an og hva som har blitt gjort i perioden som er gått fra forrige møte. Prosjekteringsleder mener at dette er

en god måte å arbeide på ettersom man får fokus på fremdriften og hvor en ligger på planen i stedet for å sitte og fokusere på problemer som en heller kan gjøre i egne særmøter. Prosjekteringsleder mener dette har vært en god måte å arbeide på sammenlignet med tidligere prosjekter han har deltatt i, hvor man gjerne har arrangert heldagsmøter. Prosjekteringsmøtene som undertegnede har observert (ved Tillerlandet og Voll studetby) har vært forholdsvis lange. Det legges merke til at flere av deltagerne i perioder sliter med å holde seg konsentrert, særlig når møtene sklir ut i diskusjoner som bare angår enkelte fag.

Også i dette prosjektet oppleves det at man har hatt relativt god tid i prosjekteringsfasen. Det har derfor vært et tema på hvilken måte en skal involvere driften. I prosjektet har man vært veldig oppmerksom på at man ønsker å involvere driften på spesielle detaljer og løsninger. I starten av prosjektet manglet man en tømmerformann, og det var usikkert hvordan man skulle gå i gang å jobbe. Etter hvert er tømmerformannen med i prosjektet, foreløpig bare på 20 % basis, men dermed har en fått begynt å avklare en del ting. Prosjekteringsleder opplever å ha fått til en god involvering fra betongformannen og forventer i tiden fremover og også få til en god involvering av tømmerformann.

På ventilasjon er prosjektleder og UE med i prosjekteringsmøtene, mens de prosjekterende sitter en annen plass. Det oppleves av prosjekteringsleder som noe utfordrende at ikke alle samles og er deltakende fullt ut, i og med at dette resulterer i ekstra informasjonsledd. Prosjekteringsleder opplever det som et problem når de som faktisk tegner ikke er til stede, men i stedet sender prosjektleder.

I utviklingen av 3D-modellen har man i dette prosjektet valgt å ha fokus på at den skal være riktig og at formen og plasseringen er korrekt. Man har hatt et ønske om ikke å ha for mye detaljer i modellen, da man mener dette vil gjøre modellen vanskelig å håndtere. Det har vært en prosess hvor man har forsøkt å gjøre modellen enkel og ta inn den informasjonen man synes er viktig. Det har også blitt utviklet en BIM prosjektplan for prosjektet. Det diskuteres hvor godt gjennomarbeidet denne er, men det har i hvert fall vært en felles gjennomgang av den, hvor man har funnet ut hvordan man vil ha det og hvilket detaljeringsnivå en skal legge seg på. Arkitekt og RIB på plasstøpt element, alle de tre tekniske fagene, samt sprinkler og VA-anlegg er tatt med i modellen. Det er også laget en enkel overflatemodell på landskapsarkitekten sitt grunnlag hvor utvendig vann og avløp er lagt inn. Dette ble gjort da man ønsket å ha bedre muligheter for å visualisere hvordan det utvendige ville se ut.

På prosjekteringssiden er 3D-modellen brukt til å orientere seg og til å se på problemstillinger. Modellen skal også lenger ut i prosjekteringsfasen benyttes for kollisjonskontroller. Modellen er også lagt til rette for at man skal kunne bruke den til masseberegninger og masseuttak på produksjonssiden samt for visualisering. Modellen er ikke bygget opp til 4D med tidsbruk. I prosjektgruppen ble det tidlig bestemt at man måtte sette seg realistiske mål med tanke på utforming og bruk av 3D-modellen. Det ble bestemt at modellen skulle bygges opp slik at man beveget seg et hakk videre i forhold til foregående prosjekt, hvor modellen kun hadde blitt brukt til visualisering og kollisjonskontroll.

9. INTERVJUER

I dette kapitlet presenteres de viktigste funnene fra intervjuene. Først fra de personlige intervjuene og deretter fra oppfølgingsintervjuene.

9.1. Personlige intervjuer

Intervjuene er gjennomført med forholdsvis åpne spørsmål. Målsettingen er å få frem informantenes erfaringer, og deres tilbakemeldinger på velfungerende løsninger og utfordringer med å fremstille leveranser og sørge for at leveransene blir overlevert til produksjonen på en god måte. Nedenfor er de viktigste elementene fra de enkelte intervjuene oppsummert.

Informant 1

Informant 1 opplever at en av utfordringene med å planlegge prosjekteringsprosessen og fremstillingen av de ulike leveransene, er knyttet til at prosjekteringen i stor grad består av reflekssive prosesser. Han sier at disse prosessene er vanskelige å styre. Når prosjekteringen ligger tett opp mot produksjonen forteller han at det er veldig viktig å være fast på beslutningene, særlig understreker han viktigheten av at byggherrebeslutningene tas i rett tid. For å få til dette mener han det er viktig at entreprenører og rådgivere sørger for at byggherren har gode underlag å ta beslutninger ut i fra. Videre forteller han at det er håndverkerne som vet hvordan de vil ha tegningene og at dette varierer fra distrikt til distrikt og fra lag til lag, med hensyn til målsetting, kommentarer i forhold til type vegg, detaljer osv.

Informanten ser på BIM og Lean som kjempegode verktøy. BIM er en god måte å visualisere på og han mener at denne kan bidra til å ta bort noe av det tolkningsrommet som en får når en tegner i 2D. Han mener at det bør investeres i å lage gode modeller, enten ved at en kjøper tjenesten for eksempel hos en arkitekt, eller ved at en har kompetansen i eget hus. Informanten understreker også at det har mye å si hvilke folk du har med deg i prosjektet, og hvilken interesse de har av prosjektet.

Informant 2

Informant 2 har tidligere jobbet ved Veidekkes entreprenøravdeling i Bergen, men er nå i Trondheim. Han forteller at det er noen forskjeller i måtene det jobbes på i Bergen og i Trondheim. I Bergen blir prosjekteringsmøtene gjennomført som heldagsmøter hvor man sitter og jobber med ulike problemstillinger. I Trondheim kjører man kortere møter, hvor møtene dreier seg mer om status og fremdrift. Informanten foretrekker sistnevnte måte å jobbe på da dette ikke er så psykisk krevende, og man i tillegg får større fokus på fremdrift i prosjektet.

Informanten forteller at det er utfordringer knyttet til de oppgavene Veidekke selv skal svare på mellom hvert møte. Han forteller at det er et problem å få tatt de nødvendige beslutningene og at det er et klart forbedringspotensial i å få frem det grunnlaget som trengs for å få tatt beslutningene. Videre forteller han at det også er et problem å få byggherren til å ta beslutninger.

Informant 2 forteller at det er veldig krevende for prosjekteringslederen når prosjekteringen ligger tett opp mot produksjonen, og at dette kan medføre store ekstra kostnader for prosjektet. Dersom tegninger mangler på det tidspunkt produksjonen skal starte, så forteller han at man må håpe på at folkene har noe annet å gjøre på, og at det ellers fort kan bli litt prosjektering ute på byggeplassen. Når det gjelder RIB og konstruksjonssikkerhet, så understreker han at man ikke har noe annet valg enn å utsette produksjonen for å vente på tegningene. Informanten understreker også viktigheten av å få til et godt samspill mellom prosjekteringen og produksjonen. Han mener selv at han drar stor nytte av å involvere for eksempel betongformann for å diskutere hvordan tegningene skal se ut. Det er i de som skal gjennomføre produksjonen som vet hvordan de vil ha det, sier han. Han har også opplevd at det er problemer i prosjekteringsmøter hvor de som tegner ikke er til stede, men heller sender prosjektledere. Da må informasjonen overføres via et ekstra ledd, og det kan fort oppstå misforståelser.

Med tanke på BIM mener informanten at denne visualiserer veldig godt hva som skal bygges, særlig i forhold til tekniske føringsveier, himlingshøyder og lignende. Han har vært borti spesielle tilfeller hvor detaljer man ikke hadde klart å få frem på 2D tegninger har blitt visualisert i 3D med stort hell. Han mener det i større grad bør fokuseres på BIM og at man burde vært litt mer offensiv, slik at den kan brukes mer som et verktøy. Han mener BIM har et stort potensial i få ned tidsbruken, ved at modellen muliggjør mer nøyaktige målinger og mer nøyaktige uttak av mengder.

Informant 3

Med tanke på gjennomføringen av prosjekteringsmøtene, så forteller informant 3 at det er viktig å ha en god struktur på møtene og passe på at det ikke blir for mye enveiskommunikasjon. Spesielle tema som det blir mye diskusjon rundt, men som ikke angår alle fag, mener han det er viktig å være bevisst på å ta i særmøter og ikke i prosjekteringsmøtene, da det fort kan bli mange andre som blir sittende og kjede seg og blir utålmodige. Informanten understreker også de positive sidene ved å arrangere særmøter for å få avklart saker i stedet for å ta det på e-post eller telefon, da dette fort kan føre til misforståelser. Han forteller at Veidekke har en ambisjon om at 85 % av sakene skal være løst i hvert møte.

Informant 3 har også opplevd at det er utfordrende å få alle de prosjekterende til å møte i prosjekteringsmøtene. Han mener dette er veldig avhengig av hvilke folk du jobber sammen med. De prosjekterende har jo ofte også flere prosjekter gående.

Involveringen fra byggherrens side på det prosjektet hvor informanten er nå, mener han har vært svært dårlig. Han mener byggherren burde vært mer til stede i prosjekteringsmøtene sånn at han får den nødvendige informasjonen om hva som foregår og får mulighet til å stille spørsmål. Han mener også at byggherren bør være til stede for å vise ansikt overfor de som prosjekterer.

Informanten forteller at det brukes mye tid på å diskutere med de ulike formennene hvordan de ønsker tegningene i forhold til produksjonen. Han forteller at det er utfordrende når man ikke får tegningene i tide. Det dukker gjerne opp en del ting i forhold til målsetting og lignende og feil som man ikke rekker å luke ut. Når tegninger blir sendt ut med feil, skaper det mye unødvendig irritasjon og det forstyrrer driften.

Til slutt forteller informanten at en prosjekteringsleder skal kunne utrolig mye, egentlig litt om alt. Samtidig ser han at det er mye han kunne tenke seg å lære mer om, men at dette handler mye om tiden man har til rådighet. Informanten forteller at han selv kunne tenke seg å lære litt mer om Solibri.

Informant 4

Informant 4 understreker viktigheten av å ha en systematikk for at prosjekteringsleder, anleggsleder og prosjektleder jobber godt sammen. De må kjenne hverandre godt, fordele oppgaver seg i mellom på en god måte, og kjenne hverandres plusser og minuser. På den måten kan de fordele oppgavene ut i fra hvem som er best til å håndtere hva. Disse tre personene er helt sentrale i prosjektet og er ansvarlige for det hele.

Han understreker i likhet med informant nr 3 viktigheten av å få til en god dialog mellom prosjektering og produksjon, og drar også frem hvor viktig det er at denne kommunikasjonen går begge veier. Her forteller han at det er prosjekteringslederen som må sørge for at denne dialogen kommer i gang og at det er han som har hovedansvaret for å sørge for at informasjonen fra prosjekteringen kommer over til produksjonen på en fornuftig måte, slik at informasjonen blir oppfattet korrekt. Videre forteller han at det er viktig å være bevisst på at det på de to sidene er forskjellig type mennesker. På prosjekteringssiden sitter folk med akademisk bakgrunn og mange års utdanning, de er folk som driver med prosesser hvor ting gjerne skal modnes, og de har gjerne mer

vanskeligheter med å ta beslutninger. På produksjonssiden sitter de praktiske folkene som er mer type handlingsmennesker. Det er viktig å være klar over at disse har ulike tilnærminger til oppgavene. I prosjekteringsprosessen er det mange ulike avhengigheter som må avklares i forhold til hverandre, ting som skal passe sammen og valg som må tas. I produksjonsprosessen handler det mer om å gjøre ting i en riktig og fornuftig rekkefølge og etter hverandre. Det er mye mer struktur, lettere å planlegge og å få til en god fremdrift. Informanten understreker at det er viktig å ha en kunnskap og forståelse om hverandres oppgaver og hvordan hverdagen er for de forskjellige og hvilken rolle folk har.

Informant 4 forteller at ark-drift møtene er den korteste veien for å formidle tegninger, informasjon, fremdrift osv. I disse møtene jobbes det med å finne de rette løsningene, man planlegger tidsrammene og når man må ha de forskjellige underlagene. I møtene blir det skrevet referater som blir kopiert opp og delt ut til deltakerne før de forlater møtene. Han mener at dette er Lean tankegang i praksis, i og med at aktørene får arbeidslistene med en gang.

Med tanke på BIM så poengterer informanten at dette er et nyttig verktøy, men at BIM i seg selv ikke løser noen problemer. Det er det informasjonen som blir lagt inn som bidrar til, og informasjonen må komme fra folk som har den nødvendige kompetansen. Han forteller at Veidekke har en BIM-koordinator som kan gjøre denne jobben, men at det beste er om det er så åpent at hver enkelt rådgiver kan sitte og legge inn sine ting på samme modell. Også her handler det da om at den enkelte må ha den nødvendige kompetansen. Informanten forteller om prosjekter hvor det kanskje har vært en enkelt rådgiver som ikke har kunnet tegnet i 3D og hvordan hele systemet da rakner.

Informant 5

Informant 5 forteller at det bommes stort på planleggingen i prosjekteringen. Han antar at flesteparten av aktivitetene som planlegges for neste dag ikke blir gjort ferdig. Han mener at dersom man ser på leveringen av sluttproduktet, for eksempel tegninger og bøyelister så er det snakk om at ikke mer enn 20-30 prosent faktisk leveres som planlagt. Han mener at mye av årsaken til dette er at man er for dårlig til å planlegge. Videre sier han at det på bakgrunn av at prosessene er kreative og dermed medfører intensive aktiviteter er vanskelig å vite hvilke konsekvenser de ulike aktivitetene får. Han mener likevel at prosessene må være sånn, dersom en skal få høyest mulig verdi ut av det arbeidet som gjøres. Til sammenligning så mener han at prosessene i produksjon av natur er mer sekvensielle, og dermed langt enklere å planlegge. I tillegg mener informanten at byggebransjen er basert på protoptypetankegang og at hvert bygg er et unikt bygg som det ikke finnes noen erfaring med fra før.

Han forteller at det i Veidekke er satt en tommelfingerregel om at tegninger skal leveres seks uker før produksjon. Denne tommelfingerregelen er en basis og holder ikke med tanke på alle aktiviteter.

Informant nr 5 forteller at det er to årsaker til at overleveringen mellom prosjektering og produksjon er vanskelig å planlegge. Den ene årsaken mener han er at det er komplekst, at dersom du planlegger noe så viser det seg at det ikke holder for 80 % av aktivitetene. En erfarer avvik, og det gjør det også vanskelig å forholde seg til regler. Den andre årsaken han nevner er at Veidekke har noen generelle regler som det skal planlegges etter, men at det også etter disse planlegges for lite. Oppsummert mener han at driftsplanleggingen er for dårlig, og dermed får man ikke noen klare bestillinger inn til prosjekteringen.

Informanten trekker frem Involverende planlegging og Last planner som to viktige elementer i planleggingen. Han understreker at det er viktig å få "doøren", de som gjør prosjekteringen, inn i bildet og med i planleggingen.

Videre forteller han at det jobbes etter prinsipper for å jakte verdi i prosjektene og finne det som er verdioptimalt. Dette gjøres blant annet gjennom å stille fem enkle spørsmål til absolutt alt som gjøres; Hva er det, hva gjør det, hva koster det, hva annet kan gjøre det samme, hva koster det?

Han viser videre til Flager og Haymakers (2007) undersøkelse som viser at mesteparten av tiden i prosjekteringen går med til informasjonshåndtering. Her mener han at det ligger store potensialer i å utnytte datamaskiner og VDC-tankegangen.

Videre mener informanten at det for utviklingsarbeidet i Veidekke er viktig at man enes om hvilke metodikker man skal jobbe etter, og at man bruker litt tid på de elementene man finner. Han har også stor tro på at det bør jobbes videre med samlokalisering og finne de rette måten å gjøre det på. Informanten sier også at det ligger store utviklingsmuligheter i bruken av BIM og at han tror dette er noe som kommer til å komme fort. Med tanke på å få underentreprenørene med på BIM-tankegangen tror han at utfordringen ligger i mangel på kunnskap og manglende motivasjon hos disse. Videre mener han at et er viktig å få mer struktur på planleggingen og mer fokus på ICE-møtene.

Informanten mener at håndverkerne i for liten grad kommer med tilbakemeldinger på hvordan de vil ha tegningene, og at de gangene de gjør det så kommer de alt for sent. Han mener produksjonen for ofte blir sittende å vente på tegninger og ikke etterlyser disse før de skal starte produksjonen.

Informant 6

Informant nr 6 trekker detaljgjennomgangene frem som en god måte å involvere driften på. Han forteller at det er tømmerformann, betongformann, anleggsleder og prosjekteringsleder som er med på disse gjennomgangene. Han sier at betongformann og tømmerformann ofte har sterke meninger om hvordan enkelte detaljer bør utføres. Informanten forteller at det også arrangeres egne særmøter mellom arkitekt og leverandør, og at dette er en god måte for å få overført erfaringer fra leverandør til arkitekt. Informanten forteller også at det er veldig positivt for prosjektet å gjennomføre egne ark-drift møter. Informanten mener at det ikke er noen vits i å involvere driften i prosjekteringsmøtene da det i disse møtene dreier seg mest om store beslutninger. Anleggslederen er med i prosjekteringsmøtene og det er det nærmeste man kommer driften i disse møtene. Men anleggslederen er jo også akademiker understreker informanten. Informanten forteller at jo mer som er riktig fra starten av, jo bedre er det for prosjektet. Han understreker også hvor viktig det er å ha gode underlag for at driften ikke skal stoppe opp.

Informanten har aldri vært med på noe prosjekt hvor det har vært benyttet BIM. Forrige prosjekt informanten var på, skulle egentlig benytte BIM, men det viste seg at en av rådgiverne ikke kunne tegne i 3D. Dermed utgikk hele planen om å bruke BIM. Informanten trekker likevel frem at det er positive effekter av å ha en 3D-modell for eksempel for visualisering, selv om man ikke får benyttet modellen til mengdeuttak og lignende. Informanten mener at det er gammeldags å benytte 2D-tegninger og at BIM kommer til å komme mer inn i prosjektene etter hvert. Han mener det er vanskelig å få et ordentlig inntrykk av hvordan ting skal være bare ved å se det på en 2D tegning. Informanten mener at byggebransjen er litt gammeldags og ligger noen hakk bare øvrig industri. Informanten stiller seg spørrende til om dette kan ha sammenheng med relativt høy gjennomsnittsalder i næringen.

Til slutt trekker informanten frem at han mener det er for dårlig erfaringsutveksling mellom de ulike prosjektene. Den eneste formen for erfaringsutveksling mener informanten er et referat som blir sendt ut fra serviceavdelingen. I dette referatet står det hva som har gått galt, og hva man må rette opp i.

Informant 7

Informant 7 forteller at de fleste hindringene i produksjonen skyldes dårlige tegninger eller mangel på tegninger. At de ikke kommer i tide, at det er feil på tegningen, eller at det rett og slett mangler en tegning. Informanten forteller at kvaliteten på tegningene er varierende, avhengig av hvem som har tegnet. Han forteller at leveransene blir dårlige fordi produksjonen ikke klarer å kommunisere hva de trenger og når de faktisk trenger det. Hvis en ikke lykkes med å få produksjonen inn i prosjekteringen, så resulterer det ofte i at man får et uferdig produkt ut fra prosjekteringen. Informanten forteller at anleggslederen burde være mer involvert i prosessen med å fremstille underlag, ettersom han er bindeleddet mellom produksjonen og prosjekteringen. Han forteller at noen anleggsledere er interessert i å ta del i prosjekteringen, mens andre ikke er det. Han mener at dette handler om hva folk er vant til og hvordan prosjektet er organisert. På mange prosjekter har informantens dessuten observert at en også sliter med å formidle budskapet ut til produksjonen.

Informanten forteller at det i prosjekteringsmøtene dreier seg mye om å finne ut hva byggherren faktisk vil ha, og at dette er et viktig poeng. Før man har funnet svar på dette, kan det ikke produseres tegninger.

Informanten mener at det er svært utfordrende for prosjekteringsleder når prosjekteringen ligger tett opp mot produksjonen, men at hvis man hadde vært flinke hadde man hatt mulighet til å faktisk få produsert tegninger som det går an å bygge etter. Når man er tett opp mot produksjonen så har man produksjonsleddet på plassen, og da har man større mulighet til å involvere de. Informanten synes det er veldig rart at man ikke klarer å få til en god kommunikasjon mellom prosjektering og produksjon når det er Veidekke selv som styrer begge prosessene. Han mener de er for dårlige til å planlegge og for "snille" i sin egen organisasjon.

Informanten har stor tro på å arrangere særmøter mellom for eksempel arkitekt og bas, slik at disse får stilt hverandre spørsmål. Han mener at dersom man drar bas eller formann inn i prosjekteringsmøte så blir det bare kjedelig for de. I et særmøte tror informantens man kan få mye mer ut av det for begge parter. Bas kan få vite hvordan arkitekten har tenkt og arkitekten kan få vite hva som trengs på tegningene. På denne måten kan en unngå at arkitekten tegner noe som ikke er byggbart.

Hvis en i tillegg klarer å dra inn BIM i særmøtene, så mener informanten at man vil man kunne øke kunnskapen til produksjonen i forhold til bare å ha 2D-tegninger. Informanten forteller at en som ar vært ute i produksjonen har mye kunnskap og kanskje kan komme med løsninger som er bedre enn de som opprinnelig var prosektert. Dette er også et moment som kan bidra til å redusere kostnadene.

Informanten mener at BIM er et godt kommunikasjonsmiddel som bidrar til å gi en god forståelse av hva som skal bygges. Han mener at BIM har vist positive effekter allerede, og at det kan bli enda bedre når man er kommet så langt at man kan dra en ipad med ut på byggeplassen i stedet for tegninger.

Informanten mener det i noen prosjekter kan være et problem at byggherren ikke skjønner totalkonsekvensen av en endring. Han forteller at dette kommer litt an på hvor erfaren byggherren er. Informanten mener at en må bli flinkere til å kommunisere hva det er byggherren egentlig vil ha. Hvis dette kan avklares før oppstart av produksjon, så tror han det er mye å tjene på det. Da trenger det nødvendigvis ikke å bli en endring, da kan man gjøre det riktig med en gang før man har tatt en masse valg. Videre sier informanten at det kanskje kunne vært en idé og arrangert flere særmøter med arkitekt og byggherre. Han foreslår at man benytter seg av BIM i disse møtene, og tror at dette vil kunne være til god hjelp i prosessen med å finne ut hva byggherren egentlig vil ha.

Til slutt sier informant 7 at han tror en medvirkende årsak til at effektiviteten i byggebransjen går ned, er at byggene har blitt veldig kompliserte og man må dra inn mange spesialister. Han mener det kan være en løsning å se på hva som kan prefabrikeres, og at det vil kunne være med på å redusere kostnadene hvis man for eksempel kan bygge moduler.

9.2. Oppfølgingsintervjuer

Fremstilling av tegninger

Tabell 15: Problemer knyttet til fremstilling av tegninger

	Informant 1	Informant 2	Informant 3	Informant 4
Problemer knyttet til følgende utsagn:				
<i>Tegninger blir ikke ferdig i tide</i>	Dette er et problem, som medfører at produksjonen på byggeplass ikke blir optimal.	Opplever at tegningene stort sett er ferdige i tide, men at overføringen fra prosjektering til produksjon svikter. Tegningene blir da ikke tatt frem tidnok til at de blir gjennomgått og kontrollert.	Har ikke opplevd dette som noe problem.	Det er et problem. Fordi at prosessene ikke er gode nok, man har ikke ressurser nok, mangel på respekt for avtaler og tidsfrister.
<i>Tegninger viser ikke nok detaljer</i>	Dette er et problem. Tegningsunderlaget må være entydig, og helst i samsvar med avtalt detaljeringsgrad.	Opplever ikke dette som et problem. Dette blir i så fall fanget opp ved tegningsgjennomganger. Hvis overføringen fra prosjektering til produksjon fungerer så pleier dette å gå bra.	Det er viktig med tidlig avklaring mellom prosjekterende og produksjon ift hvordan tegningene skal se ut.	Har ikke opplevd dette som et problem, men forstår at det kan være det. Med måten vi jobber på, hvor prosessene dreier seg om å utarbeide tegningene, så er tegningene riktige når de er ferdige. Forutsetter at de som skal bruke tegningene er med i prosessen.
<i>Mottaker forstår ikke tegningsinnholdet</i>	Dette er noe som bør avklares på forhånd.	Viktig at spesielle forhold/kompliserte løsninger vises godt på tegning slik at den som skal lese og forstå tegningen skjønner at dette er noe de må se spesielt på. Ikke ofte et problem, men medfører store konsekvenser hvis oppstår.	Samme som over.	Oppfatter ikke dette som noe problem. Litt de samme årsakene som ovenfor. Prosessen involverer mottakeren.
<i>Ikke flinke nok til å sikre at siste revisjon benyttes</i>	Dette kan bli et problem, men løses i stor grad med enkle rutiner.	Pleier ikke å være et problem. Det er viktig at det er gode rutiner på dette, men formenn og driftsledere pleier å sjekke dette.	En "øremerket" funksjonær på byggeplass må ha ansvar for tegningsarkivet. Driftsleder følger opp ift bas og fagarbeidere ute på plassen.	Oppfatter ikke dette som noe problem. Det kan skje glipper. Avhengig av å ha et ordentlig system for tegningshåndtering! Dette skal flyte, ikke noe tull rundt dette.

At det forventes mer opplysninger enn en trodde var nødvendig	Dette er et problem. Spesielt hvis de som skal ha tegningene ikke har vært med på å gjennomgå detaljeringsgrad, snitt, detaljer.	Kanskje kan dette være et problem andre veien. At det blir for mye opplysninger på tegninger. Men det er sjelden jeg opplever dette som et problem.	N/A	Oppfatter ikke dette som et problem. Skjer relativt sjeldent. Brukerne er med i systemet, så de sier i fra før tegningen er ferdig.
Sliter med betegnelse/ nummerering	Dette er et lite problem.	Alle prosjekterende har egne måter å lage tegningsnummer. Jeg har opplevd det å lage en standard for et prosjekt, der alle prosjekterende følger samme struktur, som å være en bra løsning. Det er litt krevende å få til da de ofte har egne system.	I boligprosjekt er dette ikke vanskelig, VDs Sharepoint-side har en funksjon der tittel på tegning oppgis. Er det et næringsprosjekt, angir ofte en PA-bok hvordan tegningsnummereringen skal være.	Kan være et problem. Det er lett å bruke feil tegning hvis det ikke kommer godt nok frem hvor tegningen hører hjemme. Viktig at det legges opp et system slik at det oppfattes som logisk.

Planlegging

Tabell 16: Planlegging av prosjekteringsprosessen

	Informant 1	Informant 2	Informant 3	Informant 4
Det er ofte ønsket at produksjonen starter så raskt som mulig i forhold til prosjekteringen. Hvilke utfordringer ser du i forhold til:				
At tegningsfremstillingen ligger tett opp mot produksjonen	Jo kortere tid mellom prosjektering og produksjon jo større krav stilles til planlegging og kartlegging av avhengigheter mellom prosjektering, innkjøp og produksjon.	Tegninger bør foreligge i god tid før produksjon. Da har en mulighet til å korrigere for evt feil eller mangler. Optimalt at tegninger foreligger ca 6 uker før produksjon, gir mulighet for tegningskontroll og korreksjon. Gjelder egenproduksjon.	Rekker ikke å få gjennomgått tegningene. Da kan det dukke opp ting for eksempel i forhold til målsetting og andre typer feil som en ikke rekker å få luket ut.	Når prosjektering og produksjon starter samtidig, er det problematisk. Det ligger et element av tidsnød inn i det. Det er et stressmoment. Det er problematisk i forhold til valg av løsninger som ikke får modnet seg nok, må ta raske prinsippvalg.
Synspunkter på planleggingsprosessen for prosjekteringen, for eksempel med tanke på:				
Ressurstilgang	Må være fastlagt for å få en mest mulig rett plan.	Viktig å få inn prosjekteringsfagene i god tid. Få inn ressurspersoner for involvering. Formenn og driftsledere bør komme tidlig inn i prosessen og få satt sitt preg på arbeidet. Ofte kan dette være vanskelig.	N/A	I planleggingen må man være tydelig på at man trenger kompetanse og man trenger kompetanse som har kapasitet. Dette er problematisk hele tiden. Man opplever ofte at det ikke er nok ressurser.

<i>At produksjonsrekkefølgen kanskje ikke er planlagt i detalj og at prosjekteringsprosessen dermed ikke kan legges opp for å avstemmes med produksjonen</i>	Da må man beslutte en rekkefølge for prosjektering, og kommunisere denne opp til produksjon.	Det er viktig at det foreligger en hovedfremdriftsplan (minimum). Ellers blir det mye gjetting for prosjekteringsgruppen. Men, det kan av og til være for lite med en hovedfremdriftsplan. Hvis en er tett opp til produksjonen er det svært viktig med tett dialog.	N/A	Planleggingsprosessen må samkjøres mellom prosjektering og produksjon. En må få fram avhengighetene og når ting må være ferdige. Må ikke bli for detaljert men med noen milepæler.
--	--	--	-----	--

Standardisering

Tabell 17: Standardisering

	Informant 1	Informant 2	Informant 3	Informant 4
<i>Vil standardisering av flere løsninger bidra til å redusere/fjerne noen av usikkerhetsmomentene slik at behovet for kunnskaps-overføring reduseres?</i>	Erfaringer viser vel at det er vanskelig å bruke standardiserte løsninger, da de må tilpasses prosjektet noe uansett. Siden det brukes forskjellige rådgivere vil de måtte sette seg inn i "løsningen".	Standardisering av løsninger er bra for å redusere feilkilder og vil være kostnads-reducerende. Det er i dag mange standard løsninger som utføres. Men, det er ingen bygg som er like og ofte vil det være behov for løsninger som ikke kan standardiseres eller hentes ut fra et standard bibliotek.	Ja. Dette være seg badekabiner, balkonger.	Nei! Det er nok ikke så enkelt. Man jobber for å standardisere en del ting. Men behovet for kunnskapsoverføring er der hele tiden. Det å gjøre ting litt bedre, bedre kvalitet, bedre marginer, ta vare på grensesnittet. Vi kan ikke si at det er veldig mye billigere å bygge standardisert. Jeg har ikke noe tro på standardisering. Det er ingen som vil ha det.
<i>Kan tegninger standardiseres i større grad enn det som er tilfellet i dag?</i>	Ingen kommentar utover den gitt i forrige punkt.	Forskjellige formenn ønsker forskjellige format på tegninger.	Utsparings-tegninger. Målsetting, tekststørrelse mm. VD har skjema for tegningsproduksjon for tømmer og betong, disse burde muligens vært mer utfyllende.	De er individualister de som er ute i produksjonen. Jeg tror ikke noe på dette. Skreddersydd bygg, da må tegningene også være det. Involver produksjonen, det er de som skal bruke tegningene.

Tabell 18: Bruk av BIM og ICE

	Informant 1	Informant 2	Informant 3	Informant 4
<i>Hvor utbredt er bruken av BIM?</i>	En aller annen form av BIM kan benyttes i alle prosjekt i dag.	Foreløpig er dessverre prl den som bruker den mest. Produksjon begynner å bruke funksjoner som visualisering i møter, ved spesielle problemstillinger, masseuttak og fremdriftplanlegging.	Det kommer seg. På nåværende prosjekt har vi kjørt full 3D-prosjektering med kollisjonskontroller og mengdeuttak.	Den er utbredt den nå. Brukes på veldig mange prosjekter.
<i>På hvilke måte kan BIM bidra til å forenkle kunnskaps-overføringen mellom prosjektering og produksjon?</i>	BIM (3D) gir en veldig god grafisk fremstilling av hvordan produktet skal se ut. Dette gjør at i diskusjoner om løsninger, tolkning av tegninger eller snitt viser denne hva som skal gjøres.	Hvis modellen er bra kan en fort finne ut hva som er tenkt i spesielle problem-områder. Visualisering av løsninger gjør det også enklere å beskrive hva som er tenkt ved direkte overføring av kunnskaper (fra prl til produksjon).	Visualisering, mengdeuttak i forbindelse med innkjøp av varer. Benyttes også til SJA (sikker jobbanalyse).	Den øker presisjonsnivået og er veldig nyttig i forhold til visualisering, man ser mye bedre hva det er som skal bygges.
<i>Hvilke utfordringer eksisterer med tanke på å få utnyttet BIMens potensial i sammenhengen kunnskaps-overføring mellom prosjektering og produksjon?</i>	Utfordringen ligger i å få vist frem forenklingene som BIMen gir.	Kompetanse for bruk av BIM er flaskehalsen. Hvis alle kunne bruke det som de bruker "Excel", så hadde vi vært lenger fremme i å utnytte BIM sitt potensial.	Fremdrifts-planlegging Kompetanse om BIM	Mangel på kompetanse og interesse. Vant til å jobbe på en måte, vanskelig å endre på det.
<i>Kan ICE-møtene bidra til at det fremskaffes bedre tegnings-underlag som forenkler kunnskaps-overføringen mellom prosjektering og produksjon?</i>	En god ICE økt med RI, BH og produksjonsleddet bidrar til at de rette, byggbare løsningene fremskaffes. Dette gjør at de som skal produsere i større grad har fått bidratt til løsningen.	ICE kan bidra til bedre løsninger hvis en har involvert de som bør involveres (formenn osv). Ellers er ICE mest et bidrag til effektiv prosjektering mellom prosjekteringsfag som uansett skal snakke sammen.	Ikke vært med på ICE-møte	Ja. ICE-møtene ivaretar en prosess hvor man sitter sammen og jobber med oppgaven. Da blir det mer effektivt. Det er viktig at man klarer å få en struktur på arbeidet fordi det er så mange fag som er involvert. Nesten sånn at alle er avhengig av alle.

Involvering

Tabell 19: Involvering av drift, UE og byggherre

	Informant 1	Informant 2	Informant 3	Informant 4
Involvering av driften				
<i>Er involveringen av driften god nok?</i>	Nei. Det prioriteres ikke godt nok fra driften å delta på prosjekteringsmøtene	Nei	Nei	Nei der er det absolutt et forbedringspotensial. PRL sitter på byggeplassen og stort sett alle prosjekteringsmøter er ute på plassen. Muligheten for å involvere driften er absolutt til stede.
<i>På hvilket tidspunkt bør man begynne å involvere driften?</i>	Fra den tiden hvor man begynner å tenke på produksjon.	De bør involveres så tidlig som mulig egentlig (i detaljprosjekteringen). Som nevnt over kan dette være et problem da resurser ofte ikke er satt av så tidlig i prosjektet.	Så tidlig som mulig, allerede i prosjekteringsfasen.	Ha de med helt fra starten av. Produksjonen er helt avgjørende. Valgmulighetene blir mindre jo lenger ut i prosjektet en kommer. Viktig å gjøre de riktige valgene, i den tidlige fasen hvor det nesten ikke er noe produksjon
<i>På hvilken måte kan dette best gjøres?</i>	Deltagelse på ICE	De som skal følge prosjektet bør være de som involveres. Det er derfor viktig for prosjekter å være tidlig ute med å hente inn resurser.	Deltakelse fra produksjon i P-møter, samt internmøter. Egne særmøter med RIB og ARK	Ha en fast struktur på det. ARK-drift eller RIB-driftsmøter. Faste møter hvor prosjektering og produksjon sitter sammen.
Involvering av byggherre				
<i>Når og hvor mye bør byggherren involveres?</i>	Dette er svært variabelt avh av byggeherren. Byggherren må involveres så tidlig som mulig, for å avklare hvilket nivå BH ønsker å delta på.	P-møter er lagt opp på en slik måte at involvering fra BH er viktig. Dette for å hindre at det lages løsninger i p-møter som BH kanskje ikke er enig i. Avklaringer og BH-beslutninger er ofte en flaskehals. BH må også involveres i etablering av prosjekteringsplan da beslutningsplan er en viktig del av prosjekteringsplanen.	Byggherren har i nåværende prosjektet vært mer eller mindre fraværende på P-møtene (har stilt på et eller to møter). Byggherren bør delta på hvert P-møte i starten. Dette for at beslutninger kan fattes tidlig, og evt misforståelser og spørsmål tas opp der og da.	BH er med hele tiden. Det er viktig å avtale hvor mye de skal involvere seg, og hva de skal involvere seg i. De må kontinuerlig være tilgjengelig. Dette henger sammen med beslutninger. De må være med hele tiden for at man skal få tatt alle delbeslutningene. Må slippe unna store tunge beslutninger med å ta delbeslutninger underveis.

Føler du at det er utfordringer knyttet til følgende spørsmål og hvilke kommentarer har du til de:				
<i>At rådgivere/under-entreprenører ikke møter i møtene?</i>	Det er viktig at møter og prosesser gjennomføres slik at RI føler at de ikke "sløser" bort tiden sin. Hvis vi får til bedre løsninger på dette tror jeg at oppmøtet blir bedre.	Ofte møter de som er innkalt. Av og til kan en få litt motstand, men med litt planlegging skal det gå greit å argumentere at folk skal stille i møter.	Har opplevd at enkelte UE-er ikke har stilt i alle P-møtene. Flere saker hadde vært løst i P-møtene dersom UE-ene hadde stilt.	Jeg oppfatter ikke det som et problem. Både prosjektering og produksjon må ha en oppfatning av at dette er nyttig. Hvis ikke er formen på dette feil.
<i>At rådgivere/under-entreprenører ikke får med seg den nødvendige informasjonen?</i>	Se ovenfor.	Dette er sjeldent et problem hvis en skriver referat. Noen ganger må en purre opp svar og oppfølgingsmøter kan være nødvendig for å sørge for at jobben blir gjort.	Møtereferat legges ut 1-2 dager etter P-møtet. Hver enkelt har ansvar for å følge opp sine frister. Man ser ganske raskt i en P-gruppe hvem som ikke svarer til frist. Tett oppfølging for de som ikke holder fristene.	Oppfatter ikke dette som et problem.

Møteavvikling

Tabell 20: Møteavvikling

	Informant 1	Informant 2	Informant 3	Informant 4
<i>Hvilke forum er best egnet for kunnskaps-overføring mellom prosjektering og produksjon?</i>	Gjennomføring av ICE-møte	Internmøter er viktig. Og en viss form for deltakelse fra produksjon i prosjekteringsmøter kan bidra til god overføring av kunnskap.	P-møter, internmøter. Tegnings-gjennomgang mellom prosjekterende (ARK og RIB) og Veidekke (produksjon)	ARK-drift møtene er viktige for samarbeidet mellom prosjektering og produksjon.
<i>Hvordan kan PRL gjennom møteavvikling tilrettelegge for god kunnskaps-overføring mellom prosjektering og produksjon?</i>	Møter og prosesser må gjennomføres slik at aktørene ikke føler at de ikke "sløser" bort tiden sin.	Vi har fokus på: - Internmøter hvor PRL får luftet problemstillinger - PPA-møter hvor en kan se lenger frem - P-møter hvor produksjon kan delta - Særmøter hvor produksjon er med, og detaljer/løsninger gjennomgås. - Detaljgranskning med tømmer og betong (formenn) sammen med prosjekterende.	Utfordring har vært (spesielt tidlig i p-fasen) at det har vært opptil 6 deltakere fra VD (produksjon, AL, PL og PRL), og at disse ikke har hatt mulighet (tid) til å ta opp punkter internt i forkant. Det burde ha vært formaliserte møter der saker som gjelder VD har blitt tatt opp i forkant av P-møtene.	Hvor gode sånne møter blir. Sørge for at alt er tilgjengelig. Sørge for at de faktiske forholdene er på stell. At man har et godt møterom, med de fasiliteter som er nødvendige, så er det veldig opp til møteleder (PRL) å skape den atmosfæren som er nødvendig for å skape en god prosess.

10. DISKUSJON

I diskusjonskapitelet drøftes funnene fra intervjuene og caseobservasjonene opp mot funnene fra teorien. Drøftingen vil skje rundt de to forskningsspørsmålene som ble definert i innledningskapitelet, og til slutt ende i en drøfting rundt oppgavens hovedproblemstilling. En Lean tankegang hvor man forsøker å redusere andelen ikke-verdiskapende aktiviteter, skape en flyteffektiv prosess og har maksimering av kundens verdi i fokus vil være sentralt for besvarelsen av de to forskningsspørsmålene og hovedproblemstillingen.

10.1. Forskningsspørsmål 1

Hvilke utfordringer eksisterer med tanke på å fremstille og overlevere de ulike leveransene til produksjonen og hvordan kan disse håndteres på en best mulig måte?

Målsettingen for forskningsspørsmålet gjentas her:

Leveransene til produksjonen består i hovedsak av tegninger og beskrivelser som definerer det ferdige byggverket. Høy kvalitet på kunnskapsoverføringen mellom prosjektering og produksjon fordrer at de ulike leveransene fra prosjekteringen er fremstilt med tilstrekkelig kvalitet og til riktig tidspunkt. Videre er det også viktig at tegningene blir levert på en slik måte at de oppfattes korrekt av de som skal produsere bygget. Under antagelsen om at prosjekteringsprosessen kan sees på som en refleksiv prosess er det gjennom teoretisk og empirisk studium ønskelig å kartlegge hvilke konsekvenser dette får for fremstillingen og overleveringen av de ulike leveransene fra prosjektering til produksjon.

Grensesnittet mellom prosjektering og produksjon kan sees på som en "stafettpinneveksling", hvor tegninger og underlag overleveres fra prosjektering til produksjon. For en entreprenør som Veidekke er det viktig at tegningene blir levert i rett tid, at de er riktige, at de er av riktig kvalitet, samt at det som blir tegnet er byggbart. Dette for at de skal få produsert på en best mulig måte. At tegningene er klare er også en av Koskelas (2000) syv forutsetninger som må være oppfylt for at man skal kunne skape flyt i produksjonen. Leveranser fra prosjekteringen som ikke blir ferdig i tide, eller som overleveres med feil, skaper store utfordringer for produksjonen i et byggeprosjekt. Informantene til oppgaven forteller at én konsekvens av å være sent ut med fremstilling av tegninger, er at man ikke rekker å få gjennomgått disse, og dermed ikke får luket ut eventuelle feil og problemer, for eksempel i forhold til målsetting, før de overleveres til driften. Det observeres av undertegnede at det er utfordrende å få til en koordinering av alle aktørene som er involvert i byggeprosjektet, på en slik måte at tegninger og beskrivelser blir produsert og deretter levert til produksjonen som ønsket. Denne observasjonen understøttes også av tidligere forskning på området.

Utgangspunktet for forskningsprosjektet til Veidekke ligger i antagelsen om at prosjektering i stor grad består av refleksive prosesser der de ulike leveransene er gjensidig avhengige av hverandre, og hvor aktørene i prosjektet vil være avhengig av hverandres arbeid for å få slutført sitt eget arbeid. Under antagelsen om at prosjekteringsprosessen er en refleksiv prosess, blir planleggingen av det tekniske underlaget mer uforutsigbar og vanskelig. Organisasjonsteoretikere hevder at prosjektering i byggeprosjekter ligner mye på det de omtaler som kaosteori. Til sammenligning er de sekvensielle aktivitetene som man ofte ser i produksjonen, ansett for å være betydelig enklere å planlegge, da disse i større grad bygger på hverandre og dermed er mer forutsigbare. Refleksive prosesser medfører store utfordringer i ledelsen av prosjekteringsprosessen. At prosjekteringsledelse er en mer krevende ledelsesoppgave enn prosjektledelse, understrekes også av Westgaard, Arge og Moe (2010) som hevder at *”prosjekteringsledelse handler om kunnskapsledelse hvor det skal håndteres både kreative utviklingsprosesser og håndtering av informasjon.”*

Et av intervjuobjektene forteller at det i stor grad bommes i planleggingen av prosjekteringen og at ca 50 % av aktivitetene som planlegges for neste dag ikke blir gjennomført. Samme intervjuobjekt hevder også at det bare er ca 20 – 30 % av tegningsleveransene som blir levert som planlagt. Disse oppsiktsvekkende tallene viser at det er et stort behov for utvikling og etablering av et nytt tankesett og nye måter å arbeide på i prosjekteringsfasen dersom en skal få fremstilt de ulike leveransene som ønsket. Undertegnede stiller seg spørrende til det som blir sagt med at det planlegges så mye som deretter ikke blir fulgt opp. Hva er verdien av å planlegge hvis planene uansett ikke blir fulgt opp? Vil ikke planene da miste sin troverdighet? Hvorfor klarer man ikke å gjennomføre aktivitetene som planlagt?

Funnene fra intervjuene viser at en av årsakene til at det er så vanskelig å planlegge prosjektering i tidligfase, skyldes nettopp at aktivitetene er intensive eller resiprokale. I disse intensive aktivitetene foregår det mange kreative prosesser og man vet ikke utfallet eller konsekvensene av de enkelte handlingene. Double-diamond modellen illustrerer på en god måte gjennomføringen av dagens prosjekteringsprosess, hvor man oppdager, definerer, utvikler og leverer. I den første fasen av prosjekteringen, hvor selve utviklingen av prosjektet foregår, mener flere av intervjuobjektene at man kan skape en god merverdi og gevinst for alle parter i prosjektet dersom man får arbeidet godt i denne fasen, og deretter lar de kreative prosessene få pågå så lenge som mulig. Utfordringen her ligger i å klare å skille ut de viktige prosessene og la de få holde på så lenge de trenger uten at det går på bekostning av andre avhengigheter. Observasjoner viser at det er stor mangel på rutiner i denne prosessen, og at det ikke finnes nok etablerte prosedyrer for hvordan man skal håndtere de ulike aktivitetene og avhengighetene og hvordan man til slutt skal ende prosessen.

En konsekvens av å la de kreative prosessene få pågå lenge, er at prosjekteringen blir liggende veldig tett opp mot produksjonen. Når prosjekteringen ligger tett opp mot produksjonen blir det også utfordrende å planlegge de ulike aktivitetene og tidspunkt for leveransene. Funn fra intervjuer viser at det er svært stressende for prosjekteringsleder når prosjekteringen ligger tett opp mot produksjonen. Prosjekteringsleder føler seg da ofte satt i en situasjon hvor han selv har lite å bidra med. Tidspress i prosjekteringen er av Meland (2000) blitt listet opp som et forhold som kan spores tilbake til byggherrens ansvarsområde og som i stor grad er med på å påvirke fiaskograden i byggeprosjekter. I forhold til problemstillingen med at prosjekteringen blir liggende tett opp mot produksjonen, har to av informantene uttalt følgende:

”Det blir veldig stressende. Man opplever at man ikke får tegningene til rett tid. Når tegningene blir levert veldig tett opp til produksjon, så rekker du ikke å se gjennom alt. Det er kjipt at du ikke kan gjøre noe med dette selv, men må drive og purre på andre hele tiden.”

”Det blir ofte oppdaget at man da uteglemmer ting. Da må det gjøres endringer i ettertid.”

En tredje informant sier følgende:

”Under forutsetningen at prosjektering er en sekvensiell prosess, så burde det ikke være noe problem. Men det er det jo ikke alltid og da må en i mye større grad være tro til at en ender løsningene i rett tid. En må være mye hardere på beslutninger. Byggherrebeslutningene må tas i rett tid. Vi på entreprenør/rådgiver må sørge for at de har et underlag å ta beslutninger på.”

I Veidekke har man satt som utgangspunkt at tegninger skal leveres seks uker før produksjon. Dette har vist seg å være en dårlig standard ettersom produksjonsmaterialer ofte har lenger bestillingstid. Denne tommelfingerregelen er i utgangspunktet basert på Veidekkes egenproduksjon, det vil si betongarbeider, tømmerarbeider og murarbeid. Gjennom observasjoner og intervjuer kommer det frem at det brukes mye tid på å avstemme produksjonsunderlaget til den enkelte produksjonsinstans.

Samtlige av informantene er enige om at tegningene helst bør foreligge i god tid før produksjonen starter. Det er tydelig at én konsekvens av at prosjekteringen ligger tett opp mot produksjonen ofte er forsinkede leveranser, med det resultat at man ikke får kontrollert disse før de skal overleveres til produksjonen. At man ikke får gjennomgått og kontrollert underlag før overleveringen kan forårsake feil i produksjonen og få store økonomiske konsekvenser for prosjektet. I følge Emmitt (2007) så kan hele 40 % av antall byggeskader og byggefeil spores tilbake til beslutninger som er tatt før byggingen

har startet. Dette illustrerer viktigheten av det legges arbeid i å skape gode underlag for produksjonen. At tegninger og beskrivelser er klare og tilgjengelige er i følge Koskelas (2000) TFV-teori en av forutsetningene som må være oppfylt for at en skal kunne oppnå flyt i produksjonen. I følge Reinertsen (2009) viser også undersøkelser at kostnadene ved å gjøre endringer i prosjektet øker eksponentielt med tiden. Med bakgrunn i denne informasjonen kan man si at det vil være en stor fordel å få tatt flest mulig avgjørelser så tidlig som mulig i prosessen. Det er likevel ikke så enkelt. Balansegangen mellom det positive som ligger i å la prosjekteringen foregå så lenge som mulig og kravet til at tegningsunderlag og beskrivelser må være ferdige i god tid før bygging skal skje, er utfordrende. Det synes å være avgjørende at prosjekteringsleder og anleggsleder har en god dialog og avstemmer nøye de tidskrav som må settes. Det vil også være viktig at man etablerer god disiplin i den videre oppfølgingen. Det viser seg at erfaringsgrunnet til disse personene har stor betydning for hvor godt de klarer å overskue situasjonen og hvor godt de klarer å stramme tøylene når det er nødvendig. En idé kan være å la en erfaren prosjektleder være den som eventuelt overvåker og griper styrende inn dersom det viser seg nødvendig.

Samtlige av informantene er også enige om at når prosjekteringen ligger tett opp mot produksjonen, så stilles det enda større krav til planleggingen og kartleggingen av aktiviteter og avhengigheter i prosjekteringen. Den tredje informanten nevner ovenfor viktigheten av å få tatt byggherrebeslutningene i rett tid, samt viktigheten av at byggherren har de underlag som han trenger for å få tatt sine beslutninger. At nødvendige beslutninger er tatt er en av seks forutsetninger i Veidekkes hindringsanalyse som må være oppfylt for at en prosjekteringsaktivitet skal kunne settes i gang. For å lykkes i prosessen med å få tatt de nødvendige beslutninger er det viktig at byggherren i denne fasen er involvert på en god måte. Gjennom observasjoner kommer det frem at grad av involvering fra byggherren sin side varierer mye fra prosjekt til prosjekt. Byggherren er alltid involvert i den tidlige fasen, hvor programmering og funksjoner som bygget skal ivareta diskuteres. Det er byggherren selv som definerer hva han vil ha bygget, og hvilke behov bygget skal ivareta. Denne informasjonen må på en god måte overføres til den som skal foreslå løsninger og gi pris på det hele. I noen prosjekter har man opplevd at byggherren etter dette, i en fase hvor entreprenøren har fått oppdraget og jobber med detaljeringen, trekker seg noe tilbake. Deretter begynner han å involvere seg igjen først når byggingen starter og han ser det fysiske resultatet og ting han gjerne skulle ha endret på. Dette viser seg å skape problemer for entreprenøren i form av tegninger som må revideres. Det foreslås at entreprenøren og byggherren på forhånd bør ha diskutert og blitt enige om kjøreregler for samarbeidet i prosjektet. Det anses også som viktig at entreprenøren vet hvilke personer som er bemyndiget fra BH til å gjøre endringer, slik at entreprenøren vet at den som

kommer med disse har nødvendig fullmakt fra BH. Dette vil ta bort risiko for krangel om den økonomiske konsekvensen av en endring.

Ofte synes det også å være utfordrende at man heller ikke vet eksakt hva byggherren ønsker seg. I følge Ingvaldsen (1994) så kan ca 50 % av byggefeilene relateres til uheldige byggherrebeslutninger eller mangelfulle prosjekteringsløsninger. Meland (2000) kommer også frem til samme konklusjon i sin doktoravhandling: *"Mangelfull byggherrestøtte synes å være den mest dominerende fiaskoprediktor for byggeprosjekter."* Melands (2000) og Ingvaldsens (1994) resultater viser at det er av avgjørende betydning å få involvert byggherren på en god måte for å redusere fiaskograden i byggeprosjekter.

En forutsetning for å lykkes med å involvere byggherren på et tidlig stadium vil være at byggherren har en forståelse av hvilke konsekvenser det får for produksjonen når det gjøres endringer sent i prosjektet. Han må få en forståelse for at det må utarbeides et nytt sett med tegninger og beskrivelser, at dette tar mye tid og er ressurskrevende. Hvor erfaren byggherren er, ser ut til å ha direkte innvirkning på graden av involvering og indirekte på beslutningsprosessene. Ved å involvere byggherren på et tidlig stadium i prosjektet og sørge for at han får en god forståelse av de prosjekterte løsningene, vil man kanskje kunne få tatt flere beslutninger tidlig i prosessen, slik at konsekvensene av å gjøre endringer blir mindre enn om de kommer på et senere tidspunkt. En må anta at en profesjonell byggherre vet godt at det har konsekvenser når endringene skjer sent i prosessen og at dette koster både tid og penger. Dette bør bety at dersom han likevel ønsker endringer på et tidspunkt som egentlig er for sent, så er det fordi han anser de for å være så viktige at de er verdt det. Det er i følge Modig og Åhlstrøm (2012) viktig å huske at den som definerer hva som er verdi er kunden (byggherren). Det kan være en idé at entreprenøren definerer milepeler hvor endringer fortsatt kan skje uten for store konsekvenser, og at endringer etter disse milepelene vil få større konsekvenser. Det bør diskuteres med byggherren om dette kan være en idé å gjennomføre. Bruk av en BIM-modell for visualisering mot byggherren vil kanskje kunne bidra til at han får en større forståelse for de prosjekterte løsningene.

En mulighet kan også være å rangere endringene i konsekvenskategorier. Noen endringer vil ha så store konsekvenser at de vil forstyrre både fremdrift og økonomi i en så stor grad at det ikke kan forsvares, og da er det viktig at BH forstår dette, og at det kanskje er avtalt på en klar måte. (Eksempel: Valg av dører må skje slik at de kan planlegges og kjøpes inn i god tid, og slik at de kan monteres når det stemmer med fremdriften. Utstyr som hører til dørene; vridere, beslag, dørpumper etc. kan derimot endres uten for store konsekvenser på et langt senere tidspunkt. Man kan sågar

tenke seg at dette utstyret er levert til byggeplassen, men ikke montert, og likevel ønskes endret. Da må entreprenøren i så fall diskutere tilbakelevering av ubrukt materiell med sin leverandør. Det må antas et gebyr for retur, slik at det uansett oppstår en kostnad som BH da må kompensere.)

Ballard (2000) beskriver prosjektering som en prosess med forhandlinger og justeringer. Han hevder at det for å avslutte en slik prosess er nødvendig å ta visse beslutninger. Ettersom prosjekteringsprosessen må avsluttes med beslutninger, definerer Ballard (2000) beslutningsprosessen som en integrert del av prosjekteringsprosessen. At nødvendige beslutninger er tatt i tide er en av Koskelas (2000) forutsetninger for å kunne kalle en prosjekteringsaktivitet for sunn. Koskela (2000) sier også følgende: *"[...] kundenes øvrige forventninger må være avklart. Produksjonens krav til bygbarhet og offentlige regler og krav må være ivaretatt."*

For å få til en sunn prosjektering må man altså både sikre at de nødvendige beslutninger blir tatt i tide og at beslutningene i tillegg tar hensyn til kundens krav, samt de ulike krav og forutsetninger fra produksjonen. For å få til dette er det i følge Koskela (2000) også en forutsetning at involverte aktører har nødvendig kompetanse og beslutningsmyndighet. I prosjekteringsprosessen er aktørene dessuten gjensidig avhengige av hverandres arbeid for å få slutført sitt eget arbeid. Thompson (1967) sier at den beste måten for å håndtere slike resiproke prosesser er gjennom koordinering ved gjensidig tilpasning hvor informasjon fra de ulike aktørene overføres etter hvert som prosessen beveger seg fremover. I følge Bølviken, Gullbrekken og Nyseth (2010) bør prosjekteringen ideelt sett ha både en kreativ fase med stor variabilitet og iterasjon, og også en mer strømlinjet fase for å detaljere og fremstille produksjonsunderlag.

Med tanke på planlegging, så har en av informantene uttalt følgende:

"[...] planleggingen er veldig vanskelig. Av to grunner. Det ene er at det er komplekst, det er ikke noe som er helt sikkert. [...] hvis du bruker generelle regler så viser det seg at de holder ikke for 80 prosent av det du skal gjøre. Da erfarer du at avvik går, og det gjør at det er vanskelig å forholde seg til regler. Punkt to er at vi har noen generelle regler som vi planlegger etter og vi planlegger ikke alltid så veldig godt etter dem heller. [...] Så bottom line på det er at det planlegges alt for lite. Driftsplanlegging, produksjonsplanlegging. Da får du ikke noen klare bestillinger inn til prosjekteringen. I den grad du får bestillinger er de lite detaljert."

Byggeprosjekter anses i teorien for å være vanskeligere å planlegge enn prosjekter i annen type industri. I følge Koskela (2000) kan et av problemene i håndtering av byggebransjens utfordringer skyldes nettopp manglende forståelse for hva slags prosess et byggeprosjekt faktisk er. Næringen er i

stor grad basert på prosjekttenking hvor hvert bygg kan sees på som en ny prototype. Det er et nytt prosjekt, en ny fabrikk, på en ny plass og med nye aktører hver eneste gang. I mange tilfeller opplever man også at det ikke finnes noen tidligere erfaringer som man kan bygge videre på. I byggenæringen oppleves det at det er stor variasjon både i utførelse, bruk av metodikker og gjennomføring.

I Lean teori er en viktig forutsetning for å oppnå økt flyteffektivitet å eliminere eller redusere de forskjellige formene for variasjon i prosessene. I følge Koskela (2000) er det to typer variabilitet som påvirker flyten i en produksjonsprosess; variabilitet i prosesstiden og variabilitet i flyten av produksjonsoppgaver. Koskela (2000) sier følgende: *"Det må alltid være et mål at variabiliteten i produksjonsprosessene må søkes redusert så langt det er mulig."*

Dersom man standardiserer en større del av byggeprosjektet vil man kunne øve inn hvordan disse aktivitetene skal utføres, og vite nøyaktig hvor lang tid det tar å utføre de enkelte aktiviteter. Vil innføring av mer standardiserte løsninger kunne bidra til å fjerne noe av den kunnskapsoverføringen som må foregå mellom prosjektering og produksjon? Her er informantene noe uenige. En av informantene har uttalt følgende: *"[...] behovet for kunnskapsoverføring er der hele tiden. Det å gjøre ting litt bedre, bedre kvalitet, bedre marginer, ta vare på grensesnittet."*

Om standardisering av løsninger vil bidra til å redusere behovet for eller forenkle kunnskapsoverføring mellom prosjektering og produksjon er en problemstilling som bør utforskes nærmere. Informantene er stort sett enige om at standardisering av løsninger og detaljer vil kunne bidra til å dra ned tidsbruken, redusere kostnadene og antall byggefeil i produksjonen.

Oppsummering

Det er liten tvil om at det eksisterer store utfordringer i dagens prosess med å fremstille tegninger og underlag som er av tilstrekkelig kvalitet og i tide for produksjonen. Det er også et diskusjonsspørsmål hva som er tilstrekkelig kvalitet. At prosjekteringen ofte blir liggende tett opp mot produksjonen anses for å være et stressmoment som er vanskelig å håndtere for prosjekteringsleder. Det er også utfordrende å få tatt de nødvendige beslutninger på et rett tidspunkt, særlig er de som er knyttet til byggherrebeslutninger vanskelige. Manglende involvering av drift, UE-er og byggherre i prosjekteringsfasen gjør det utfordrende å få tatt beslutninger og fremstille produksjonsunderlag. I prosessen med å overlevere tegninger og beskrivelser fra prosjektering til produksjon synes tidspress på grunn av sene leveranser å være den største utfordringen. Sene leveranser resulterer i at man ikke rekker å få gjennomgått og kontrollert underlagene før de skal overleveres, med det resultat at de overleveres med dårlig kvalitet og mangler. Dette synes å være stressende og utfordrende for produksjonsorganisasjonen.

Det anses som nødvendig å få byggherren mer involvert på et tidligere stadium i prosjektet enn hva han ofte er. Det anses også som nødvendig å finne gode måter å involvere drift og UE-er på. I forhold til fremstillingen av underlagene bør utarbeides gode rutiner for å avstemme behovet. Det bør avstemmes fra uke til uke hvilke underlag som haster mest og hva som trengs for å få underlagene på plass. Det foreslås også at man etablerer en felles standard for tegninger og særlig målsetting slik at man slipper å bruke unødvendig tid på å diskutere hvordan tegningene skal se ut. Det eksisterer etablerte standarder for fremstilling av tekniske tegninger. Det viser seg likevel at praksis ikke følger disse, og at den varierer fra konsulent til konsulent. Det ville være en stor fordel om man klarte å bli enige om en felles standard som alle benyttet, og som brukerne også mente var riktig løsning.

Det bør også ligge en stor gevinst for byggebransjen i å standardisere flere av dagens løsninger og detaljer. Dette vil ta bort noe av det tolkningsrommet som eksisterer i dag.

For å gjøre prosjekteringsprosessen optimal sett fra produksjonens synsvinkel kan man tenke seg at de som representerer byggfagene (grunnarbeid, betongarbeider, tømmer etc.) møter de som er ansvarlige for prosjektering av de respektive fagene, og at man så går gjennom de ulike spørsmål om den videre prosessen. Dette kan for eksempel være å avstemme tidsbehov mht levering av tegninger, detaljeringsgrad, målsetting, nummerering, format etc. Man bør også beslutte hvem som gir tilbakemelding fra produksjonen, og hvem som er mottaker, og deretter ansvarlinjer for videre behandling.

10.2. Forskningsspørsmål 2

På hvilken måte kan VDC bidra til å fremstille gode leveranser og øke graden av suksessfull kunnskapsoverføring mellom prosjektering og produksjon?

Målsettingen for forskningsspørsmålet gjentas her:

Gjennom teoretisk og empirisk studium av hva VDC er, er et det ønskelig å kartlegge hvordan VDC kan bidra til å fremstille gode leveranser og øke kvaliteten på den kunnskapsoverføringen som foregår mellom prosjektering og produksjon.

Bak VDC-begrepet ligger det en rekke metoder, verktøy, rutiner og prinsipper. Gjennom VDC samles disse i et konsept for etablering av rutiner og standardisering av byggeprosessen (Kunz og Fischer, 2012). Denne diskusjonen er basert på Veidekkes definisjon av VDC. I Veidekke tar man som utgangspunkt at mye av styrken til VDC ligger i datamaskiner. Datamaskiner er svært effektive på å håndtere informasjon som det i byggebransjen er svært mye av.

BIM – Building Information Modeling

BIM er på god vei inn i byggebransjen, og implementeringen av BIM er en av de største forandringene byggebransjen har gjennomgått de senere år. BIM er i teorien blitt trukket frem som et verktøy som skal kunne bidra til å fremstille bedre tegningsunderlag, forenkle informasjonsflyten i et byggeprosjekt og gi et bedret visualiseringsgrunnlag. En nøyaktig og detaljert modell kan i prosjekteringsfasen benyttes til kollisjonskontroller mellom ulike fag. Informantene forteller at godt utførte kollisjonskontroller vil kunne være med å bidra til at det produseres bedre tegningsunderlag med mindre feil, noe som vil være med å redusere antallet byggefeil i produksjonsfasen. Utbedringer av feil som har oppstått er en aktivitet som i Lean teori anses som en ikke-verdiskapende aktivitet, "waste", som må forsøkes eliminert for at man skal kunne oppnå flyt i produksjonsprosessene. Det fortelles av prosjekteringsleder ved Voll studentby at man ved å kjøre kollisjonskontroller i prosjekteringsfasen har oppdaget en del flaskehals og utfordringer som man nok ikke hadde oppdaget uten kollisjonskontrollene.

BIM blir av informantene også trukket frem som et enkelt verktøy for å senke forståelsesbarrierene mellom prosjekterende og produserende i et byggeprosjekt. Gjennom intervjuene kommer det frem at 3D-modellen er et svært bra verktøy for å visualisere hvordan det ferdige bygget er tenkt å se ut. Bruken av 3D-modeller for å visualisere bygget gir en grundigere forståelse av bygget som helhet og gjør det samtidig enklere å forstå hvordan de enkelte elementer er satt sammen. En av informantene

forteller at BIM i diskusjoner om løsninger eller tolkninger av tegninger og snitt på en bedre måte enn 2D-tegninger viser hva det er som skal produseres.

Sett fra et leant perspektiv har bruken av BIM for visualisering potensial til å redusere andelen ikke-verdiskapende aktiviteter i grensesnittet mellom prosjektering og produksjon i form av at man slipper å bruke tid på å forstå ting som er bedre visualisert i en 3D-modell enn på en 2D-tegning. Det blir sagt av en av informantene at BIM for visualisering bidrar til å øke presisjonsnivået og redusere noe av det tolkningsrommet man ofte har ved bruk av 2D-tegninger. På denne måten er BIM et godt verktøy for å forenkle kunnskapsoverføringen mellom prosjektering og produksjon.

BIM har også potensial til å kunne bidra til å forbedre informasjonsflyten mellom de ulike aktørene som er involvert i prosjekteringsfasen. I følge Al Hattab og Hamez (2013) er den største bidragsyteren til sløsing av informasjon i prosjektene ineffektiv informasjonsdeling og flyt. I følge Flager og Haymaker (2007) (figur nr 6) går hele 54 % av tid brukt i prosjekteringsfasen med til håndtering av informasjon. Mye av dette vil kunne anses som ikke nødvendig arbeid som i Lean teori er definert som ikke-verdiskapende. Effektiv flyt av informasjon er et viktig element i Lean filosofi. I et BIM-basert prosjekt er informasjonen samlet og delt mellom de ulike brukerne. BIM gjør informasjonen tilgjengelig til alle brukere av modellen i det øyeblikk den er lagt inn, og man kan studere eller benytte det foreslåtte design i sitt arbeid umiddelbart. Ved at en "live" modellversjon av byggverket er tilgjengelig for alle, vil prosjekteringsteamet gjennom denne kunne samarbeide lettere enn om arbeidet skulle vært basert på øyeblikksbilder. På denne måten kan brukerne vurdere effekten av endringene på det generelle designet mer realistisk, og i sanntid i stedet for at foreldet data flyter tilbake og må bearbeides (Al Hattab og Hamzeh, 2013). Sjøgren (2009) har uttalt: «*Samme opplysninger legges i snitt inn minst 7 ganger i forskjellige systemer, frem til et bygg overleveres*». En av gevinstene ved å ta i bruk BIM er at den relevante informasjonen kun trengs å legges inn én gang, og bare ett sted.

Et av prinsippene i Toyotas produksjonssystem, "jidoka", handler om å etablere en transparent situasjon hvor alle ser alle til en hver tid. Dette gjøres gjennom visualisering og løpende oppdatering av all informasjon som er relevant for virksomheten (Modig og Åhlström, 2012). Bruk av åpen BIM, det vil si BIM i IFC format, er et alternativ for å øke gjennomsiktigheten i et prosjekt. En åpen BIM vil blant annet gi muligheter for å utføre kontroller av faktisk utført arbeid, opp mot tenkt utført arbeid. Ved å gjøre prosjektet gjennomsiktig legger en dessuten til rette for en langt bedre samhandling mellom ulike fagretninger. Undertegnede stiller seg spørrende til om bransjen er klar for en slik måte å arbeide på? Byggebransjen er generelt kjent for å være en konservativ bransje hvor åpenhet i et

prosjekt kanskje kan virke truende på de involverte aktørene. Når alle aktørene i et prosjekt skal forholde seg til samme modell, vil gjennomsiktigheten av prosjektet, og dermed åpenheten rundt ulik informasjon og dokumenter, automatisk økes. At BIM-en både oppfordrer til og krever større samarbeid mellom de ulike aktørene i byggeprosjektet er også dokumentert i tidligere forskning. Azhar (2011), gjengitt i Al Hattab og Hamez (2013) sier følgende: *“The strength of BIM, which many users have not yet realized as they think of BIM as just a ‘tool or a software’ rather than a ‘process’, lies in the collaboration that the BIM allows and requires between the stakeholders throughout the project’s lifecycle.”* Sentralt i denne formuleringen er at BIM både oppfordrer til og krever en større grad av samhandling mellom de ulike aktørene som benytter modellen.

Bruk av BIM i prosjekteringsfasen kan også inngå som et verktøy for fremdriftsplanlegging. Den tredimensjonale modellen kan utvides til en 4D-BIM ved at man legger til et tidsaspekt. En slik BIM-modell gjør det mulig å gå enda lengre enn den tradisjonelle papirbaserte planleggingen, når man tenker på prosjektstyring og prosjektplanlegging. Ved å ta i bruk en 4D-BIM kan man legge inn arbeidskraft og planlegge hvordan arbeidskraften skal fordeles. For eksempel kan man planlegge hvilket arbeid som skal utføres, hvem som skal utføre arbeidet, hvilke avhengigheter de ulike arbeidsoppgavene har og hvilke forutsetninger som må være oppfylt for at en skal kunne gå i gang med å utføre en bestemt arbeidsoppgave. Simulering av prosessen ved hjelp av en 4D-BIM vil dessuten kunne gi en grundigere forståelse av det arbeidet som skal utføres, og det vil bli enklere å utføre mer nøyaktige fremdriftsplaner. Bruken av BIM for dette formålet er ikke kommet så langt ennå og har ikke vært benyttet på noen av prosjektene som undertegnede har observert. Det er likevel å anta at dette vil bli et viktig bidrag for fremtidens måte å planlegge fremdriften på.

Implementeringen av BIM vil kanskje kunne bidra til at løsninger og metoder i større grad kan standardiseres og gjenbrukes. Dette er en problemstilling som bør undersøkes nærmere. Som nevnt i forskningsspørsmål 1 er det et viktig poeng i Lean filosofi i størst mulig grad å forsøke å eliminere variasjon i prosessene. Koskelas (2000) prinsipp for forenkling sier at en kan øke produktets verdi dersom en klarer å redusere antall komponenter i et produkt eller reduksjon av antall steg eller forbindelser i et materiale eller en informasjonsflyt. Gjenbruk vil også kunne bidra til å dele erfaringer fra et prosjekt til et annet. I dag kan det se ut til at det er dårlige rutiner for erfaringsoverføring mellom prosjektene og de ulike distriktskontorene, både gode og dårlige. At firmaet har gode rutiner for å ta med seg erfaringer videre, vil trolig være en viktig forutsetning for å kunne oppnå og opprettholde en kontinuerlig forbedringsprosess, innad i firmaet. Kontinuerlig forbedring er et viktig prinsipp i Lean teori.

En forutsetning for at man skal kunne dra positiv nytte av BIM er at modellen fungerer optimalt. Modellen må være riktig og informasjonen som legges inn må være relevant. Rapport til byggekostnadsprogrammet (2010) skriver følgende: *”Utviklingen av en felles modell (3D eller 3D-BIM) fordrer at man etablerer rutiner for hvem som kan gjøre hva i modellen på et gitt tidspunkt og at man etablerer åpen tverrfaglig kontroll. PRL må motvirke tendenser fra deltakerne til å trekke seg tilbake fra ansvar.”* Gjennom intervjuene får undertegnede vite at man har en BIM-koordinator i Veidekke, men at det beste er hvis prosjektet er så åpent og klart at hver enkelt rådgiver selv kan legge inn sine ting i modellen.

Det oppleves i dag at det er stor variasjon i bruken av BIM eller 3D-modeller i prosjekter. Av undertegnede observeres alt fra full 3D-prosjektering til prosjekter hvor man ikke benytter 3D-modeller i det hele tatt. Blant prosjekteringslederne er det også stor variasjon i kunnskap omkring temaet BIM og 3D-modeller, alt fra svært erfarne brukere til prosjekteringsledere som aldri har vært med på prosjekter hvor det benyttes 3D. Også blant prosjekterende og underentreprenører oppleves det at det er stor variasjon både med tanke på kunnskapsnivå og ønske om å ta i bruk ny teknologi. Flere av informantene forteller at underentreprenørene ikke alltid ser behovet for å benytte BIM i prosjektene og at det er utfordrende å få disse med på laget. En av informantene har gjengitt følgende fra en samtale med en underentreprenør:

”Men så sier jeg at skal du ikke ha noen målsetting om å prefabrikkere litt mer enn hva dere bruker. Nei, det var ikke noe vits i. Nei de skulle selvfølgelig være med å levere 3D-tegninger å forholde seg til det vi ble enige om med BIM, men de så ikke noen nytte for seg selv.”

Det ser ut til at manglende kompetanse om, og interesse for bruken av BIM, er de største utfordringene i forhold til å kunne dra nytte av dette verktøyet. For at man skal kunne dra positiv nytte ut av bruken av BIM er det dessuten viktig at all inputen til modellen kommer fra folk som har nødvendig kompetanse slik at modellen blir riktig laget. For å få frem interessen for BIM anses det som nødvendig å få tydeliggjort hvilke forenklinger BIM gir. Å slå sammen unge visjonæres kunnskap om teknologi og de eldres erfaring fra byggebransjen kan være et godt steg på veien.

IPP – Involverende Planlegging i Prosjektering

Verdiskapende samspill og Involverende planlegging er to av Veidekkes kjernesaker. Involverende planlegging er Veidekkes egenutviklede metodikk. Hensikten med metodikken er å oppnå felles involvering hvor alle de involverte deltar i planleggingen av sin egen arbeidsdag. Formålet er å bidra til å redusere kostnader og på den måten bidra til å øke verdien av sluttproduktet. Møtestrukturen i Involverende planlegging omfatter oppstartssamling, prosjekteringsmøter, ICE-møter, særmøter,

ARK-driftmøter og RIB-driftmøter. Involverende planlegging i prosjektering dreier seg om at planene lages i fellesskap av de som skal prosjektere samt at alle har kjennskap til og innflytelse på egne arbeidsoppgaver (Dammerud et al., 2013).

Gjennom intervjuene kommer det frem at man ikke er flinke nok til å involvere driften i prosjekteringen og at det ligger et stort forbedringspotensial her. Det fremkommer at det er store fordeler knyttet til å involvere driften i prosjekteringen og at dette helst bør skje så tidlig som mulig i prosjektet. Det er driften som vet hvordan de vil ha tegningene, og det er de som er praktikerne, og som vet hvilke løsninger som fungerer i praksis. Tidligere forskning viser at valgmulighetene blir mindre og mindre jo lenger ut i prosjektet en kommer, og at kostnadene ved å gjøre endringer øker eksponentielt med tiden i prosjektet (Reinertsen, 2009). Det anses derfor som viktig å få tatt de riktige valgene i den tidlige fasen, samt at alle uklarheter søkes avklart på et så tidlig tidspunkt som mulig.

Oppstartssamlingen som det er vanlig å gjennomføre i starten av prosjektet, har ofte både faglig og sosialt innhold. Denne samlingen blir av informantene sett på som en god mulighet til å bli kjent med hverandre, og det er blitt sagt at dette bidrar til å senke barrierene for å ta kontakt med hverandre eller spørre hverandre om hjelp senere i prosjektet.

Det er blitt diskutert hvor mye nytte man har av å dra produksjonen inn i prosjekteringsmøtene. I mange prosjekter dreier disse møtene seg mest om status, og det kan derfor være lite for begge parter å hente her. Ettersom PRL sitter på byggeplassen, og de fleste prosjekteringsmøtene også gjennomføres der, blir undertegnede fortalt at det burde være store muligheter for å involvere driften i disse møtene. Spørsmålet er om dette er den beste måten å gjøre det på. Prosjekteringsmøtene som undertegnede har observert har vært forholdsvis lange. Ineffektivitet og tid brukt på aktiviteter som oppfattes som "waste" er til stede. Undertegnede legger merke til at det er flere deltagere som sliter med å holde seg konsentrert når møtene sklir ut i diskusjoner som bare angår enkelte fag. Informantene forteller at en god måte å involvere driften på er gjennom deltagelse på ICE-møtene (se neste delkapittel). Ved å involvere driften i ICE-møtene kan man bidra til at løsningene som blir prosjektert er tilpasset produksjonens ønsker og krav samt at det som blir tegnet er byggbart.

Egne særmøter mellom RIB og drift, samt mellom ARK og drift, blir av informantene trukket frem som viktige møter i forhold til involvering av produksjonen. Her mener man at man kan få mye ut av det for begge parter. Gjennomføringen av ukentlige ARK-drift og RIB-drift møter trekkes frem som den

korteste veien for formidling av informasjon mellom prosjekteringen og produksjonen i et byggeprosjekt. Deltakerne på disse møtene er AL, formenn, baser, og henholdsvis arkitekt og/eller RIB. Disse møteseriene har fokus på valg av løsninger og gjennomgang av arbeidstegninger. Tanken bak disse møtene er å involvere driften på en best mulig måte. Arkitekt/RIB og bas får her mulighet til å stille hverandre spørsmål. Dersom viktige detaljer og løsninger kan diskuteres på forhånd vil en for eksempel unngå at arkitekten tegner noe som ikke er byggbart. En som har lang tidligere produksjonserfaring har bred kunnskap om de forskjellige tingene og kan komme med forslag til løsninger som er bedre enn hva som var utgangspunktet. Dette kan også bidra til å redusere kostnadene. Hvis en i tillegg klarer å dra inn BIM så vil en kunne øke kunnskapen hos produksjonen sammenliknet med bare å ha 2D-tegninger. For å sikre at møtene gjennomføres på en mest mulig effektiv måte bør partene enes om hvilken struktur dette samarbeidet skal ha, og være tro mot det man avtaler. Det anses som viktig å ha en fast struktur på ARK-drift og RIB-drifts-møter. I tillegg arrangeres det egne detaljgjennomganger med tømmerformann, betongformann og prosjekteringsleder. Tømmerformann og betongformann har ofte meninger om hvilke løsninger som fungerer best, og avvikling av disse møtene kan på den måten både bidra til at det fremstilles bedre underlag og at produksjonen får økt sin kunnskap om de prosjekterte løsningene.

Et av problemområdene som kom frem både i casestudiene og ved intervjuene er knyttet til involvering av de ulike rådgiverne og underentreprenørene. Det er et problem ved flere av Veidekkes prosjekter at enkelte rådgivere eller underentreprenører ikke møter i møtene. Informantene opplever det også som utfordrende når de som gjør selve prosjekteringen ikke er til stede i møtene, men i stedet sender en annen representant. Med tanke på dette har en av informantene har uttalt følgende: *”Det vil si at vi for prosjektering må få vekk nestorene i prosjektene som kommer og ødelegger planen. De er på alle møtene og gir kommentarer ut fra si erfaring, så drar de hjem og så skal de ha de unge ingeniørene som sitter der til å gjøre jobben.”*

Videre sier informantene:

”Vi må ha doeren, de som gjør prosjekteringen inn i bildet, inn i møtene, inn i planleggingen. Akkurat som vi henter snekkeren inn for å planlegge sin hverdag.”

I Lean teori anses aktiviteter som må gjenopptas som ikke-verdiskapende. Videre sier teorien at aktiviteter som må gjenopptas eller informasjon som må overføres mellom flere ulike ledd, vil føre til at informasjon kan gå tapt eller misforstås. Det anses derfor, i likhet med informantenes meninger, som viktig å sørge for at de som faktisk skal utføre prosjekteringen er til stede i møtene og får den nødvendige informasjonen og er med på å bidra til at avklaringer og beslutninger blir tatt.

Viktigheten av at de prosjekterende stiller i møtene kan også illustreres gjennom et problem som oppstod i et av casene som undertegnede har observert. Ved Voll Studentby hadde man en situasjon hvor RIB-tegningene på plasstøpte konstruksjoner ikke ble levert i tide, og som en følge av dette ble produksjonen hengende etter. På spørsmål om årsaken til den forsinkede leveransen svarer prosjekteringsleder følgende: *"Ja, det var en liten glipp i involveringen. Under involveringsprosessen så var den rådgiveren som nå har ligget bak, ikke med. Det er et lite tankekors da. Vi hadde den involveringsprosessen med planlegging av prosjekteringsplanen, der vi brukte lappeteknikk, fikk opp alle punktene og dro planen inn sammen. Men RIB-en på plasstøpt var tilfeldigvis ikke med den dagen."*

Informantene understreker viktigheten av å ha en god plan og struktur på møtene for å få de ulike rådgiverne til å møte. En av informantene forteller at det er viktig at møtene blir gjennomført på en god og effektiv måte slik at rådgiverne ikke føler at de kaster bort tiden. Samme informant mener også at man hadde fått avklart en større andel av sakene dersom alle UE-ene hadde stilt i prosjekteringsmøtene. Det anses her som viktig at prosjekteringslederen har evne til å drive prosessen slik at alle involverte er dedikerte og tar sine oppgaver på alvor, og gir arbeidet nok prioritet slik at gruppen ikke sinkes pga enkeltdeltakere.

Ved bruk av rullerende tidsplan-måling i prosjektene blir det målt på årsaker til at tegningsleveranser blir forsinket. Informantene forteller at det i mange tilfeller viser seg å være mangel på informasjon eller mangel på beslutninger som er årsakene til at leveransene blir forsinket. For å sikre at alle aktørene får med seg den nødvendige informasjonen og for at en skal få tatt beslutninger i tide, vil det være avgjørende at aktørene som er involvert stiller i møtene. En av informantene har uttalt følgende: *"[...] Da viste det seg at i flere av fagene så var det den som hadde vært i møtene som hadde brukt minst timer, mens dem som hadde brukt mest timer, var jo aldri i møtene. De hadde ikke sett personen en gang. Og da kan du tenke på at får den som jobber mest med prosjektet, men som aldri er i møtene med seg hva som skjer."*

Dette synspunktet understøttes av flere av informantene. Dersom man skal sikre god planlegging er det viktig at alle forutseningene er på plass. At rådgivere eller underentreprenører ikke møter, eller bare sender en representant når det er flere involvert vil medføre ekstra informasjonsledd. Teorien viser at når informasjonen må overleveres flere ganger så kan innholdet bli forvridd, noe som skaper feil. Arbeid som må gjenopptas krever også at en må sette seg inn i det på nytt og anses som "waste".

Undertegnede har dessverre ikke fått mulighet til å delta i noen ICE-møter, da prosjektene enten ikke var kommet så langt eller var forbi dette stadiet. Diskusjonen i dette kapitlet er derfor basert på intervjuer.

Gjennom intervjuene kommer det frem at det i starten av prosjektene ofte brukes mye tid på telefon og e-post for å avklare ulike saker. Informantene bekrefter at mye av denne tiden kunne vært brukt mer effektivt om man i stedet for å benytte telefon og e-post kunne kommunisert ansikt til ansikt. Særlig ved bruk av e-post opplever man ofte at innholdet misforstås og at det dermed er tidkrevende å sende e-poster frem og tilbake for å rette opp i misforståelsene. Et supplement til alle telefonsamtalene og e-postene i starten av prosjektet er gjennomføringen av ICE-møter. Tanken bak ICE-møtene er at avklaringer og riktige beslutninger kan gjøres raskere dersom alle de relevante interessentene i en beslutning i fellesskap kommer frem til en løsning.

Det understrekes av informantene at ICE-møtene er en god måte for å involvere driften i prosjekteringen. En av informantene sier følgende: *”En god ICE-økt med RI, BH og produksjonsleddet kan bidra til at de rette, byggbare løsningene fremskaffes.”* Dette kommer som resultat av at de som skal produsere i større grad har fått vært med og bidratt til løsningen. Sammen med bruk av BIM for gjennomføring av kollisjonskontroller, som nevnt i første delkapittel av denne besvarelsen, vil man ved hjelp av ICE-møtene kunne legge et godt grunnlag for å fremstille bedre underlag for produksjonen. At de produserende har fått være med på å utvikle løsningen vil kunne bidra til å redusere behovet for omprosjekteringer i etterkant som vil ha negativ innflytelse på økonomien og fremdriften i prosjektet. Unødvendige omprosjekteringer forstyrrer driften og oppfattes som et irritasjonsmoment for de som skal produsere.

En av informantene understreker at en forutsetning for at ICE skal kunne bidra til bedre løsninger er at en har involvert de som bør involveres, for eksempel formenn. Informantene understreker også at det i ICE-møtene er viktig å ha en god struktur på arbeidet, da man i disse møtene er mange som sitter og jobber sammen, og flere ulike fag som er involvert. I disse møtene spiller gjensidig avhengighet en stor rolle. At ICE-møtene gjennom god og ”riktig” involvering er med på å bidra til at prosjekteringsteamet fremstiller bedre tegningsunderlag, vil i senere tid bidra til å forenkle kunnskapsoverføringen mellom prosjekteringen og produksjonen. Emmitt (2007) hevder at det for å sikre god informasjonshåndtering er viktig at de valgene som de prosjekterende gjør, med hensyn til presentasjonen av informasjonen, er både nøyaktig og konsekvent med hensyn til bruk av språk,

målsetting og symbolbruk. I ICE-møtene får de som skal bruke tegningene og beskrivelsene mulighet til å være med å påvirke hvordan disse skal se ut. Dette vil bidra til å fremskaffe underlag som er i overensstemmelse med det produksjonen ønsker og dermed bidra til å redusere kilder til feil og misforståelser.

Videre bekrefter informantene at tverrfagligheten i ICE gjør det enklere å kartlegge kompetanse og når den trengs i prosjekteringen.

I følge Westgaard, Arge og Moe (2010) kan ICE-møtene bidra til å håndtere utfordringer i både de faserelaterte og de fagrelaterte grensesnittene i et byggeprosjekt. Westgaard, Arge og Moe (2010) skriver i sin rapport hvor viktig det er at de ulike grensesnittene blir tatt vare på. I rapport til byggekostnadsprogrammet (2010) sier de følgende: *”De prosjekterende, skal etter plan- og bygningsloven, ivareta sin egen prosjektering inn mot grensesnittet til andre prosjekterende. [...] det er i grensesnittene at problemene oppstår.”* Gjennom bruk av riktige metodikker og for eksempel BIM bidrar ICE-møtene til å håndtere de faglige grensesnittene. Gjennom samordning og involvering av tverrfaglige prosjekteringsgrupper og drift bidrar ICE-møtene til å håndtere de fasevise grensesnittene.

VO – Verdioptimalisering

Dette kapitlet vil ikke bli drøftet veldig inngående da verdioptimalisering har vært en av motivasjonene for hele oppgaven og derfor har vært gjennomgående for hele besvarelsen. I motsetning til BIM som kan sees på som et verktøy og IPP og ICE som kan sees på som gjennomføringsmetodikker, handler verdioptimalisering mer om måloppnåelse. I Veidekke inngår verdioptimalisering som et sentralt element i VDC. Verdi handler om hva kunden faktisk trenger, om å effektivisere produksjon og om å sørge for at det er rett produkt som produseres i produksjonsprosessene. En av informantene forteller at man i Veidekke i denne sammenhengen snakker om å ”jakte verdi” i prosjektene for å forsøke å finne det som er verdioptimalt. Dette gjøres ved å stille fem enkle spørsmål til alt som gjøres og alt som har en funksjon i prosjektet: *”Hva er det, hva gjør det, hva koster det, hva annet kan gjøre det samme og hva koster det.”* Et viktig aspekt ved verdioptimalisering er at det er kunden som definerer hva som er verdi. I boken *”Lean Thinking”* trekkes det å spesifisere hva som er verdi for kunden frem som et av fem grunnprinsipper i Lean (Lindblad, 2008).

Koskela (2007) definerer tre ulike problemer som kan oppstå ved verdioptimalisering:

- Man forstår ikke kundekravene riktig
- Kravene går tapt, eller forblir uoppfylte
- Omformingen av krav til produkt er ikke optimal

Informantene til oppgaven bekrefter at det er utfordrende å utforme kundens krav til endelige løsninger. I mange tilfeller ser dette ut til å ha sammenheng med dårlig involvering av byggherren og at man ikke alltid forstår hva byggherren ønsker seg eller at byggherren ikke forstår de prosjekterte løsningene. Dette medfører store utfordringer for fremstillingen av de ulike tegninger og beskrivelser, som diskutert under forskningsspørsmål 1.

På bakgrunn av at mange store prosjekter gjerne tar flere år å utvikle og ferdigstille, forteller informantene at man ofte ønsker å vente til så sent som mulig i prosjektet med å ta valg på tekniske løsninger. Dette har bakgrunn i at byggherren ofte ønsker at løsningene som fremstår i det ferdige bygget ikke skal være foreldet. Den tekniske utviklingen skjer kontinuerlig, på stort sett alle felt. Det innebærer at å låse sine løsninger før nødvendig kan medføre at man bygger løsninger som er "utgått på dato". Ved å la prosjekteringen være under utvikling fram til det seneste mulige tidspunkt vil man sikre seg at en får løsninger som er riktige i forhold til den tekniske utviklingen. Dette vil være med på å øke verdien av sluttproduktet. Hvor brytningspunktet mellom at en får med seg mest mulig verdi og det at det blir dyrere å produsere og ikke har nytteverdi, er, vil en måtte vurdere løpende. Dette er naturlig nok vanskelige vurderinger, som må gjøres i fellesskap av de prosjekterende og eieren av sluttproduktet.

Oppsummering

Det er stor enighet om at VDC har potensial til å bidra både i prosessen med å fremstille gode leveranser og til å forenkle kunnskapsoverføringen mellom prosjektering og produksjon. Det oppleves likevel at det både er noen svakheter og forbedringspotensial for å få fullt utbytte av verktøyene og metodikkene i VDC.

Gjennom casestudier og intervjuer registreres det at det jobbes på svært forskjellige måter i de ulike prosjektene, og ved de forskjellige distriktskontorene i Veidekke. Casestudiene har vært gjort i Trondheim, mens de fleste intervjuene har vært gjennomført med representanter fra Oslos distriktskontor. Både med tanke på gjennomføring av prosjektene, men også med tanke på utnyttelse av teknologi observeres det forskjellig praksis. Det erfares at det er en del forvirring rundt de ulike begrepene som benyttes. Man har i Veidekke hatt en diskusjon gående om hvilke begreper man skal benytte og for eksempel om VDC skal legges inn under Involverende planlegging eller om Involverende planlegging skal legges inn under VDC. I forhold til denne problemstillingen har en av informantene uttalt følgende: *”Jeg tror at ingen av dem har rett. Jeg tror det er to komplementære metodikker som inneholder delvis det samme og delvis har forskjeller som til sammen kan bli bra.”*

Det antas at man for å få en god effekt ut av utviklingsarbeidet bør enes om hvilke begreper og metodikker som skal benyttes. Det anses som nødvendig å avklare arbeidsmetodikkene internt i Veidekke slik at det jobbes etter samme praksis over hele landet. På denne måten blir det enklere å vite hva man har å forholde seg til, samtidig som man kan dra mer nytte ut av erfaringsutveksling mellom de ulike prosjektene og på tvers av landet.

Med tanke på BIM kommer det frem at det ligger store muligheter for bedret visualiseringsgrunnlag som forenkler kunnskapsoverføringen mellom prosjektering og produksjon, samt bedret informasjonsflyt og kollisjonskontroller som kan bidra til å fremstille bedre leveranser. Det er likevel visse utfordringer som ligger til hinder for å utnyttet BIM-ens potensial fullt ut. Det erfares at det er stor variasjon i bruken av BIM i prosjekter. Det observeres alt fra prosjekter som kjører full BIM-prosjektering med kollisjonskontroller, mengdeuttak etc. til prosjekter som knapt benytter 3D-modeller. Fra observasjoner og intervjuer kommer det frem at manglende kompetanse om og interesse for bruken av BIM er de største utfordringene i forhold til å kunne dra nytte av dette verktøyet.

Tanken bak Involverende Planlegging er at alle skal bidra til planlegging av sin egen arbeidsdag. For å få fremstilt tegninger og beskrivelser på en tilfredsstillende måte, anses det som nødvendig å få involvert de riktige personene i utarbeidelsesprosessen. ICE-møtene blir av informantene sett på som et viktig steg i prosessen med å fremstille leveranser. Her kan rådgivere, byggherre og representanter fra produksjonsleddet i fellesskap kommer fram til gode og byggbare løsninger. Særmøter mellom ARK-drift og RIB-drift blir sett på som en god måte å involvere driften lenger ut i prosjekteringsprosessen. En utfordring er at de ulike aktørene av ulike grunner ikke alltid er til stede i alle møtene. Dette resulterer i at informasjon kan gå tapt, og at man ikke får tatt nødvendige beslutninger. For å få tatt de nødvendige beslutninger og få til en god informasjonsflyt i prosjektet anses det som nødvendig å få til en god involvering av prosjekterende, UE-er og drift. Det er også nødvendig å få til en god dialog og en god involvering mellom prosjektering og byggherre, særlig med tanke på avklaringer og beslutninger som må tas av, og i samarbeid med, byggherre.

10.3. Hovedproblemstilling

På hvilken måte kan en forbedre aktivitetene i prosjekteringen slik at en både tilrettelegger for, og oppnår, høy kvalitet på kunnskapsoverføringen mellom prosjekteringen og produksjonen i et totalentrepriseprosjekt?

Arbeidet med denne oppgaven har omfattet litteraturstudie, caseobservasjoner og kvalitative intervjuer. På bakgrunn av informasjonen som er innhentet er det liten tvil om at det eksisterer store utfordringer både i prosessen med å fremstille leveranser og i overleveringen fra prosjektering til produksjon. I prosessen med å fremstille og overlevere de ulike leveransene er det mange ulike aktører og fag involvert, og det skal håndteres både fasevise og faglige grensesnitt. Antagelsen om at prosjekteringsprosessen i stor grad består av refleksive prosesser vanskeliggjør arbeidet med fremstillingen av de ulike produksjonsunderlagene. Så lenge prosessene er sekvensielle, kan prosjekteringslederen støtte seg til planer, men når prosessene er refleksive blir det vanskelig for prosjekteringsleder å administrere og planlegge de ulike aktivitetene. Når aktivitetene i tillegg av natur er kreative, stilles det enda større krav til prosjekteringslederen. Med stor grad av avhengigheter i prosjekteringsprosessen, oppstår det flaskehals. I disse prosessene er det stor mangel på planlegging og etablerte rutiner.

Det er helt klart at man i prosjekteringsprosessen trenger en modernisering og nye måter å jobbe på. Det viser seg at svært mange av hindringene som oppstår i produksjonen skyldes nettopp dårlige tegninger, manglende tegninger og mangelfull overlevering. Dette medfører store negative både tidsmessige og økonomiske konsekvenser for prosjektene. Hvis tegningen mangler når produksjonen skal starte, kan det bli prosjektering i produksjonen, da det ikke alltid er mulig å vente på tegningene ettersom en har en fremdrift å forholde seg til. Tegninger som blir levert sent er også et problem fordi man da ikke rekker å få gått gjennom disse for å luke ut eventuelle feil før de overlevers til produksjonen. En forutsetning for å få til en vellykket kunnskapsoverføring mellom prosjektering og produksjon er at leveransene er av tilstrekkelig kvalitet, blir levert i tide samt at man har gode metodikker for å sørge for at informasjonen kommer over fra prosjekteringen til produksjonen på en god og hensiktsmessig måte.

Basert på arbeidet med forskningsspørsmålene synes de største hindringene i prosessen med å fremstille tegninger og beskrivelser å være knyttet til manglende involvering av drift og underentreprenører på bakgrunn av tidspress og dårlig planlegging, dårlig håndtering av de faglige grensesnittene, manglende beslutningsevne, samt manglende involvering av byggherre.

De største hindringene for å få til en god overlevering fra prosjektering til produksjon synes å være knyttet til sene leveranser og tidspress i faseovergangen, mangelfull planlegging og manglende teknologibruk.

For å forbedre prosessene med å fremstille underlag for produksjonen anses det som nødvendig å få til en bedre involvering av drift, prosjekterende, UE-er og byggherre. Involvering av driften er nødvendig for å få fremstilt gode produksjonsunderlag. Det er driften som vet hvordan de vil ha tegningene og hvilke løsninger som er byggbare. At produksjonens krav til byggherret er ivaretatt er en av seks forutsetninger i hindringsanalysen som må være oppfylt for at man skal kunne sikre en sunn prosjektering. Involvering av UE-ene er nødvendig for å få tatt beslutninger som trengs for å fremstille produksjonsunderlagene. Involvering av byggherren er nødvendig for å få avklart hva han vil ha bygget og for at han skal få tatt sine beslutninger. Involverende planlegging i prosjektering er Veidekkes egenutviklede metodikk for å få til et godt samspill mellom aktørene i prosjekteringsfasen. Mye av styrken med Involverende planlegging er i Lean tankegangen som ligger bak. Involverende planlegging har mye til felles med Ballards (2000) Last Planner System™. Sammen med fokus på å skape flyt og redusere "waste" er Last Planner System™ et viktig element i Involverende planlegging. Ved en tilstrekkelig implementering av Last Planner System™ flyttes fokuset for beslutningsplanleggingen til et nivå der de som skal ta seg av arbeidet som beslutningen omfatter selv lager planen. Det anses likevel for å være viktig i fellesskap å definere noen milepæler som aktørene kan forholde seg til og strekke seg etter. For å sikre best mulig byggherreinvolvering bør det etableres faste møtetidspunkt hvor bemyndiget personell fra byggherren møter de prosjekterende og helst også de som skal bygge.

I de innledende fasene av prosjekteringen er det mange ulike muligheter som skal undersøkes og avklares for å passe sammen. Det er i denne fasen også et sterkt behov for å få gjort avklaringer og beslutninger for den senere prosjekteringsprosessen. En hindrende faktor i prosessen med å fremstille underlag er ulike endringer som oppstår underveis. I FBS-rammeverket illustreres det hvordan et designproblem omdannes til en beskrivelse gjennom åtte ulike prosesser. De tre siste prosessene i dette rammeverket består av forskjellige typer av omformuleringer av løsningen dersom den valgte løsningen viser seg ikke å være tilfredsstillende. I følge Gero og Kannengiesser (2004) viser studiene at behovet for omformulering av løsningen avtar med tiden i prosjektet, men at det aldri blir helt borte. Dersom dette rammeverket overføres til prosjekteringsprosessen vil det indikere at prosjektering kan sees på som en ikke-statisk, det vil si en dynamisk prosess. Dette er i samsvar med Reinertsen (2009) som hevder at det i en prosjekteringsprosess alltid vil finnes en mulig løsning som er bedre, og at prosjektering dermed kan sees på som en utvidbar oppgave. Dette synspunktet

støttes også av funnene fra intervjuene, hvor blant annet en av informantene har uttalt viktigheten av det at en alltid kan gjøre ting litt bedre for å oppnå høyere kvalitet og bedre marginer.

Det foreslås at det bør etableres effektive rutiner som ivaretar riktig behandling av de avvik og endringer som måtte oppstå. Inkludert i dette må være ikke bare å utbedre og rette avviket, men også evaluering av hvordan en forhindrer at det gjentar seg. En idé kan være å opprette en database, for eksempel noe lignende SINTEFs Byggforskserie⁴, hvor feil og avvik som har oppstått legges inn. Man kan se for seg at en slik database er tilgjengelig for alle i Veidekke og kan benyttes når det oppstår feil i prosjektene. Man kan da søke på tidlige oppståtte feil og finne ut hvordan feilen har blitt evaluert og løst tidligere. Dette er noe som bør undersøkes om kan være mulig å gjennomføre.

Hindringsanalysen er et element i Involverende planlegging som i samsvar med Lean-filosofien har som målsetting å eliminere "waste" og sørge for at kun "sunne" aktiviteter kommer til utførelse. Hindringsanalysen gjennomføres basert på seks punkter hvor målsettingen er at alle aktivitetene skal være verdiskapende. Ved å benytte seg av hindringsanalysen tilrettelegger man for å oppnå en god flyt i prosjekteringsprosessen.

I figuren til Flager og Haymaker (2007) (figur nr 6) vises det at det i prosjekteringsfasen brukes mye tid på informasjonshåndtering og det konkluderes med at det er store forbedringspotensialer knyttet til håndtering av informasjon i en prosjekteringsgruppe. Dette kommer også frem både gjennom intervjuene og ved caseobservasjonene hvor undertegnede blir fortalt og det observeres at det benyttes for mye tid på håndtering av informasjon. Dette anses som "waste" i Lean filosofi. Selve essensen i Lean-filosofien går ut på at alle aktivitetene som utføres skal være verdiskapende og på den måten bidra til å skape verdi i sluttproduktet. Det må arbeides for å finne mer effektive måter å håndtere informasjonen i byggebransjen på. Gjennom intervjuene kommer det fram at det i starten av prosjektene skal håndteres mye informasjon og at mye av tiden går med til å prate i telefon samt å skrive og svare på e-post. Det å jobbe mer med samlokalisering for eksempel gjennom deltagelse på ICE-møter gjør at informasjonen flyter lettere i prosjekteringsgruppen, og man vil kunne få raskere avklaringer på ulike problemstillinger. Westgaard, Arge og Moe (2010) foreslår at god informasjonsflyt til de ulike aktørene, gjennom korte rapporter eller orienterende seminarer vil bidra til å øke innsatsviljen til aktørene og samtidig fjerne mange kilder til feil og misforståelser. Ved avanserte (og store) byggeprosjekter foreslås det at prosjekteringsorganisasjonen og byggeorganisasjonen samlokaliseres og er tilknyttet et felles datanettverk. Dette vil sikre rask flyt av informasjon og mindre hindringer for å ta initiativ til å diskutere alternative og nye løsninger.

⁴ <http://www.sintef.no/Byggforsk/>

Innføringen av BIM i byggenæringen anses også for å være et godt verktøy som kan bidra til å forenkle informasjonshåndteringen, gjennom at all informasjonen ligger tilgjengelig for alle aktørene i en og samme modell. På denne måten åpner BIM opp for en mer transparent organisasjon hvor alle kan se hva alle driver med til en hver tid. Dette er i Lean teori et viktig poeng for å oppnå en flyteffektiv prosess. BIM vil også kunne bidra til å forenkle kunnskapsoverføringen mellom prosjektering og produksjon, i den forstand at visualiseringsgrunnlaget forbedres.

Å få til en fullverdig implementering av BIM i prosjektene synes å være utfordrende. Byggebransjen preges av å være en tradisjonell og konservativ bransje hvor innovasjon og nyskaping kan oppfattes som truende sammenlignet med andre bransjer. Dette medfører at enkelte løsninger kan bli benyttet i lengre tid selv om det finnes alternative løsninger som er bedre. De tverrfaglige modellene i VDC knytter sammen arkitekt, rådgivere, entreprenører, eiere og underentreprenører på en god måte. VDC bidrar til å gjøre prosjektet mer oversiktlig og transparent som er et av prinsippene i Lean filosofi. I prosjekteringsprosessen omsettes det mye informasjon og i en prosjekteringsprosess som baserer seg på tradisjonelle metoder kan mye informasjon gå tapt. VDC bygger i stor grad på bruk av datamaskiner for å håndtere informasjonen. Implementeringen av BIM-modeller i byggebransjen bidrar til å sikre koordinering og samhandling på tvers av alle de ulike faggruppene og de ulike aktørene som er involvert i byggeprosjektet, og bidrar til å forbedre og ikke minst kontrollere informasjonsflyten. Innføringen av BIM er kommet et stykke på vei, men det gjenstår fortsatt en god del arbeid før man vil kunne utnytte verktøyet fullt ut. Flaskehalsene som hindrer en fullstendig implementering av BIM består av manglende kunnskap og interesse. Utfordringen her ligger i å synliggjøre at det trengs og at det finnes nye og bedre måter å arbeide på. For å hindre at bransjen blir hengende etter, kan det være en god idé at det skapes flere gode prosjekter som illustrerer nytteverdien av en fullverdig BIM-prosess, slik at motstandene mot endring kan forsøkes redusert. Et ledd i arbeidet med å gjøre bransjen mer industrialisert vil også være å automatisere arbeidsmetodene og undersøke mulighetene for i større grad å benytte seg av muligheten for prefabrikkerte løsninger. Store selskaper, som Veidekke, bør intensivere opplæring i ny teknologi etter hvert som den utvikles, og gjennom anvendt bruk har bevist sine fortrinn. For eksempel bør opplæring i bruk av BIM være like selvsagt som å kunne andre program som er knyttet til prosjektering og prosjektledelse.

Meland (2000) har i sin doktoravhandling listet opp en rekke ulike forhold som påvirker fiaskograden i byggeprosjekter, hvor et av disse forholdene er prosjekteringslederens mangelfulle arbeidsmetodikk. Kommunikasjon og mangelfull planlegging er sentrale arbeidsmetodikker for å unngå fiasko. Evnen til å kommunisere effektivt er i følge Østby-Deglum, Svalestuen og Drevland

(2013) en evne som alle prosjekteringsledere bør inneha. Gjennom deltakelse på prosjekteringsmøter og samtaler med prosjekteringslederne på de to prosjektene, har undertegnede fått et innblikk i prosjekteringslederens arbeid. Det oppleves at rollen som prosjekteringsleder er stor og krevende. Prosjekteringslederen skal ha oversikt over alle de involverte aktørene, aktivitetene som skal utføres, rekkefølgen på aktivitetene samt ulike avhengigheter som eksisterer og må tas hensyn til. Det anses som nødvendig at stillingen prosjekteringsleder løftes i status i organisasjonene, og man må sikre seg at de best mulig kvalifiserte kandidatene innehar slike stillinger. Prosjekteringsprosessen legger et så stort grunnlag for vellykket selve utførelsesfasen blir at effektiv og god ledelse av denne prosessen anses for å være svært viktig.

11. KONKLUSJON

Kapitelet oppsummerer oppgaven, tar for seg feilkilder og selvkritikk og angir forslag til videre arbeid.

11.1. Konklusjon

På hvilken måte kan en forbedre aktivitetene i prosjekteringen slik at en både tilrettelegger for, og oppnår, høy kvalitet på kunnskapsoverføringen mellom prosjekteringen og produksjonen i et totalentrepriseprojekt?

Rapporten tar sikte på å redegjøre for hvordan en kan tilrettelegge for, og oppnå, høy kvalitet på kunnskapsoverføring mellom prosjektering og produksjon. Som beskrevet i oppgaven er prosjekteringsprosessen en kompleks og sammensatt del av et byggeprosjekt og det skal håndteres både faserelaterte og fagrelaterte grensesnitt.

Som også beskrevet i oppgaven vil all prosjektering måtte avsluttes med beslutninger og valg. Det fremstår som utfordrende å få tatt disse beslutningene på en slik måte og til slik tid at flyten i prosessen som må til for å få fremstilt tegninger og leveranser blir optimalisert. Det fremstår som utfordrende å organisere prosjekteringsprosessen på en slik måte at en får involvert drift og UE-er på en god nok måte. Involvering av driften er ønskelig og ofte helt nødvendig for å få fremstilt gode produksjonsunderlag. Det er driften som vet hvordan de vil ha tegningene og hvilke løsninger som er byggbare. Involvering av UE-ene er også nødvendig for å få tatt beslutninger som trengs for å fremstille produksjonsunderlagene på en slik måte at det passer deres arbeid. Ofte kan det også være vanskelig å få byggherren til å ta de beslutninger han må ta, for at prosjekteringsteamet skal ha et utgangspunkt for å få fremstilt optimale underlag slik at en unngår omprosjekteringer. Meland (2000) har i sin doktoravhandling lagt fram bevis for at manglende støtte fra byggherren er en medvirkende årsak til at byggeprosjekter har blitt mislykket. 14 år etter Melands funn kommer undertegnede frem til samme konklusjon. Dette kan indikere at lite forbedring har skjedd i mellom tiden. Oppsummert er hindringene i prosessen med å fremstille tegninger og beskrivelser knyttet til:

- Manglende involvering av drift og UE-er på bakgrunn av tidspress og dårlig planlegging
- Manglende involvering av byggherre
- Generelt dårlig planlegging
- Dårlig håndtering av de faglige grensesnittene
- Manglende beslutningsevne
- Ulike arbeidsmetodikker

Som beskrevet i oppgaven er det for å få til en vellykket kunnskapsoverføring mellom prosjektering og produksjon først og fremst avgjørende at underlagene er riktig fremstilt samt at de blir levert i god nok tid før produksjonen skal starte. De største utfordringene som ligger til hinder for å sikre en god overføring av underlag fra prosjektering til produksjon synes basert på arbeidet med oppgaven å være knyttet til tidspress på grunn av sene leveranser som man ikke rekker å få gjennomgått og kontrollert. Bruk av ny teknologi, som for eksempel BIM, er også et element som kan bidra til å forenkle kunnskapsoverføringen, men som i dag i alt for liten grad er til stede. Oppsummert er hindringene i prosessen med overlevering fra prosjektering til produksjon knyttet til:

- Sene leveranser
- Tidspress i faseovergangen
- Mangelfull planlegging
- Manglende teknologibruk på bakgrunn av svak kunnskap og interesse

For å forbedre aktivitetene i prosjekteringen foreslås følgende:

- Å få til en bedre involvering av drift og UE-er gjennom å lage en god struktur på møter slik at aktørene ikke føler at de kaster bort tid. Det er viktig at aktørene føler et eierskap til prosjektet og ser verdien av å delta med sin kompetanse og innsats.
- Å få til en bedre involvering av byggherre gjennom at det etableres faste møtetidspunkt hvor bemyndiget personell fra byggherren møter de prosjekterende og helst også driften.
- Ved avanserte (og store) byggeprosjekter bør prosjekteringsorganisasjonen og byggeorganisasjonen samlokaliseres for å sikre rask flyt av informasjon og mindre hindringer for å ta initiativ til å diskutere alternative og nye løsninger.
- Øke kunnskapsnivået og interessen for BIM. BIM er et godt verktøy for å visualisere mot produksjonen og kan også bidra til å forenkle informasjonsflyten i prosjektet, men det fordrer at man har kunnskapen og interessen for å ta den i bruk. Veidekke bør intensivere opplæring i ny teknologi. Opplæring i bruk av BIM bør være like selvsagt som å kunne andre programmer som er knyttet til prosjektering og prosjektledelse.
- Innføre krav om bruk av åpen BIM. Det anbefales også at man går bort fra å benytte en kombinasjon av 2D- og 3D-tegneprogrammer, og går over til å tegne alt i 3D-programmer.

- I fellesskap i Veidekke enes om hvilke metodikker man skal bruke slik at det arbeides etter samme praksis over hele landet. På denne måten vil man få større utbytte av utviklingsarbeidet samt erfaringsutveksling mellom de ulike distriktskontorer og prosjekter.
- Arbeide for at stillingen prosjekteringsleder løftes i status i organisasjonene samt at man sikrer seg at de best mulig kvalifiserte kandidatene innehar slike stillinger.
- Se på mulighetene for å etablere en standard mal for hvordan tegninger og særlig målsetting skal fremstilles. Dette vil bidra til å fjerne unødvendig tid brukt på diskusjoner rundt hvordan tegningene skal se ut og redusere antall feil som skjer pga uklarheter i tegningsunderlaget.

11.2. Veien videre

Det er liten tvil om at det generelt i byggebransjen er behov for å effektivisere og redusere kostnader. For å få til dette er man avhengig av å tenke nytt og annerledes. Denne oppgaven tar bare for seg en liten del av problemene som er i et byggeprosjekt. Det er viktig å være klar over at tiltak som iverksettes i de ulike fasene, bare løser deler av de utfordringene som er i byggebransjen. Et byggeprosjekt er en stor og sammensatt prosess og problemer som oppstår i en fase kan på grunn av dominoeffekt også få store konsekvenser i andre deler av byggeprosjektet. Innføringen av metodikker som for eksempel VDC er bare løsninger på delmål.

Forslag til videre arbeid:

- Se på mulighetene for å standardisere en større del av byggverket. For undertegnede kan det synes som at BA-næringen fortsatt tenker for mye som håndverkere og for lite som industri. Hvor stor andel av et byggeprosjekt kan flyttes til fabrikk? Kan det prosjekteres mer med standardiserte moduler og hurtig montasje på byggeplass?
- Se på muligheten for i større grad å standardisere metoder og prosesser. Et viktig poeng i Lean teori er at variasjon i prosesser bidrar negativt til flyten i prosjektet og bør søkes redusert. Hvor stor andel av dagens metoder og prosesser kan standardiseres?
- Se på mulighetene for å opprette en database, for eksempel noe lignende SINTEFs Byggforskserie. I denne databasen kan man tenke seg at feil og avvik som har oppstått underveis i et prosjekt blir lagt inn. Databasen er tilgjengelig for alle i Veidekke og kan benyttes for å søke opp tidligere oppståtte feil.
- Se på hvilke holdninger som eksisterer i byggebransjen og hvordan disse kan forbedres. Det oppleves at det er en holdning i byggebransjen hvor man ser på bransjen som spesiell og annerledes sammenlignet med annen industri, og at man dermed har lett for å tenke at man har lite å lære av andre. Byggebransjen er en viktig samfunnsaktør og har stor betydning for norsk økonomi. Det er stort behov for å få opp produktiviteten i næringen.

11.3. Feilkilder og selvkritikk

De personlige intervjuene som ble gjennomført innledningsvis ble gjennomført som åpne intervjuer hvor intervjuobjektene fikk lov til å uttale seg forholdsvis fritt om temaene. Gjennomføringsmetoden ble valgt da undertegnede på dette tidspunktet ikke hadde den nødvendige kunnskapen til å stille mer direkte spørsmål. I ettertid ser jeg at det hadde vært en fordel for resultatet av intervjuene om det hadde blitt stilt mer direkte spørsmål allerede i de innledende rundene. Dette ble forsøkt veid opp for ved å sende ut et oppfølgingsintervju på et senere tidspunkt hvor undertegnede hadde fått mer kunnskap om prosjekteringsprosessen og dens aktiviteter. Prosjekteringsprosessen er som nevnt tidligere en meget kompleks prosess som det nok tar lang tid å opparbeide seg kunnskap og erfaring om.

I etterkant ser jeg at det kunne ha tilført oppgaven verdi og også intervjuet noen fra driftssiden. Ettersom undertegnede bare har intervjuet prosjekteringsledere, vil nok oppgaven ha et lite preg av å være ensidig. Informantene fra Veidekke anser prosjekteringslederen for å være den personen som er ansvarlig for å få til en god dialog mellom prosjektering og produksjon i et byggeprosjekt, så det er nok uansett PRLs uttalelser som ville blitt vektlagt i størst grad.

Det kunne også ha tilført oppgaven verdi dersom undertegnede hadde fått observere i noen ICE-møter eller ARK-drift/RIB-drift-møter. Dette lot seg dessverre ikke gjennomføre i mangel på prosjekter som befant seg i de aktuelle fasene for disse møtene.

REFERANSELISTE

- Al Hattab, M. og Hamzeh, F. (2013). *Information flow comparison between traditional and bim-based projects in the design phase*. Proceedings for the 21st Annual Conference of the International Group for Lean Construction., Fortaleza, Brazil.
- Aslesen, S. (2013). *Integrert metodikk for prosjekteringsledelse*. Oslo: Veidekke Entreprenør AS.
- Ballard, G. og Koskela, L. (1998). *On the agenda of design management research*. The 6th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Guarujá, Sao Paulo, Brazil.
- Ballard, G., Hammond, J. og Nickerson, R. (2009). *Production control principles*. Proceedings of the 17th annual conference of the International Group for Lean Construction. 489-500 s.
- Ballard, H. G. (2000). *The last planner system of production control*. Seymour, D. (red.).
- Boligprodusentene. (2012). *Nye tall fra SSB viser at nedgangen i produktiviteten i byggenæringen er langt mindre enn tidligere antatt*. Tilgjengelig fra: <http://boligprodusentene.no/nyheter/nye-tall-fra-ssb-viser-at-nedgangen-i-produktiviteten-i-byggenæringen-er-langt-mindre-enn-tidligere-antatt-article288-151.html>.
- BuildingSmart. (2013). *The buildingSMART data model*. Tilgjengelig fra: <http://www.buildingsmart.org/standards/ifc>.
- Bølviken, T., Gullbrekken, B. og Nyseth, K. (2010). *COLLABORATIVE DESIGN MANAGEMENT: IGLC*.
- Dalland, O. (2012). *Metode og oppgaveskriving for studenter*. 5. utg. Metode og oppgaveskriving. Oslo: Gyldendal akademisk.
- Dammerud, H. S., Mogstad, N. A., Aslesen, S. og Bølviken, T. (2013). *Involverende planlegging i prosjektering*: Veidekke AS.
- Direktoratet for byggkvalitet. (2012). *Veiledning tilsyn - Vedlegg 3.2. Prosjekteringsprosessen*.
- Gero, J. S. og Kannengiesser, U. (2004). *The situated function-behaviour-structure framework*. *Design Studies*, 25 (4): 373-391.
- Gode bygg for eit betre samfunn: ein framtidsretta bygningspolitikk*. (2012). St.meld. ... (trykt utg.). Oslo: Departementenes servicesenter. book s.
- Grenness, C. E. (1999). *Kommunikasjon i organisasjoner: innføring i kommunikasjonsteori og kommunikasjonsteknikker*. Oslo: Abstrakt forl.
- Grimsmo, E. (2008). *Hvordan unngå prosjekteringsfeil*.
- Grønmo, S. (2004). *Samfunnsvitenskapelige metoder*. Bergen: Fagbokforl. book s.
- Hansen, G. K. (u.d). *Samspeilet i byggeprosessen*.
- Howard, T. J., Culley, S. og Dekoninck, E. (2008). *Describing the creative design process by the integration of engineering design and cognitive psychology literature*. *Design studies*, 29 (2): 160-180.

- Howard, T. J., Culley, S. og Dekoninck, E. A. (2011). Reuse of ideas and concepts for creative stimuli in engineering design. *Journal of Engineering Design*, 22 (8): 565-581.
- Howell, G. A. (1999). *What is lean construction*. Proceedings IGLC. 1 s.
- International Group for Lean Construction. (2014). *Welcome to the IGLC*. Tilgjengelig fra: <http://iglc.net/>.
- Kalsaas, B., Skaar, J. og Thorstensen, R. (2010). System og resultater fra utprøving av planleggingsmetoden "Last Planner"(Lean Construction) på Havlimyra oppvekstsenter i Kristiansand commune. *Byggkostprogrammet, University of Agder and Skanska Region Agder, Grimstad*.
- Khanzode, A., Fischer, M., Reed, D. og Ballard, G. (2006). A guide to applying the principles of virtual design & construction (VDC) to the lean project delivery process. *CIFE, Stanford University, Palo Alto, CA*.
- Koskela, L. (2000). *An exploration towards a production theory and its application to construction*: VTT Technical Research Centre of Finland.
- Koskela, L. (2004). *Making do-the eighth category of waste*. Proceedings of the 12th annual conference of the International Group for Lean Construction.
- Kunz, J. og Fischer, M. (2012). Virtual design and construction: themes, case studies and implementation suggestions. *Center for Integrated Facility Engineering, Working Paper, 97*.
- Larman, C. og Vodde, B. (2008). *Lean Primer*.
- Larsen, A. K. (2007). *En enklere metode: veiledning i samfunnsvitenskapelig forskningsmetode*. Bergen: Fagbokforl. book s.
- Lean Communications AS. (2011). *Lean Construction*. Tilgjengelig fra: <http://www.leancommunications.no/Lean-Construction/cid/29180/>.
- Lean Construction Institute. (2014). *History*. Tilgjengelig fra: <http://www.leanconstruction.org/about-us/history/>.
- Lindblad, S. (2008). *Lean - en filosofi*. Tilgjengelig fra: <http://www.forretningsprosess.no/lean-en-filosofi/>.
- Mangfold av vinnere: næringspolitikken mot 2020*. (2013). St.meld. ... (trykt utg.). Oslo: Departementenes servicesenter. book s.
- Meland, Ø. H. (2000). *Prosjekteringsledelse i byggeprosessen: Suksesspåvirker eller andres alibi for fiasko*: Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi. dissertation s.
- Modig, N. og Åhlström, P. (2012). *Dette er Lean: løsningen på effektivitetsparadokset*. Stockholm: Rheologica publishing.

- Murray, L. J. (2014). *Three Types of Interdependence in an Organizational Structure*. Tilgjengelig fra: <http://smallbusiness.chron.com/three-types-interdependence-organizational-structure-1764.html>.
- NTNU. (2010). *Kildekritikk* [Web page]: VIKO. Tilgjengelig fra: <http://www.ntnu.no/viko/kildekritikk>.
- Reinertsen, D. G. (2009). *The principles of product development flow: second generation lean product development*: Celeritas Redondo Beach,, Canada.
- Sampaio, J. C. S. og Neto, J. d. P. B. (2010). *Value Generation and Its Relation With the Design Process*. 18th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Haifa, Israel.
- Sjøgren, J. (2009). Hva er BuildingSMART?
- Statsbygg. (2011). *Bruk og nytteverdi av BIM*. Tilgjengelig fra: <http://statsbygg.no/FoUprosjekter/BIM-Bygningsinformasjonsmodell/Bruk-og-nytteverdi-av-BIM/>.
- The university of British Columbia. (2014). *Deisgn processes*. Tilgjengelig fra: <http://dstudio.ubc.ca/toolkit/processes/> (lest 18.04).
- Thompson, J. D. (1967). *Organizations in action: social science bases of administrative theory*. New York: McGraw-Hill. book s.
- Thyssen, M. H., Emmitt, S., Bonke, S. og Bonke, S. (2008). *The Toyota product development system applied to a design management workshop model*. 16th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Manchester, UK.
- Toyota. (2012). *The origin of the Toyota Production System*. Tilgjengelig fra: http://www.toyota-global.com/company/vision_philosophy/toyota_production_system/origin_of_the_toyota_production_system.html.
- Veidekke AS. (2014). *Hva gjør Veidekke Entreprenør?* Tilgjengelig fra: <http://www.veidekke.no/var-virksomhet/entreprenor/hva-gjor-veidekke-entreprenor/>.
- Veidekke ASA. (2014a). *Fakta om Veidekke*. Tilgjengelig fra: <http://www.veidekke.no/om-veidekke/fakta-om-veidekke/>.
- Veidekke ASA. (2014b). Samfunnsansvarsrapport 2013.
- Veidekke ASA. (2014c). *Verdiskapende samspill*. Tilgjengelig fra: <http://www.veidekke.no/om-veidekke/verdiskapende-samspill/>.
- Westgaard, H., Arge, K. og Moe, K. (2010). *Prosjekteringsplanlegging og prosjekteringsledelse: rapport til Byggekostnadsprogrammet, januar 2010*. Oslo: Arkitektbedriftene.
- Womack, J. P. (2007). *The machine that changed the world*. London: Simon & Schuster.
- Østby-Deglum, E., Svalestuen, F. og Drevland, F. (2013). *Prosjekteringsledelse - teoretisk grunnlag*. Trondheim: NTNU, Veidekke.

VEDLEGG

VEDLEGG 1 – SPØRRESKJEMA FOR PERSONLIGE INTERVJUER

Introduksjon

- Hvilken utdannelsesbakgrunn har du?
- Innenfor hvilken del av byggebransjen har du hovedsakelig arbeidet de siste to årene?
- Hvor mange års erfaring har du fra byggebransjen?
- Kan du fortelle litt om prosjektet du arbeider på nå? (total prosjektkostnad, prosjektets varighet, entreprisprinsipp, etc)
- Hva er din funksjon i dette prosjektet?

Prosjektet

- Hvordan ligger prosjektet an i forhold til budsjett og tidsplan?
- Kommer byggets eier til å bli fornøyd?
- Kommer kvaliteten på bygget til å bli tilfredsstillende?

Gjennomføringen av prosjekteringsprosessen

- Var gjennomføringen av prosjekteringsprosessen så smertefri som den burde ha vært?
- Var byggeleder/entreprenør fornøyd med leveringstidspunkter for arbeidstegninger?
- Var byggeleder/entreprenør fornøyd med tegningenes kvalitet?
- Fikk arkitekten innspill og råd fra de andre rådgiverne i tide til å hindre omprosjektering?
- Ble arkitektens levering av tegningsunderlag til de andre rådgiverne levert i tide?
- Ble det gjennomført mange endringer etter forprosjektering?

VEDLEGG 2 – INTERVJUMAL FOR OPPFØLGINGSPØRSMÅL

1. Føler du at det er problemer knyttet til følgende utsagn og hvilke kommentarer har du til de:
 - a. At tegningene ikke blir ferdige i tide
 - b. At tegningene ikke viser nok detaljer og er entydige
 - c. At mottaker ikke forstår tegningsinnholdet
 - d. At brukerne ikke er flinke nok til å sikre at siste revisjon benyttes
 - e. At brukerne forventer mer opplysninger enn du trodde var nødvendig
 - f. At du sliter med å lage betegnelse/nummerering som gjør at brukerne lett finner de riktige tegningene
 - g. Har du generelle kommentarer eller forslag til de ovenstående spørsmålene?

 2. Det er ofte ønsket at produksjonen starter så raskt som mulig i forhold til prosjekteringen.
Hvilke utfordringer ser du i forhold til:
 - a. At tegningsfremstillingen ligger tett opp mot produksjonen
 - b. Med tanke på materialbestillingen
 - c. Med tanke på misforståelser/feilutførelser
 - d. Har du generelle kommentarer eller forslag til ovenstående?

 3. Hva er dine synspunkter på planleggingsprosessen for prosjekteringen, for eksempel med tanke på:
 - a. Ressurstilgang
 - b. At produksjonsrekkefølgen kanskje ikke er planlagt i detalj og at prosjekteringsprosessen dermed ikke kan legges opp for å avstemmes med produksjonen
 - c. Har du generelle kommentarer eller forslag til ovenstående?

 4. Vil standardisering av flere løsninger bidra til å ta redusere/fjerne noen av usikkerhetsmomentene slik at behovet for kunnskapsoverføring reduseres?
-

5. Hvordan opplever du at byggherrens rolle utøves i prosjekteringsprosessen og hva er dine synspunkter på dette?
 - a. Når og hvor mye bør byggherren involveres?

6. Kan tegninger standardiseres i større grad enn det som er tilfelle i dag?
 - a. Har du forslag i denne sammenhengen?
 - b. Vil mer standardisering av tegninger i bidra til å ta redusere/fjerne noen av usikkerhetsmomentene?

7. På hvilken måte benyttes BIM i prosjektene i dag?
 - a. Hvor utbredt er bruken av BIM?
 - b. På hvilke måte kan BIM bidra til å forenkle kunnskapsoverføringen mellom prosjektering og produksjon?
 - c. Hvilke utfordringer eksisterer med tanke på å få utnyttet BIMens potensial i sammenhengen kunnskapsoverføring mellom prosjektering og produksjon?
 - d. Andre synspunkter/kommentarer?

8. Kan ICE-møtene bidra til at det fremskaffes bedre tegningsunderlag som forenkler kunnskapsoverføringen mellom prosjektering og produksjon?
 - a. Andre synspunkter/kommentarer?

9. Er involveringen av driften god nok?
 - a. På hvilket tidspunkt bør man begynne å involvere driften?
 - b. På hvilken måte kan dette best gjøres?

10. Hvilke forum er best egnet for kunnskapsoverføring mellom prosjektering og produksjon?
 - a. Andre synspunkter/kommentarer?

11. Hvilke utfordringer ser du i forhold til gjennomføring av møter mellom prosjektering og produksjon? (hyppighet, deltakere, osv)

12. Føler du at det er utfordringer knyttet til følgende spørsmål og hvilke kommentarer har du til de:

- a. At rådgivere/underentreprenører ikke møter i møtene?
- b. At rådgivere/underentreprenører ikke får med seg den nødvendige informasjonen?

13. Hvordan kan prosjekteringslederen gjennom møteavvikling tilrettelegge for god kunnskapsoverføring mellom prosjektering og produksjon?

14. Hvilke aktiviteter i prosjekteringsprosessen mener du kan forbedres slik at en tilrettelegger for å oppnå høy kvalitet på kunnskapsoverføringen mellom prosjektering og produksjon?



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Postboks 5003
NO-1432 Ås
67 23 00 00
www.nmbu.no