

Lean Construction:

Suksessfaktorer og barrierer ved
implementering i norske byggebedrifter

Kristian Skuland Hagen

Bygg- og miljøteknikk

Innlevert: juni 2017

Hovedveileder: Frode Olav Drevland, IBM

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for bygg- og miljøteknikk



Oppgavens tittel: Lean Construction: Suksessfaktorer og barrierer ved implementering i norske byggebedrifter	Dato: 11.06.17		
	Antall sider (inkl. bilag): 122		
	Masteroppgave	<input checked="" type="checkbox"/>	Prosjektoppgave
Navn: Kristian Skuland Hagen			
Faglærer/veileder: Frode Olav Drevland			
Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere:			

<p>Ekstrakt:</p> <p>Byggebransjen er tradisjonelt sett blitt kritisert for å være ineffektiv og for å ha et stort forbedringspotensial når det kommer til blant annet produktivitet, kostnadseffektivitet, gjennomføringsevne, sløsing og kundetilfredsstillelse. Spesielt kommer dette til synes når man sammenligner bransjen med andre næringer. Som en reaksjon på byggebransjens problemer har det oppstått flere ulike initiativer med mål om å stimulere til utvikling og forandring. Dette har bidratt til å fremme ny teknologi, verktøy og metoder som har ledet til det som betraktes som et paradigmeskifte for måten byggeprosjekt gjennomføres.</p> <p>Et av de verktøyene som de siste tiårene har gjort sitt inntog i byggebransjen er Lean Construction. Lean Construction er en produksjonsfilosofi som bygger ideene til industriens Lean Production om flytbasert produksjon. Sentralt i Lean-tankegangen er at man skal minimere alt som finnes av sløsing, og samtidig maksimere kunde verdien i ethvert prosjekt man jobber med. Flere fagfolk peker på at anvendelsen av Lean-relaterte produksjonsteorier kan gjøre nettopp dette, men det er fortsatt lang tid før man kan optimalisere dette. Lean Construction er i dag kun et resultat av noen få ildsjelers arbeid, blant disse er Lauri Koskela, Glenn Ballard og Greg Howell. Begrepet Lean Construction fikk også grobunn ved etableringen av International Group of Lean Construction (IGLC) og Lean Construction Institute (LCI), som begge jobber for å fremme Lean i byggebransjen.</p> <p>I denne masteroppgaven vil de forskjellige suksessfaktorene og barrierene ved implementering av Lean Construction bli undersøkt og belyst. En omfattende litteraturstudie har lagt grunnlaget for teoridelen, mens en spørreundersøkelse, dybdeintervjuer og dokumentgjennomganger har blitt benyttet for å innhente empiriske data for å teste teorien. Gjennomgående suksessfaktorer og barrierer som har blitt funnet er ledelsens involvering i implementeringsprosessen, inkludering av ansatte og transparentheten til bedriften. Delvis eller utilstrekkelig implementering, samt bransjens generelle motstand mot endring er også noe som vil bli diskutert.</p>
--

Stikkord:

1. Lean Construction
2. Implementering
3. Suksessfaktorer
4. Barrierer

Kristian S. Hagen
(sign.)

Forord

Denne masteroppgaven er en del av det avsluttende arbeidet med min grad som sivilingeniør, og er utarbeidet ved Institutt for bygg- og miljøteknikk ved Fakultet for ingeniørvitenskap ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, NTNU, våren 2017. Masteroppgaven har fagkoden TBA4910 Prosjektledelse, og er basert på prosjektoppgaven jeg skrev høsten 2016. Oppgaven har et omfang på 30 studiepoeng.

Temaet for masteroppgaven er Lean Construction, og er valgt på bakgrunn av mitt valg av studieretning, hovedprofil og fag underveis i studiet. Spesielt fattet jeg stor interesse for temaet under mitt utvekslingsår ved San Diego State University, SDSU, i USA. Der hadde jeg mange interessante fag relatert til Lean Construction, og mulighetene det kan ha for byggebransjen. Det er et meget interessant, og etter hvert viktig tema, og personlig tror jeg at Lean Construction vil få en stadig større betydning for byggebransjen i Norge, og resten av verden. På bakgrunn av dette er denne oppgaven rettet mot å identifisere mulige suksessfaktorer og barrierer ved implementering i norske byggebedrifter. Disse er funnet gjennom et omfattende litteratursøk, samt innhenting av empirisk data fra aktører i den norske byggebransjen.

Jeg vil rette en stor takk til min veileder, Frode Drevland, universitetslektor ved instituttet, for hjelp til utforming av oppgaven, samt gode råd og tilbakemeldinger underveis. Videre vil jeg takke Glenn Ballard, professor ved University of California, Berkeley, for en kortere prat i begynnelsen av arbeidet med utformingen av masteroppgaven. Jeg vil også takke de som tok seg tid til å svare på spørreundersøkelsen, spesielt de som takket ja til å være med på oppfølgingsintervjuer i forbindelse med oppgaven. Til slutt må jeg også få takke mine medstudenter på kontoret for å ha holdt stemningen oppe underveis med blant annet nissefredag på torsdag, påskeskos, kake- og kaffepauser. Dette har gjort det mye lettere å holde motet oppe og med det arbeide jevnt og trutt i løpet av året som har gått.

Kristian Skuland Hagen

Trondheim 11.06.17

Sammendrag

Det er en utbredt oppfatning om at dagens byggebransje er svært uproduktiv, og statistikk viser at produktivitetsveksten i bransjen har stagnert i forhold til mange andre næringer. Årsakene til dette kan være mange, men noe som virker sikkert er at det finnes mengder av kilder til sløsing i de fleste leddene av en byggeprosess. Overproduksjon, transporter, defekter og venting er eksempler på slike former for sløsing. For å få bukt med dette problemet har man derfor sett det nødvendig å tenke nytt og å se etter nye produksjonsfilosofier.

En av disse nye filosofiene er Lean Construction. Lean Construction søker å minimere sløsing i byggeprosjekter samtidig som det søker å optimalisere verdien for kunden. Filosofien bygger på tankene utviklet i Toyota Production System etter 2 verdenskrig, og som siden har blitt tatt i bruk av produksjonsindustrien som Lean Production og Lean Manufacturing. Oppgavens hensikt er å identifisere og diskutere suksessfaktorer og barrierer som påvirker om en byggebedrift vil ha suksess eller ikke ved implementering av Lean Construction.

Da dette er en masteroppgave har det vært nødvendig å avgrense oppgaven noe. Det har dermed blitt vektlagt å se på engelskspråklig litteratur for innhenting av teori, for så å sette dette opp mot empiriske data for den norske byggebransjen.

Teori ble tilegnet gjennom en litteraturstudie og tilhørende kildekritikk i forkant av masteroppgaven. Litteraturen ble funnet gjennom søk i søkemotorer, referanselister, samt søk på International Group for Lean Construction (IGLC) sine nettsider. Gjennomgående funn i litteratur peker på manglende basiskunnskaper om Lean-filosofien, manglende involvering fra ledelsen, utilstrekkelig planlegging, motstand mot endring i byggebransjen, samt for lite vektlegging på kontinuerlige forbedring og inkludering av alle aktører i leveringskjeden.

Det er benyttet både kvantitative og kvalitative metoder til informasjonssamling. Teorien er tilegnet ved dokumentgjennomganger, mens den empiriske dataen er tilegnet ved hjelp av en spørreundersøkelse, gjennomføring av to dybdeintervjuer og en dokumentanalyse med etterfølgende casestudie. Data- og informasjonsgrunnlaget som har blitt gjennomgått har blitt gjort så omfattende som tiden tillot, og avgrensninger har skjedd underveis. Mye litteratur av god kvalitet har blitt evaluert og analysert og tatt med i oppgaven. En del litteratur av mindre god kvalitet er blitt holdt utenfor da de enten mangler troverdighet eller relevans med tanke på temaet i oppgaven. Spørreundersøkelsen har hatt en relativt lav svarprosent og feilkildene forbundet med dette er derfor diskutert i oppgaven og tatt hensyn til i diskusjonskapitlet

Den empiriske dataen som er tilegnet peker på mange av de samme problemene som litteraturen, men noe er også forskjellig og vil bli utdypet nærmere. I kapittel 5 vil den empiriske dataen settes opp mot funnene i litteraturen og det vil diskuteres hva som er de viktigste suksessfaktorene og barrierene. Denne diskusjonen vil så føre til en konklusjon og et forslag om videre arbeid som vil bli presentert i kapittel 6.

Abstract

There is a widespread perception that today's construction industry is highly unproductive, and statistics show that productivity growth in the industry has stagnated compared to many other industries. There can be several reasons for this, but something that seems certain is that in most parts of the construction process there are many sources of waste. Overproduction, transportation, defects and waiting are examples of such forms of waste. To overcome this problem, it has been considered necessary to think new and to look for new production philosophies.

One of these new philosophies is Lean Construction. Lean Construction seeks to minimize waste in construction projects while seeking to optimize the customer value. The philosophy is based on the ideas developed by the Toyota Production System after World War II, and has since been used by the production industry as Lean Production and Lean Manufacturing. The purpose of this thesis is to identify and discuss success factors and barriers that affect whether a Norwegian construction company will be successful or not when implementing Lean Construction.

Because this is a master's thesis, it has been necessary to impose certain limitations. Thus, it has been emphasized to look at literature written in English for the acquisition of theory, then to put this against empirical data for the Norwegian construction industry.

Theory was obtained through a literature study and related source criticism in advance of the master's thesis. The literature was found through search in search engines, reference lists, as well as search on the website of the International Group for Lean Construction (IGLC). In-depth findings in the literature point to lack of basic knowledge about the Lean philosophy, lack of management involvement, insufficient planning, resistance to change in the construction industry, and insufficient emphasis on continuous improvement and inclusion of all actors in the supply chain.

Both quantitative and qualitative methods of information collection have been used. The theory is collected from document reviews, while the empirical data is collected from a questionnaire, two depth interviews and a document analysis with a following case study. The data and information base that has been reviewed has been made as extensive as the time allowed, and delimitations have been made along the way. Plenty of good quality literature has been evaluated and analysed and included in the thesis. Some of the less good quality literature has been excluded because of lack of credibility or relevance to the topic. The questionnaire has had a relatively low response rate and the sources of error associated with this are therefore discussed in the assignment and considered in the discussion chapter.

The empirical data that is assigned points to many of the same problems discussed in the literature, but something is also different and will be further elaborated. In Chapter 5, the empirical data will be set against the findings in the literature and the most important success factors and barriers will be discussed. This discussion will then lead to a conclusion and a proposal for further work that will be presented in Chapter 6.

Innhold

Forord	i
Sammendrag.....	iii
Abstract.....	v
Innhold.....	vii
<i>Figurliste.....</i>	<i>ix</i>
<i>Tabelliste.....</i>	<i>xi</i>
1 Innledning.....	1
1.1 <i>Bakgrunn.....</i>	<i>1</i>
1.2 <i>Formål og problemstilling</i>	<i>3</i>
1.3 <i>Avgrensninger.....</i>	<i>4</i>
1.4 <i>Oppgavens oppbygging.....</i>	<i>5</i>
2 Metode	7
2.1 <i>Konsepter</i>	<i>7</i>
2.2 <i>Valg av forskningsmetoder.....</i>	<i>8</i>
2.3 <i>Innsamling av litteratur og teori.....</i>	<i>10</i>
2.3.1 <i>Litteraturstudie</i>	<i>10</i>
2.3.2 <i>Søkemotorer</i>	<i>12</i>
2.4 <i>Innsamling av empiriske data</i>	<i>13</i>
2.4.1 <i>Spørreundersøkelse</i>	<i>13</i>
2.4.2 <i>Feilkilder</i>	<i>15</i>
2.4.3 <i>Dybdeintervjuer</i>	<i>16</i>
2.4.4 <i>Dokumentanalyse.....</i>	<i>18</i>
3 Litteratur og teori.....	19
3.1 <i>Hva er Lean Construction?.....</i>	<i>19</i>
3.1.1 <i>Toyota Production System.....</i>	<i>19</i>
3.1.2 <i>De syv kildene til sløsing</i>	<i>20</i>
3.1.3 <i>Lean Production og Lean Manufacturing</i>	<i>23</i>
3.2 <i>Dagens byggebransje.....</i>	<i>25</i>
3.3 <i>Lean Construction.....</i>	<i>26</i>
3.3.1 <i>Metoder og teknikker</i>	<i>30</i>
3.4 <i>Implementering av Lean Construction.....</i>	<i>34</i>
3.4.1 <i>Generelt om implementeringen.....</i>	<i>34</i>

3.4.2	Suksessfaktorer og barrierer.....	35
4	Resultat fra empiriske data	45
4.1	<i>Spørreundersøkelse.....</i>	45
4.1.1	Bakgrunnsdetaljer: spørsmål 1-7.....	46
4.1.2	Aspekter rundt Lean: spørsmål 8-20.....	46
4.2	<i>Dybdeintervjuer</i>	57
4.2.1	Intervju 1: Gaute Hørlyk i Lean Logistikk.....	57
4.2.2	Intervju 2: Hans Thomas Holm i Statsbygg.....	59
4.3	<i>Casestudie: Kunst- og Designhøgskolen i Bergen.....</i>	60
4.3.1	Hva går prosjektet ut på?	60
4.3.2	Planlegging på KHiB-prosjektet	62
4.3.3	Andre Lean-prinsipper på prosjektet.....	65
5	Diskusjon	67
5.1	<i>Har byggebransjen utfordringer knyttet til effektivitet og produktivitet?</i>	67
5.2	<i>Er Lean Construction løsningen?</i>	69
5.3	<i>I hvilken grad blir Lean Construction benyttet i norske byggebedrifter?</i>	71
5.4	<i>Kritiske suksessfaktorer og barrierer ved implementering</i>	73
6	Konklusjon og videre arbeid	85
	Bibliografi	89
	Vedlegg.....	97
	<i>Vedlegg A: Spørreundersøkelse</i>	97
	<i>Vedlegg B: Intervjuguide</i>	102
	<i>Vedlegg C: Taktplanlegging på KHiB-prosjektet</i>	105
	<i>Vedlegg D: Bilder fra KHiB-prosjektet</i>	107

Figurliste

Figur 1: Arbeidsproduktivitet, relativ vekst 1992-2012 (Langlo et al., 2013).....	1
Figur 2: Oppgavens oppbygging.....	6
Figur 3: E-post med invitasjon til å svare på spørreundersøkelsen	14
Figur 4: 4P-modellen i the Toyota Way (Liker, 2004, gjengitt av Moore, 2011)	22
Figur 5: Toyota Production System (Liker, 2004 gjengitt av Moore, 2011)	23
Figur 6: Last Planner-systemet (Ballard, 2000).....	30
Figur 7: Batch-produksjon (LEI, 2017)	32
Figur 8: Ett stykks-produksjon, med kontinuerlig flyt (LEI, 2017).....	32
Figur 9: PDCA-syklusen (Ballard og Howell, 1997).....	33
Figur 10: Stabilisering av arbeidsmiljøet (Ballard og Howell, 1994).....	38
Figur 11: Top-down-implementering (Arbulu og Zabelle, 2006)	40
Figur 12: Bottom-up-implementering (Arbulu og Zabelle, 2006).....	41
Figur 13: Informasjonssiden til undersøkelsen	45
Figur 14: Respondentenes formeninger om tilstanden til dagens byggebransje.....	47
Figur 15: Respondentenes kjennskap til Lean Construction.....	48
Figur 16: Grad av implementering i de forskjellige bedriftene	48
Figur 17: Ansatte som har deltatt i implementeringsprosessene	49
Figur 18: Respondentenes kjennskap til Lean-organisasjoner.....	51
Figur 19: Systematisk opplæring av Lean i bedriftene	51
Figur 20: Analyse av suksessfaktorer for implementering av Lean Construction.....	54
Figur 21: Fordeler som kan oppnås ved bruk av Lean Construction.....	56
Figur 22: KHiB Lean strategi (Holm, 2017a)	61
Figur 23: KHiB-Plogen for Lean kultur og holdninger (Holm, 2017b)	62
Figur 24: Arenaer for opplæring (Holm, 2017c)	64

Figur C.1: Oversikt over ulike konstruksjonsområder.....	105
Figur C.2: Arbeidsretning for tog i hele bygget.....	105
Figur C.3: Arbeidsretning for tog i 3. etasje	106
Figur C.4: Arbeidsretning for tog i 4. etasje	106
Figur D.1: Utarbeiding av prosesskart	107
Figur D.2: Utarbeiding av prosesskart	107
Figur D.3: Prosesskart.....	107
Figur D.4: Arbeid med BIM-kiosk (Foto: Snøhetta, Holm, 2016)	108
Figur D.5: Arbeid med BIM-kiosk (Foto: Snøhetta, Holm, 2016)	108

Tabelliste

Tabell 1: Forsknings spørsmål	4
Tabell 2: Datainnsamlingsmetoder	9
Tabell 3: Oversikt over søkemotorer	12
Tabell 4: Utforming av spørreundersøkelse.....	15
Tabell 5: De syv kildene til sløsing (Ohno, 1988).....	21
Tabell 6: Meninger om tilstanden til dagens byggebransje	47
Tabell 7: Bevissthet/forståelse for konsepter og metoder innen Lean	50
Tabell 8: Suksessfaktorer og barrierer utarbeidet på bakgrunn av litteratur og teori	52
Tabell 9: Kritiske suksessfaktorer og barrierer for en vellykket implementering	53
Tabell 10: Diverse påstander om Lean Construction.....	55

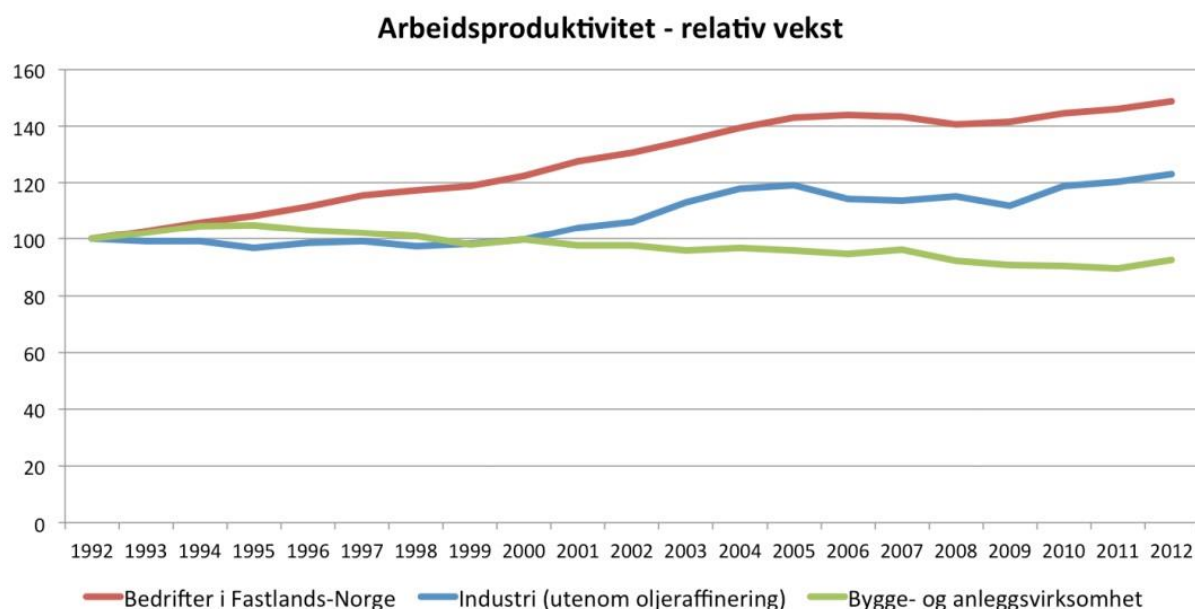
1 Innledning

I dette kapitlet vil temaet for masteroppgaven introduseres. Kapitlet tar for seg bakgrunn for oppgaven, formål og problemstilling, avgrensninger og til slutt oppgavens oppbygging.

1.1 Bakgrunn

Det er en utbredt oppfatning om at effektivitet og produktivitet i byggebransjen i lang tid har stagnert. På bakgrunn av dette blir det derfor stadig rettet mer oppmerksomhet mot måter å motvirke denne stagnasjonen, og måter å drive produktivetsforbedringer på i byggebedrifter og i byggeprosjekter (Aziz og Hafez, 2013; Bertelsen, 2004; Koskela, 2000). I flere land har det blitt dokumentert at produktivetsveksten er vesentlig lavere i byggebransjen enn den er for andre næringer.

Figur 1 viser relativ vekst i arbeidsproduktivitet fra 1992 (=100%) og frem til 2012 for tre norske næringer. Her kan man se at bygge- og anleggsvirksomheten kommer dårligst ut. Lav effektivitet og produktivitet i byggeprosjekter er et problem fordi det fører til økte kostnader og forlenget byggetid. Spesielt kan dette være et problem i og med at byggebransjen i mange land står for omtrentlig 10% av landets BNP (Bertelsen, 2004). En australsk analyse som målte effekten av ti prosents forbedring i produktivitet i forskjellige sektorer innen tjenesteytelse, viste at byggebransjen med stor margin hadde størst påvirkning på det totale nasjonalproduktet (Stoekel og Quirke, 1992). Alt dette tyder på at det kan være mye å hente på å rette oppmerksomhet mot disse utfordringene, og prøve å finne måter man kan forbedre effektivitet og produktivitet i byggebransjen.



Figur 1: Arbeidsproduktivitet, relativ vekst 1992-2012 (Langlo et al., 2013)

Det er selvsagt utfordrende å sammenligne produktivetsmålinger på tvers av forskjellige bransjer og næringer. Som følge av ulike rammebetingelser, kvalitetskrav og forutsetninger fra

produkt til produkt og fra prosjekt til prosjekt må dette gjøres med stor varsomhet og et kritisk blikk. Likevel virker det å være en så bred oppfattelse av gjennomgående dårlig produktivitet i byggebransjen at det kan være grunn til å vurdere eventuelle tiltak som kan føre til økt effektivitet og produktivitet.

Noen av de vedvarende problemene som fører til disse produktivitetsutfordringene kan være at byggebransjen generelt har dårlig prosjektledelse, dårlig sikkerhet og arbeidsforhold. I tillegg er det tenkelig at det genereres masse sløsing, at det foregår mye uhensiktsmessig evaluering av arbeid, og at det ikke legges nok vekt på verdiskaping og kvalitet (Rooy, 2010). De mulige tiltakene for å motvirke disse problemene kan være flere. Løsninger kan være alt fra prefabrikasjon til computerintegret byggevirkosomhet, eller visjonen om robotisert og automatisert byggevirkosomhet. Mange av disse løsningene kommer direkte fra produksjonsindustrien og kan være mulige å implementere også for byggebransjen. Spesielt én trend har de siste tiårene gjort sitt inntog fra industrien til byggebransjen. Denne trenden baserer seg på en ny produksjonsfilosofi i stedet for ny teknologi, og legger vekt på viktigheten av grunnleggende teorier og prinsipper relatert til produksjonsprosesser. Denne nye produksjonsfilosofien har fått navnet Lean Construction.

Lean Construction har fått navnet sitt av Lean Production og Lean Manufacturing, som over tid har utviklet seg i produksjonsindustrien, og vist til store prosess- og produksjonsforbedringer for bedrifter som har benyttet seg av dem (Aziz og Hafez, 2013). Kort forklart går Lean Production, Lean Manufacturing og Lean Construction ut på å designe produksjonssystemer slik at man minimerer sløsing (engelsk; *waste*) som oppstår i en produksjonsprosess, og samtidig genererer mest mulig verdi for kunden (Koskela, 1992). Bertelsen (2004) skriver at behovet for forbedringer i byggebransjen vil være å tilby bedre kvalitet i resultatene, redusere kostnadene, og tilby en bedre prosess til kunden. Han forklarer videre at for en voksende gruppe i bransjen ser det ut til at Lean Construction per nå, er den beste måten for å nå disse målene.

Som et ledd i utviklingen av Lean Construction og all litteraturen som er skrevet om temaet, har International Group for Lean Construction (IGLC) og Lean Construction Institute (LCI) blitt grunnlagt. Dette er internasjonale nettverk for forskere og akademikere som søker å forbedre byggeprosessen ved å utvikle nye metoder og prinsipper for produktutvikling og produksjonsledelse ved bruk av Lean Construction.

Det finnes mye litteratur som støtter opp om at Lean Construction kan bidra til produktivitet- og effektivitetsforbedringer for byggebransjen (Ballard og Howell 1997; Koskela, 2000, 1992; Salem m.fl. 2006). Mye av dette arbeidet har lagt vekt på å beskrive hvordan man kan ta i bruk og videreføre tankene fra Lean Production og Lean Manufacturing, og hvordan produksjonsteoriene kan benyttes i byggebransjen. Beskrivelser av selve implementeringsprosessen har først de senere årene blitt vektlagt, etter ønske fra sentrale forskere (Friblick et al., 2009; Salem et al., 2006; Wandahl, 2014). Wandahl (Wandahl, 2014) skriver at det i de siste 5 årene har blitt presentert over 20 artikler på IGLC-konferanser som tar for seg suksessfaktorer og barrierer ved implementering av Lean Construction. Han påpeker også at det i tillegg til dette har blitt publisert mange akademiske verker som dokumenterer en økende bevissthet rundt suksessfaktorer og barrierer ved implementering av Lean i byggebransjen. Likevel presiserer han at det fortsatt er et behov for å belyse temaet nærmere. Byggebransjen blir av mange sett

på som vanskelig når det kommer til nytenking og endring. Derfor er det viktig å se spesielt på implementeringsprosessen, for å finne ut av hva som fungerer, og hva som ikke fungerer. På denne måten vil man kunne finne generelle måter å implementere Lean Construction på, og med dette gi byggebransjen en måte å forbedre effektivitet og produktivitet i byggeprosjektene.

1.2 Formål og problemstilling

Gjennom arbeidet med prosjektoppgaven kom det frem at mange bedrifter vegrer seg for å benytte Lean Construction. Årsakene til dette var blant annet at de ikke så behovet for det, eller fordi de ikke hadde nok kunnskaper om de mulig positive effektene ved implementering av Lean. En annen viktig årsak er at implementeringen viser en tendens til å være noe krevende på grunn av de forskjellige suksessfaktorene og barrierene som forbindes med implementeringsprosessen. På bakgrunn av dette vil det være hensiktsmessig å undersøke hvilke suksessfaktorer og barrierer som faktisk eksisterer ved en implementering av Lean Construction i norske byggebedrifter, og hvilke av disse som er kritiske.

Formålet med denne oppgaven har derfor vært å undersøke om de forskjellige suksessfaktorene og barrierene som ble funnet gjennom litteraturstudiet og prosjektoppgaven også gjelder for den norske byggebransjen er. Dette vil bli gjort ved hjelp av empiriske data i form av spørreundersøkelse, dybdeintervjuer og en mindre casestudie. På denne måten kan forfatteren identifisere faktorene som avgjør om implementeringen av Lean Construction blir vellykket eller ikke. På denne måten kan norske byggebedrifter få tilgang til nyttig informasjon til bruk i sine egne implementeringsprosesser, og forhåpentligvis finne måter å forbedre sin effektivitet og produktivitet.

For å gjøre det mulig å undersøke dette nærmere, og for å avgrense studiefeltet, har det i samarbeid med veileder blitt formulert en overordnet problemstilling, samt tre forskningsspørsmål. Resten av oppgaven har som hensikt å besvare disse. Problemstillingen til denne masteroppgaven er som følger:

Hvilke suksessfaktorer og barrierer er mest kritiske ved implementering av Lean Construction i norske byggebedrifter

Problemstillingen er utarbeidet på bakgrunn av prosjektoppgavens problemstilling, og retter seg nå mot norske byggebedrifter. Det ble først formulert et utkast før veileder fikk komme med innspill og hjelp til den endelige formuleringen. For å gjøre det lettere å besvare problemstillingen har det også sammen med veileder blitt utarbeidet og formulert tre forskningsspørsmål. Disse er ment å tillate et dypere dykk ned i temaet og for å gi oppgaven mer substans. Forskningsspørsmålene er beskrevet i tabell 1 på neste side.

Hensikten med selve masteroppgaven er å besvare disse forskningsspørsmålene, gjennom å benytte både litteratur og teori fra prosjektoppgaven og den empiriske dataen som er samlet inn i forbindelse med denne masteroppgaven.

Tabell 1: Forskningsspørsmål

Forskingsspørsmål 1	<i>Hva er Lean Construction?</i>
Forskingsspørsmål 2	<i>I hvilken grad blir Lean Construction implementert i norske byggebedrifter i dag?</i>
Forskingsspørsmål 3	<i>Hvilke suksessfaktorer og barrierer er kritiske for en vellykket implementering av Lean Construction i norske byggebedrifter?</i>

Problemstillingen og de tilhørende forskningsspørsmålene er relevante i og med at flere og flere byggebedrifter ser nytten av å implementere metoder og teknikker som Lean Construction tilbyr. Flere norske byggebedrifter, blant annet Veidekke (Veidekke, 2016b, 2016a, 2016c) og Statsbygg (Statsbygg, 2015a, 2015b, 2014; Holm, 2017a) har allerede hatt positive erfaringer med bruk av Lean i noen av sine byggeprosjekter. Dette tyder på at Lean også kan være positivt for den norske byggebransjen, og at man bør undersøke nærmere hvordan det kan implementeres og utnyttes på best mulig måte.

1.3 Avgrensninger

I tillegg til å formulere problemstilling og forskningsspørsmål, vil det på grunn av et svært vidt tema med mye tilgjengelig informasjon, være hensiktsmessig å avgrense oppgaven ytterligere. Det er også viktig å ta hensyn til at masteroppgaven som nevnt utgjør 30 studiepoeng og at den skal svare til et 22 ukers heltidsstudium. Arbeidsmengden har derfor blitt tilpasset dette.

Opgaven består av litteraturstudie og empirisk data. Litteratur og teori ble i hovedsak tilegnet gjennom arbeidet med prosjektoppgaven høsten 2016. Dette har derfor blitt vektlagt mindre i arbeidet med selve masteroppgaven. Til prosjektoppgaven ble det innhentet mye litteratur for å få en grundig forståelse for Lean-filosofien og prinsippene bak og for å ivareta integriteten til oppgaven. Dette var nødvendig for at masteroppgaven skulle få et tilstrekkelig teorigrunnlag for den videre empiriske datainnsamlingen. Det har vært utfordrende å finne den riktige avgrensningen til litteraturgjennomgangen, og mengden litteratur som var tilstrekkelig ble vurdert fortløpende underveis i arbeidet, og det ble innhentet litteratur helt til de siste ukene i arbeidet med prosjektoppgaven. For å få en bedre forståelse tar teoridelen for seg mye av bakgrunnen for Lean-filosofien, overgangen fra Lean Production til Lean Construction og hvordan dagens byggebransje ser på disse nye filosofiene.

I litteraturstudien ble det lagt vekt på 19 engelskspråklige kilder. Dette er kilder som ble vurdert som svært relevante for problemstillingen og forskningsspørsmålene, og som ga et godt grunnlag for det videre arbeidet. Det ble deretter funnet mye mer litteratur, de fleste med implementering av Lean Construction og dets filosofi som hovedtema. Brorparten av den relevante litteraturen er blitt inkludert, tiden har imidlertid vært for kort til å inkludere og drøfte alt. Litteratur av mindre kjente forfattere er derfor blitt nedprioritert.

Den empiriske dataen har også fortløpende blitt avgrenset. Spørreundersøkelsen ble sendt ut til 519 aktører i norsk byggebransje. Disse ble ikke valgt ut på noen andre grunnlag enn at de

hadde erfaring fra bransjen og med det kunne komme med verdifull informasjon. Av de 519 som undersøkelsen tilsendt på e-post, svarte 42 på den. Det ble ikke sett på som hensiktsmessig å bruke tid på å lete etter nye respondenter eller purre mer på de som allerede hadde mottatt den da dette ville gå ut over selve skrivingen. Resultatene gir uansett en pekepinn på hvordan meningene er i resten av den norske byggebransjen. Det har også blitt gjennomført to dybdeintervjuer. Disse har blitt godt dokumentert og har vært svært nyttige. Siden det i tillegg har blitt utført en mindre casestudie ble det empiriske informasjonsgrunnlaget vurdert som tilstrekkelig slik at det ikke ble sett på som nødvendig å gjennomføre flere intervjuer.

For selve diskusjonskapitlet har suksessfaktorene og barrierene ved implementering blitt ordnet i ni forskjellige kategorier. Disse faktorene har forfatteren regnet som de viktigste på bakgrunn av litteratur og teori, samt den empiriske dataen som er samlet inn. For å gjøre en grundigere forskning burde flere kategorier vært inkludert. Det har imidlertid blitt bestemt at ni kategorier er nok til denne masteroppgaven for å ikke gjøre den for omfangsrik.

1.4 Oppgavens oppbygging

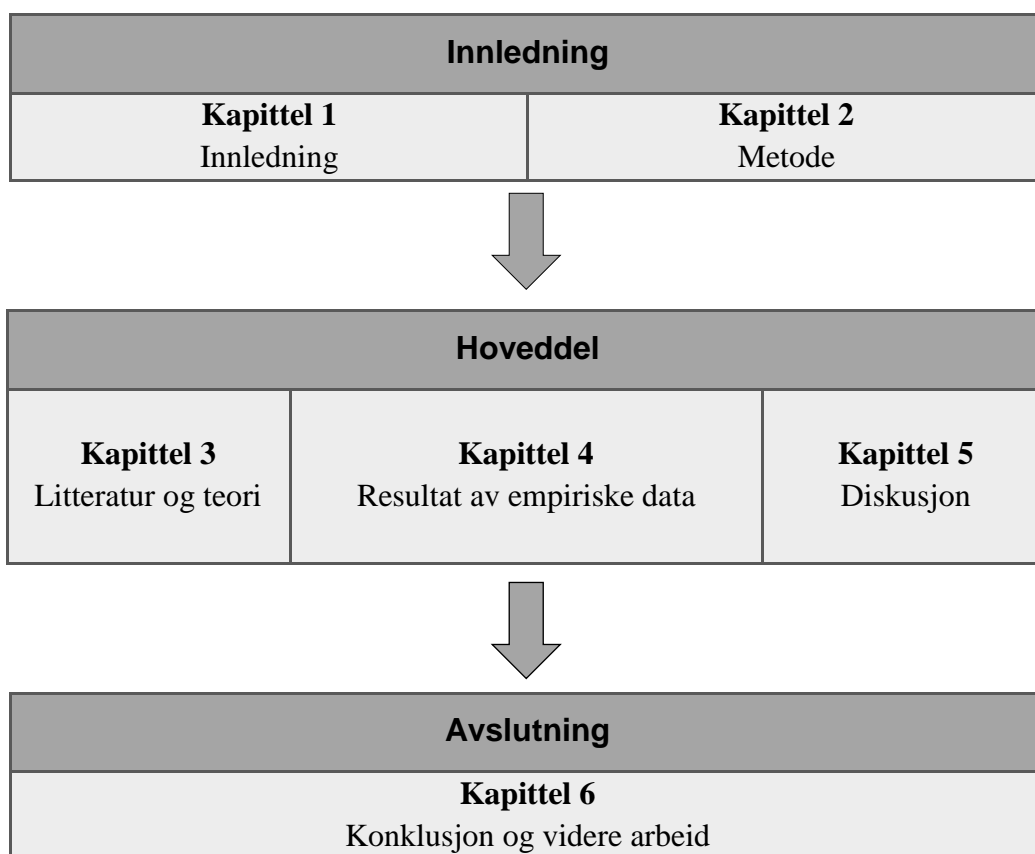
Oppgaven er delt inn i tre hoveddeler: innledning, hoveddel og avslutning. Hver del er igjen inndelt i kapitler basert på Nils Olssons bok *Praktisk rapportskrivning* (Olsson, 2011). Oppbyggingen er illustrert i figur 2 på neste side, og i de følgende avsnittene vil de forskjellige delene forklares kort.

Innledningen tar for seg bakgrunnsinformasjon og består av to kapitler. I kapittel 1 presenteres bakgrunn for oppgaven samt hensikten og formålet med arbeidet. Her vil også oppgaven defineres og avgrensninger vil bli satt. Kapittel 2 presenterer valg av forskningsmetoder for innsamling av teori og empiriske data. Kapitlet beskriver i detalj hvordan litteraturstudiet, spørreundersøkelsen, dybdeintervjuene og casestudien ble gjennomført, og det vil bli forklart hvorfor dette har blitt ansett som gode forskningsmetoder til denne oppgaven.

Hoveddelen er delt inn i tre kapitler og tar for seg litteratur og teori, resultat og diskusjon. Kapittel 3 presenterer litteratur- og teorigrunnlaget for oppgaven. Dette kapitlet vil forklare hvordan Lean Construction har blitt til, hva det er og hvordan det kan brukes, og vil dermed svare på forskningsspørsmål 1. Litteraturen består av journalartikler, bøker, konferanseartikler og akademiske verk som enten refererer til annen litteratur, eller som har gjort egen forskning der implementeringsprosessen har stått sentralt. De forskjellige suksessfaktorene og barrierene blir beskrevet gjennom forskjellig litteratur for at dette skal kunne diskuteres og settes opp mot empiriske data i kapittel 5. Kapittel 4 presenterer resultatene fra den empiriske dataen. Først vil de viktigste resultatene fra spørreundersøkelsen presenteres med figurer og tabeller, deretter vil et sammendrag med de viktigste poengene fra dybdeintervjuene presenteres. Til slutt presenteres de viktigste poengene som kom frem i casestudien. Resultatene som presenteres vil bli brukt videre i neste kapittel. I kapittel 5 vil resultatene fra kapittel 2 og 4 diskuteres og settes opp mot hverandre. Her vil forfatterens egne meninger basert på informasjonen som har blitt samlet inn også redegjøres for. Likheter og eventuelle motsigelser diskuteres på en ryddig og oversiktlig måte for så å kunne brukes i det avsluttende konklusjonskapitlet.

Avslutningen består av kapittel 6. Dette kapitlet skal svare på forskningsspørsmålene, og med det komme med en konklusjon på problemstillingen. Denne konklusjonen vil være basert på diskusjonen i det foregående kapitlet. Forslag til videre arbeid og forskning som må gjøres på området vil også presenteres her.

Helt til slutt er det inkludert en omfattende bibliografi og en liste over vedlegg. I bibliografien vil alle kilder som er benyttet i arbeidet med masteroppgaven listes opp i alfabetisk rekkefølge, og i vedleggene vil det være en gjengivelse av spørreskjemaet, intervjuguiden som ble benyttet til intervjuene, samt figurer tilhørende casestudien.



Figur 2: Oppgavens oppbygging

2 Metode

Dette kapitlet presenterer de metodene som har blitt benyttet for å innhente og vurdere data-materialet som er blitt benyttet i oppgaven. Kapitlet vil først beskrive forskjellige konsepter som har blitt lagt til grunn for innhenting og vurdering av informasjon. Deretter vil valg av forskningsmetoder begrunnes kort, før hver metode utdypes nærmere. Litteraturstudiet presenteres først, med en kort beskrivelse av søkemotorene som har blitt benyttet. Etter dette gjøres det rede for hvordan den empiriske dataen ble tilegnet. Her presenteres spørreundersøkelsen, dybdeintervjuene og dokumentanalysene til casestudien.

2.1 Konsepter

Forskjellige konsepter har blitt lagt til grunn i arbeidet med denne oppgaven. Disse er det viktig å ha en forståelse for og vil derfor bli beskrevet i dette underkapitlet. De forskjellige konseptene er forskningsmetoder, validitet og reliabilitet samt metodetriangulering.

Forskningsmetoder

De ulike forskningsmetodene kan deles inn i kvalitative og kvantitative metoder (Fangen, 2015; Olsson, 2011). Ifølge Olsson tar kvantitative forskningsmetoder utgangspunkt i tall og det som er målbart eller kvantifiserbart, som for eksempel statistikk. Kvantitative studier har ofte høy grad av etterprøvbarehet. Kvalitative metoder derimot, er basert på muntlig eller tekstlig informasjon, som for eksempel observasjoner, intervju eller tekst- og dokument-gjennomgang. Etterprøvbarehet er ofte utfordrende i kvalitative studier.

Validitet og reliabilitet

For å anerkjenne kunnskap og informasjon som troverdig må det stilles krav til validitet og reliabilitet (Dalland, 2007). Validitet eller gyldighet er i vitenskapelig forskning en betegnelse på hvor godt man trekke gyldige slutninger om det man har satt seg formål å undersøke, og hvor relevante disse slutningene er. Høy validitet vil si at den brukte metoden egner seg som måleinstrument og at den måler det man er interessert i å undersøke. Reliabilitet brukes i vitenskapelig forskning om konsistens, eller hvor stabile og pålitelige de utførte målingene er. Høy reliabilitet vil si at man oppnår de samme resultatene flere ganger ved bruk av forskjellige forskningsmetoder.

Metodetriangulering

For å ivareta validiteten og reliabiliteten til informasjonen kan man benytte det Yin (2013) kaller metodetriangulering. Dette går ut på å benytte mer enn en forskningsmetode i informasjonsinnsamlingen. Fordelen med dette er at problemstillingen blir belyst fra ulike innfallsvinkler, noe som gjør det enklere å oppdage skjevheter i datamaterialet. Dette kan kompensere for ulike styrker og svakheter ved hver forskningsmetode, og vil med det øke påliteligheten til resultatene.

En annen fordel ved metodetriangulering er at det gir en mer helhetlig forståelse av problemstillingen og informasjonen. De forskjellige forskningsmetodene kan utfylle hverandre og bidra til at forskeren avdekker fenomener som ikke ville blitt oppdaget dersom kun én forskningsmetode hadde blitt benyttet.

2.2 Valg av forskningsmetoder

Denne masteroppgaven består av både kvantitative og kvalitative forskningsmetoder, og det er benyttet metodetriangulering ved analysen av resultatene. Av kvalitative metoder har det blitt benyttet litteraturstudie, dybdeintervjuer og dokumentanalyser til en mindre casestudie. Av kvantitative metoder har det blitt benyttet en spørreundersøkelse. I samtale med veileder ble det bestemt at den mest hensiktsmessige måten å legge opp arbeidet på ville være å bruke litteraturstudiet til å danne et solid teoretisk grunnlag, og med det være fundamentet i oppgaven. Videre skulle dette brukes til å utarbeide metoder for å innhente empiriske data. Teorien skulle så settes opp imot og sammenlignes mot denne dataen ved metodetriangulering, og med det sikre en høy grad av validitet og reliabilitet. Alle forskningsmetodene som har blitt benyttet er valgt med den hensikten å kunne svare på forskningsspørsmålene på best mulig måte. I de neste avsnittene vil valget de enkelte metodene forklares og begrunnes kort.

Litteraturstudie

Som fundamentet og den teoretiske bakgrunnen er litteraturstudiet en svært viktig del av denne masteroppgaven, noe også Yin (2013) påpeker. Litteraturstudiet har to hovedfunksjoner: For det første søker det å svare på forskningsspørsmål 1. For det andre skal det brukes som sammenligningsgrunnlag til den empiriske dataen for besvarelse av forskningsspørsmål 2 og 3. Litteraturstudiet ble i hovedsak gjennomført med gjennomlesing av journalartikler, tidsskrifter, offentlige rapporter, vitenskapelige artikler, konferanseartikler, bøker og internett-artikler. Gjennomføring av litteraturstudiet vil forklares nærmere i kapittel 2.2.1.

Spørreundersøkelse

Valget av spørreundersøkelse som kom på bakgrunn av at det ble sett på som den mest hensiktsmessige måten å inkludere en kvantitativ forskningsmetode i oppgaven. I tillegg ble det sett på som en overkommelig måte å triangulere med litteratur og dybdeintervjuer. Olsson (2011) forteller at kvantitative forskningsmetoder legger vekt på presisjon, og at de har bredde og omfang i sentrum. Spørreundersøkelsen er hovedsakelig inkludert for å undersøke om det eksisterer trender eller spennende spor som kunne følges videre i den empiriske forskningen. I tillegg er formålet å innhente informasjon fra mange forskjellige aktører i norsk byggebransje, og da ble en spørreundersøkelse sett på som et raskt og tidseffektivt alternativ. Det at denne type forskningsmetode er basert på få opplysninger om mange studieobjekter gjorde at den skilte seg ut fra de øvrige metodene som heller baserte seg på mer dyptgående opplysninger om få studieobjekter. I tillegg var det ønskelig å inkludere en metode med høy grad av etterprøvnbarhet, slik at det kunne bli testet i senere forskning. Spørsmålene har i stor grad blitt utarbeidet av forfatteren selv, på bakgrunn av hva litteratur og teori forteller er problem-områder. I tillegg har forfatteren adoptert noen spørsmål fra en annen masteroppgave som tok

for seg mange av de samme temaene (Sarhan, 2011). Gjennomføring av spørreundersøkelsen vil forklares nærmere i kapittel 2.4.1 og 2.4.2.

Dybdeintervjuer

For å supplere den kvantitative forskningsmetoden ble det også sett på som hensiktsmessig å inkludere kvalitative metoder for å innhente empiriske data. Olsson (2011) forteller at kvalitative metoder legger vekt på få studieobjekter, men søker å samle inn mange og varierte opplysninger om disse. Det ble sett på som mest hensiktsmessig å innhente slik informasjon ved å gjennomføre dybdeintervjuer basert på spørreundersøkelsen. På denne måten kunne trendene som ble funnet i undersøkelsen etterprøves og virkelighetssjekkes. Den store bredden i et slikt datamateriale gjør at man i større grad kan legge vekt på relevans i studien. Det ble gjennomført to dybdeintervjuer, og begge intervjuobjektene hadde svart på spørreundersøkelsen i forkant. Dette gjorde at begge to hadde satt seg inn i temaet og med det hadde mye informasjon å komme med. Det var i utgangspunktet meningen å gjennomføre 3-4 intervjuer, men av hensyn til tidsbruk og det faktum at det i stedet ble gjennomført en veldig relevant casestudie, ble to intervjuer ansett som tilstrekkelig. Gjennomføring av dybdeintervjuene vil forklares nærmere i kapittel 2.4.3.

Dokumentanalyse

Den siste forskningsmetoden som har blitt benyttet i oppgaven er dokumentanalyser. Disse analysene har blitt gjennomført på en rekke dokumenter som forfatteren fikk tilsendt i forkant av det andre intervjuet. Denne dokumentanalysen ble deretter brukt til å utarbeide en mindre casestudie. Det var i utgangspunktet meningen å gjennomføre flere intervjuer i stedet for å lage en casestudie, men da dokumentene viste seg å være svært relevant for problemstillingen ble det sett på som mer hensiktsmessig å bruke tiden på dette fremfor å gjennomføre flere intervjuer. Dokumentanalysene gjelder et byggeprosjekt i Bergen og gjennomføringen av casestudien vil forklares nærmere i kapittel 2.4.4.

Erfaringene som ble gjort var at det var svært nyttig å benytte metodetriangulering på disse forskjellige forskningsmetodene. Spesielt reliabiliteten ble testet godt gjennom både en spørreundersøkelse, dybdeintervjuer og dokumentanalyser. Alle forskningsmetodene er gjengitt i tabell 2. Her er det også oppgitt hvilken form metodene er blitt innhentet på, hva slags type datakilde de regnes som, og hvilken type forskningsmetode de er.

Tabell 2: Datainnsamlingsmetoder

	Forskningsmetode	Form	Datakilde	Type
1	Litteraturstudie	n/a	Sekundær	Kvalitativ
2	Spørreundersøkelse	Strukturert	Primær	Kvantitativ
3	Dybdeintervjuer	Semistrukturert	Primær	Kvalitativ
4	Dokumentanalyse	n/a	Sekundær	Kvalitativ

2.3 Innsamling av litteratur og teori

Som tidligere nevnt er det teoretiske rammeverket for masteroppgaven tilegnet gjennom en omfattende litteraturstudie som ble gjennomført i forbindelse med prosjektoppgaven høsten 2016. Hensikten med studiet var å gi studentene erfaring med innhenting av relevant litteratur, samt å gjøre oss i stand til å evaluere troverdigheten og påliteligheten til denne litteraturen.

2.3.1 Litteraturstudie

Litteraturstudiet gikk ut på å søke etter, samt evaluere relevant litteratur for prosjekt- og masteroppgaven. Målet med dette var som nevnt å bli vant til å evaluere litteratur, og på den måten bli i stand til å vurdere om informasjonen som framkom var relevant og troverdig for det videre arbeidet.

Som grunnlag for litteratursøket, og for å få tips og triks ved generelle litteratursøk ble følgende kurs benyttet:

- Innføring i søk etter og evaluering av litteratur for prosjekt- og masteroppgave ved Jardar Lohne.

Over 30 kilder ble gjennomgått, og av disse ble de 19 best egnede studert videre. Disse ble inkludert på bakgrunn av at innholdet ble sett på som omfattende nok til å gi et godt utgangspunkt for det videre arbeidet med masteroppgaven. Litteraturstudiet inneholdt en introduksjon til temaet, metodene som ble brukt for å finne og evaluere litteraturen, en beskrivelse og evaluering av litteraturen, hvor VIKO sine retningslinjer for kildekritikk ble benyttet (Tangen, 2010), samt en avsluttende konklusjon og etterfølgende referanseliste. Litteraturstudiet var en veldig god måte å komme ordentlig i gang med litteratursøket, og det var verdifullt å kunne legge vekt på kildenes troverdighet, pålitelighet og anvendelighet.

I studien ble det valgt å legge vekt på engelskspråklig litteratur, samt å benytte nettbaserte databaser. Grunnen til dette er at søket i stor grad gikk ut på å finne grunnleggende litteratur om temaet, og antagelsen og indiksjoner på at det finnes relativt lite norskspråklig litteratur på området. Dette betyr også at mye av litteraturen er av eldre dato. Begrensningen og vektleggingen på nettbaserte databaser ble vurdert som praktisk kontra det og også benytte universitetsbiblioteket. Dette gjorde at eventuelle relevante norske kilder på temaet, samt søk etter bøker hos universitetsbiblioteket, utenom ORIA, falt bort.

Litteraturstudiet ble gjennomført ved at overordnede søkeord -og fraser først skrevet inn i forskjellige søkemotorer for å få et overblikk over litteraturen. Noen av søkeordene -og frasene som ble brukt var *Lean Construction*, *Implementing Lean Construction* og *Lean Construction Techniques*. Litteraturen ble deretter lest igjennom og etterfulgt av en vurdering på egnetheten, relatert til tema og problemstilling. Måten litteraturen ble lest igjennom på var som følger: Kildens relevans ble først vurdert basert på overskriften. Hvis den virket relevant ble så sammendraget lest og vurdert. Deretter ble konklusjonen lest og vurdert, og hvis kilden fremdeles virket relevant i forhold problemstilling og forskningsspørsmål, ble litteraturen lest gjennom i sin helhet. Etter en tids søk med slike overordnede ord og fraser, og det hadde blitt funnet mye litteratur, ble søkeordene- og frasene utvidet til å inneholde lengre setninger,

kombinert med logiske operatører for å utelukke uinteressante kilder. Noen av disse setningene var *Success factors when implementing Lean Construction* og *strategic issues in Lean Construction implementation*. Bruka av logiske operatører var relativt ukjent, men tok ikke lang tid å bli vant til. Det viste seg etter hvert å være veldig mye litteratur på området, mye av det skrevet av de samme forskerne, og det tok ikke lang tid før kildebiblioteket bestod av 30-35 kilder. Disse ble deretter gjennomgått i sin helhet en gang til, og de 19 kildene som ble sett på som mest relevante ble valgt ut til videre evaluering. All litteraturen ble skrevet ut slik at markeringstusj kunne benyttes, og med det gjøre det lettere å finne tilbake til de relevante avsnittene i hver kilde.

Denne måten ble benyttet etter anbefaling av søkekurset, og bør derfor kunne regnes som en effektiv måte å starte et litteratursøk på. Selve litteraturen kan det i enkelte tilfeller være vanskelig å vurdere troverdigheten til, i og med at kunnskapen om de forskjellige forskerne var på et ganske lavt nivå. Det viste seg imidlertid at Google Scholar har en egen indeks for å måle både produktiviteten og siteringspåvirkningen i publiseringene til en forfatter eller forsker. Indeksen er basert på ett sett av en forfatters mest siterte verker, og antall siteringer de har fått i andre publikasjoner, og et høyt tall er gunstig (Google, 2016b). På denne måten kunne troverdigheten til forfatterne lettere vurderes, og dermed artiklene som hadde blitt lest gjennom. Disse fremgangsmåtene ble benyttet videre i litteraturgjennomgangen.

Etter at litteraturstudiet var gjennomført og innlevert, ble det i større grad lagt vekt på søk i referanselistene til kildene som allerede var blitt funnet. Metoden endret seg derfor, og søkeord- og fraser bestod etter dette av full tittel og navn på dokumenter og forfattere som stod i referanselistene. Dette viste seg å være en meget nyttig fremgangsmåte da mye av den mest relevante litteraturen på området går igjen i mye annen litteratur. Det kunne være vanskelig å holde oversikt på hvilke kilder som allerede hadde blitt gjennomgått, og et bedre system for å skille gjennomgått litteratur fra annen litteratur hadde vært hensiktsmessig.

Mange av konferanseartiklene er også lest direkte fra IGLC sine hjemmesider (IGLC, 2016). Mye av litteraturen som ble funnet gjennom søk i søkemotorene kom nettopp fra denne siden, der veldig mye litteratur på området har blitt publisert. IGLC leger hovedvekt på teori, og en tanke om at et teoretisk grunnlag er viktig for progresjon innen Lean i byggebransjen. Hovedvirksomheten deres er å holde årlige konferanser på forskjellige steder rundt om i verden. Her blir problemstillinger og informasjon tatt opp blant medlemmer, som et middel for videre læring og kunnskapsøking. Den litteraturen som finnes i disse konferanseartiklene kan regnes som troverdige da IGLC er en av de viktigste pådriverne for Lean Construction internasjonalt, og derfor har som hovedhensikt å være informativ.

I tillegg til dette ble det av veileder anbefalt å delta på et seminar i regi av Lean Construction Norge i Trondheim den 1. september 2016. Der var flere sentrale aktører og bedrifter som benytter seg av prinsippene i Lean Construction med, og de delte alle sine erfaringer fra Trondheimsmiljøet. Dette var en god måte å komme i gang og få et lite innblikk i Lean Construction i norske bedrifter.

2.3.2 Søkemotorer

Det har blitt benyttet flere forskjellige søkemotorer underveis. Det meste av litteraturen er funnet gjennom Google Scholar. Google Scholar gjør det mulig å søke gjennom et bredt utvalg av akademisk litteratur (Google, 2016a). Søkemotoren tar for seg informasjon fra journalartikler, universitetskilder, og andre nettsider som blir regnet som akademiske. Erfaringene som ble gjort underveis var at dette var den mest brukervennlige søkemotoren, og den som gjorde det lettest for forfatteren å finne fram til relevant litteratur. Dette er årsaken til at denne søkemotoren i hovedsak har blitt benyttet. Tabell 3 gir en oversikt over søkemotorene som har blitt brukt i forbindelse med litteraturgjennomgangen, med en kort forklaring til hver.

I tillegg til dette er google.com blitt benyttet for å finne informasjon som kan være nyttig, men ikke kvalifiserer som vitenskapelig- eller faglitteratur, herunder informasjon om forfattere og lignende.

Tabell 3: Oversikt over søkemotorer

Søkemotor	Beskrivelse
Google Scholar (Google, 2016a)	Google Scholar ble etablert som betaversjon i 2004, og har det blitt mer og mer populær for litteratursøk. Søkemotoren er gratis og tilgjengelig for alle som har tilgang på internett. Søkemotoren er ideell å bruke ved søk på spesifikke titler eller personer man har sett referanser til tidligere.
Scopus (Elsevier, 2016b)	Scopus er en akademisk database for fagfellevurdert litteratur som vitenskapelige artikler, bøker og konferanseartikler. Scopus spesialiserer seg innenfor blant annet naturvitenskapelige og tekniske tidsskrifter, og har om lag 18.000 titler. Scopus er veldig ryddig å bruke, da den tilbyr utvidet informasjon om hver artikkel, som inneholder blant annet siteringer i andres arbeid og hvilke referanser forfatteren har brukt i sin egen litteratur.
Oria (BIBSYS, 2016)	BIBSYS leverer tjenesten oria.no, som alle med en gyldig NTNU-bruker kan benytte seg av. BIBSYS er et statlig forvaltningsorgan, som leverer bibliotek tjenester til blant annet NTNU, og er Universitetsbiblioteket ved NTNU sin egen database for vitenskapelig litteratur. Tjenesten lar brukeren søke gjennom de fleste norske fag- og forskningsbibliotek. Nasjonal og internasjonal litteratur. Ved bruk av denne søkemotoren gis en god oversikt over hvilket bibliotek der litteraturen finnes.
Engineering Village (Elsevier, 2016a)	Engineering Village lar brukeren søke gjennom flere databaser samtidig. Databasene gjelder hovedsakelig ingeniørvitenskapelig litteratur, og passer i så måte svært godt.
Google (Google, 2017)	Google.com er en søkemotor som er kjærkommen hos mange. Ved bruk av denne søkemotoren er man nødt til å trå varsomt når det kommer til litteratur.
IGLC (IGLC, 2016)	International Group for Lean Construction arrangerer årlige konferanser hvor samtlige forskningsartikler blir publisert etter endt konferanse. IGLC ble grunnlagt i 1993, og er et internasjonalt nettverk av forskere og fagfolk, ledende innen sitt felt, innen Lean Construction. Diversiteten i gruppen strekker seg ifra arkitekter og rådgivere til prosjektledere og funksjonærer. Søkemotoren internt på siden fungerer utmerket, og tilgangen på relevant litteratur er stor.

2.4 Innsamling av empiriske data

Litteraturstudiet tillot forfatteren å identifisere trender som har utviklet seg over lengre tid innenfor fagfeltet, noe som er viktig for å kunne identifisere trender og hull, i tillegg til å se resultater fra tidligere studier. Til denne masteroppgaven er det imidlertid viktig å gjennomføre egen forskning til innsamling av empiriske data, og sammenligne dette med funnene fra litteraturen.

Den egne forskningen bidro til en bedre forståelse rundt problemstillingen. Det å sammenligne litteratur med empiriske data er svært interessant, spesielt siden lite av litteraturen tok for seg norsk byggebransje. For å komplementere funnene i litteraturen på best mulig måte har det på linje med god forskningspraksis blitt gjennomført en metode som involverer både en spørreundersøkelse, dybdeintervjuer og en mindre casestudie. Denne tilnærmingen er passende for de nokså brede målsetningene med denne studien. Når en undersøker dypere enn kvantitative spørsmål vil intervjuer være spesielt godt egnet (Thomas et al., 2015).

2.4.1 Spørreundersøkelse

Den første empiriske dataen ble tilegnet gjennom en relativt omfattende spørreundersøkelse. Årsaken var at det i samtale med veileder ble sett på som hensiktsmessig at den første empiriske dataen ble tilegnet gjennom en kvantitativ undersøkelse med høy etterprøvnbarhet for den videre forskningen. Kvantitative undersøkelser øker generaliteten til dataen og passer bra for bredere strategiske spørsmål. Bryman (2015) bekrefter at spørreundersøkelser da vil være det beste. En kvantitativ forskningsmetode som baserte seg på få opplysninger om mange studieobjekter ville som nevnt gjøre det mulig å identifisere trender til videre forskning. Spesielt verdifullt var det å kunne identifisere trender i den norske byggebransjen, noe som ingen andre forskningsmetodene gjorde mulig.

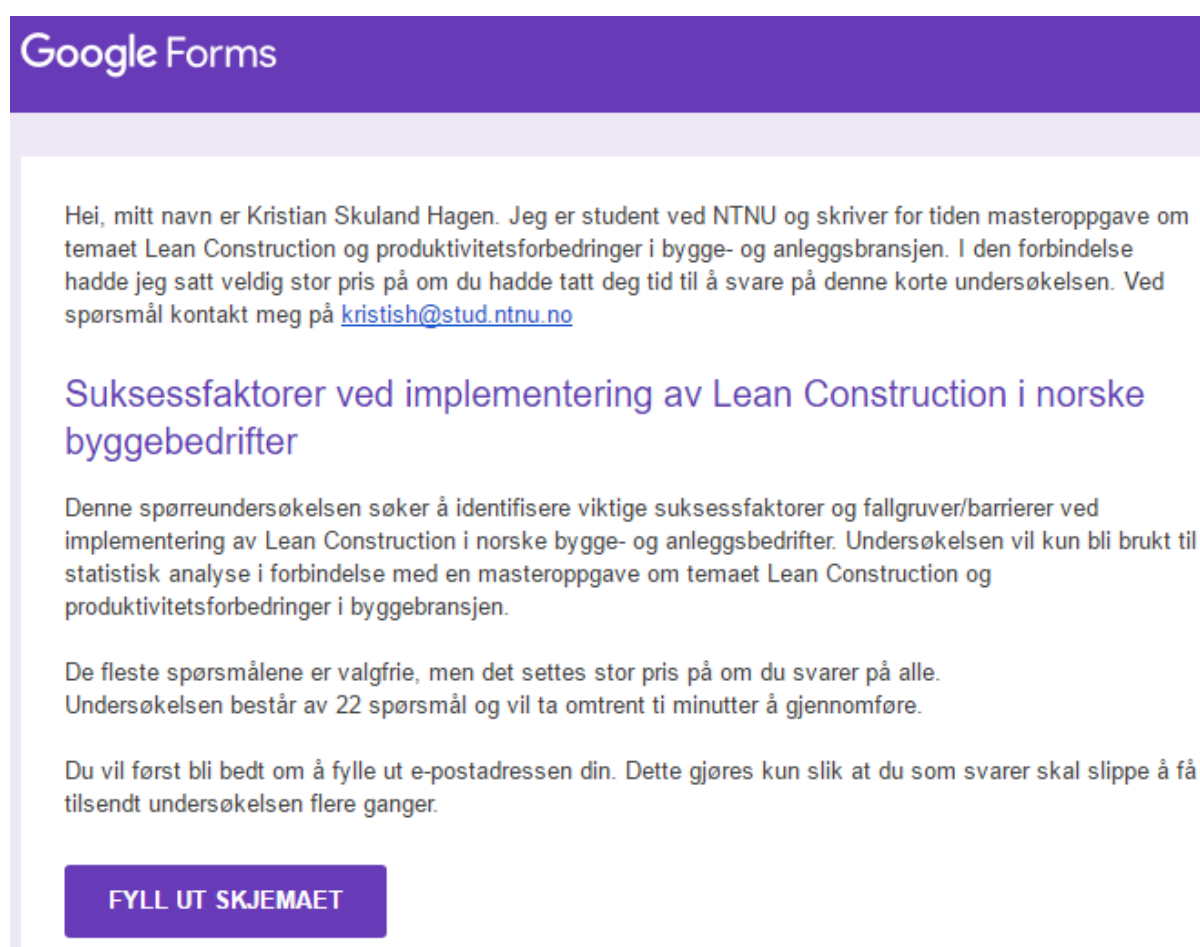
Målgruppen for undersøkelsen var aktører på tvers av den norske byggebransjen. Det eneste kravet som ble satt var at respondentene skulle jobbe i en norsk byggebedrift og de har dermed ikke gått gjennom en lang utvelgelsesprosess. Toppledelse samt prosjektledere og anleggsledere ble foretrukket av den grunn at det er de som har det overordnede ansvaret for bedriftene og byggeprosjektene, og det ble derfor antatt at disse hadde mye kunnskaper om Lean-filosofien. I tillegg er det enklere å få tak i e-postadressene til personer i bedriftsledelsen, noe som var svært tidsbesparende og forhåpentligvis føre til flere svar på undersøkelsen.

Spørreundersøkelsen ble laget i Google Forms og var en relativt enkel undersøkelse som tok for seg respondentenes bakgrunn i byggebransjen, og videre om erfaring, opplevelser og meninger rundt Lean-filosofien. Google Forms legger ingen begrensninger på antall spørsmål eller respondenter som enkelte andre programmer gjør, og er derfor meget fornuftig å bruke. De fleste spørsmålene ble utformet på egen hånd, på bakgrunn av informasjon og kunnskap innhentet gjennom litteraturstudiet. En del spørsmål ble også adoptert fra Sarhan (2011) og tilpasset denne oppgaven.

Innsamling av respondenter ble utført ved at mange forskjellige byggebedrifters nettsider ble besøkt. Nettsidene gjennomløst for å finne ansatte som i hovedsak jobbet i ledelsen eller som funksjonærer. Ansatte med ansvar for HR og HMS ble også kontaktet, særlig hvis det var

vanskelig å finne kontaktinformasjon til de nevnte. Det ble også sendt forespørsler til resepsjonen om kontaktinformasjon til aktuelle ansatte kunne sendes. Dette viste seg å være en tungvint måte å skaffe respondenter, da de aller fleste unnlot å svare. Noen få sendte en e-post i retur og forklarte at de ikke ville åpne linker sendt fra fremmede fordi de var redde for virus og lignende. Det hadde av den grunn mest sannsynlig vært bedre å skrive oppgaven for en bedrift slik at ledelsen i den bedriften kunne videresende undersøkelsen til sine ansatte.

De forskjellige byggebedriftene ble funnet gjennom søk på nettet. Spesielt ble oversikten over de 100 største norske byggebedriftene brukt (Byggeindustrien, 2017). Ansatte i alle disse bedriftene ble kontaktet og invitert til å være med. På denne måten ble undersøkelsen sendt ut til et stort utvalg. I e-posten ble respondentene invitert til å ta undersøkelsen, og videre henvist til Google Forms for å svare på den, som vist i figur 3. Invitasjonen orienterte om formålet med studien, og ga også muligheten for ikke å ta del i undersøkelsen.



Google Forms

Hei, mitt navn er Kristian Skuland Hagen. Jeg er student ved NTNU og skriver for tiden masteroppgave om temaet Lean Construction og produktivitetsforbedringer i bygge- og anleggsbransjen. I den forbindelse hadde jeg satt veldig stor pris på om du hadde tatt deg tid til å svare på denne korte undersøkelsen. Ved spørsmål kontakt meg på kristish@stud.ntnu.no

Suksessfaktorer ved implementering av Lean Construction i norske byggebedrifter

Denne spørreundersøkelsen søker å identifisere viktige suksessfaktorer og fallgruver/barrierer ved implementering av Lean Construction i norske bygge- og anleggsbedrifter. Undersøkelsen vil kun bli brukt til statistisk analyse i forbindelse med en masteroppgave om temaet Lean Construction og produktivitetsforbedringer i byggebransjen.

De fleste spørsmålene er valgfrie, men det settes stor pris på om du svarer på alle. Undersøkelsen består av 22 spørsmål og vil ta omtrent ti minutter å gjennomføre.

Du vil først bli bedt om å fylle ut e-postadressen din. Dette gjøres kun slik at du som svarer skal slippe å få tilsendt undersøkelsen flere ganger.

FYLL UT SKJEMAET

Figur 3: E-post med invitasjon til å svare på spørreundersøkelsen

Spørreundersøkelsen ble laget slik at respondentene først måtte svare på spørsmål om deres bakgrunn, som for eksempel hvilke typer bedrift de jobbet, hvor mange ansatte bedriften hadde og hvor lenge de hadde jobbet der. Dette ble gjort for at forfatteren kunne danne seg et bilde av hvem som faktisk responderte. Hoveddelen av undersøkelsen var spørsmål 8-19. Disse spørsmålene tok for seg aspekter ved Lean Construction, som for eksempel identifisering av viktige suksessfaktorer og barrierer som hadde blitt valgt ut på bakgrunn av litteraturstudiet.

Disse ble igjen utforsket videre i dybdeintervjuene og i casestudien. En enkel oversikt over hvordan spørreundersøkelsen var utformet kan sees i tabell 4.

Figurer og tabeller er enten generert direkte av Google Forms, eller i Excel på bakgrunn av resultatene i Google Forms.

Tabell 4: Utforming av spørreundersøkelse

Innhold og fokusområder	Formål	Spørsmåls-nr.
Bakgrunnsinformasjon	Tilegne informasjon om respondentene for å danne et bilde av hvem de var og hvor pålitelige svarene deres kunne regnes som.	1–7
Aspekter rundt Lean Construction	Evaluere respondentenes forståelse for konsepter og prinsipper innenfor Lean Construction, samt identifisere og evaluere teknikker og metoder som brukes for implementeringen av Lean Construction	8–19
Invitasjon til dybdeintervju	Spørre som respondentenes villighet til å ta del i et oppfølgingsintervju	20

2.4.2 Feilkilder

For en slik spørreundersøkelse er det flere feilkilder man må ta hensyn til ved vurdering av påliteligheten til resultatene. Man opererer med tre hovedtyper feilkilder: utvalgsfeil, målefeil og prosesseringsfeil (IMDi, 2010b).

Utvalgsfeil kommer av at utvalget ikke er perfekt representativt for populasjonen. For at spørreundersøkelsen skal kunne være pålitelig er det først og fremst viktig å ha en høy deltakelse eller svarprosent. I læreboken *Probability and statistics for engineers and scientists* (Walpole et al., 1993) fremkommer teoremer for beregning av nødvendige utvalg. En omskrivning av disse teoremene gir uttrykket for nødvendig svarrate:

$$\frac{\frac{Z^2 * p(1 - p)}{e^2}}{1 + \frac{Z^2 * p(1 - p)}{e^2 N}}$$

Hvor

- N = utvalg (antall sendte undersøkelser)
- e = konfidensintervall/feilmargin
- Z = z-verdi for konfidensnivå
- p = prosentverdi som velger et svaralternativ (kan settes til 0,5 ved normalfordeling)

I og med at svarraten på denne undersøkelsen kun var på 42 av 519, altså 8,09%, måtte det velges et lavt konfidensintervall og en høy feilmargin. Konfidensnivået ble satt til 90%, mens feilmarginen ble satt til 14%. Med N=519, Z=1,91 (tilsvarer 90% konfidensintervall), e=14%, og p=0,5 ble nødvendig svarrate=43, noe som er så vidt over den aktuelle svarraten for

undersøkelsen. Dette betyr at konfidensnivået måtte være 90% og feilmarginen på over 14%. Dette vil selvsagt gjøre at resultatene fra spørreundersøkelsen er svært lite pålitelige, og noe som må tas hensyn til i det videre arbeidet. Årsaken til den lave deltakelsen har blitt nevnt tidligere i kapitlet, og kom mest sannsynlig av at mange i utvalget ikke ville åpne ukjente linker på e-post. I tillegg kan det tenkes at noen i utvalget ikke har hatt tid til å svare, eller at de har glemt å svare. Det ble kun sendt ut en purring for å ikke mase for mye, og dermed kan flere fort ha glemt at de fikk undersøkelsen tilsendt.

IMdi (2010b) lister opp to hovedproblemer ved et høyt frafall og lav svarrate:

- Estimaterne blir skjeve dersom frafallet er skjevt. Jo større frafall, jo større muligheter for skjevheter.
- Dataene kan gi dårligere estimater fordi variansen øker. Sagt på en annen måte kan usikkerhetsmarginene øke.

Målefeil i undersøkelsen kan komme av at respondentene ikke alltid er representative for den aktuelle gruppen. Det har som sagt ikke foregått noen spesielt kritisk utvelgelse, og da kan noen av respondentene muligens vise seg å være lite representative. Dette kan føre til skjevheter i datamaterialet siden ikke alle i utvalget svarte, eller fordi noen ikke svarte på alle spørsmålene. Den andre typen målefeil oppstår når respondentene gir feil svar. Dette kan komme av at de misforsto, tippet eller løy. Spørreskjemaets eller spørsmålenes utforming kan ha gjort at respondentene tolket spørsmålene på forskjellige måter, eller at deler av utvalget systematisk misforstod visse spørsmål. Dette kan også ha ført til feilkilder. Slike typer feilkilder ble forbygget ved å lage spørsmål som i størst mulig grad var entydige og dekkende. En annen feilkilde er selve bruken av programmet som undersøkelsen er laget i. Google Forms ble valgt ut ifra dens enkle og oversiktlige funksjoner, men også grunnet det enkle og oversiktlige grensesnittet den tilbyr brukerne. Det at respondentene enkelt forstår og kan navigere i undersøkelsen minimerte eventuelle feilkilder som kommer av misforståelser. Det at den var internettbasert gjorde imidlertid at man kunne oppleve utfordringer i forhold til representativitet, og dermed kvalitet. Siden internettbruken er størst blant personer med høy utdanning ble dette regnet som en lite relevant feilkilde.

Prosesseringsfeil i undersøkelsen har sammenheng med feil i forbindelse med registrering, lagring eller bearbeiding av dataene som ble samlet inn. Jo flere arbeidsoperasjoner datainnsamlingen består av, jo lengre og jo mer innviklet innsamlingen, jo større sjanse for at store og små feil oppstår i løpet av prosessen. Eksempler på slike feil kan være at ferdig utfylte spørreskjema blir slette ved et uhell, at nettstedet for mottak av de elektroniske skjemaene ikke fungerer skikkelig, eller at respondenten krysser av i feil rute under utfyllingen. Slike feil har blitt sett på som lite relevante i denne undersøkelsen siden datamaterialet har gått gjennom lite prosessering.

2.4.3 Dybdeintervjuer

Etter at spørreundersøkelsen hadde blitt svart på av et tilstrekkelig antall respondenter, ble det gjennomført 2 semistrukturerte dybdeintervjuer. Årsaken til dette var som nevnt tidligere for å tilrettelegging for triangulering av resultatene, og muliggjøre en dypere forskning av

tendensene som ble funnet gjennom spørreundersøkelsen. Dybdeintervjuene tillot i motsetning til den strukturerte spørreundersøkelsen å få intervjuobjektene til å reflektere over egne erfaringer og meninger knyttet til temaet. Fordelen med dybdeintervjuene var også at respondentene fikk anledning til å resonnerer dypere omkring temaet. Med bare to personer innblandet i dialogen ble det skapt en trygg og konfidensiell atmosfære, som bidro til at respondentene lettere åpnet seg og kunne gi ærlige svar. Dybdeintervjuene supplerte dermed spørreundersøkelsen på en tilfredsstillende måte.

Det ble totalt gjennomført 2 intervjuer, og begge kan regnes som semistrukturerte. Intervjuene ble planlagt godt på forhånd og det ble utformet en intervjuguide der tema og disposisjon for intervjuene ble skrevet ned (se vedlegg B). I intervjuguiden ble det vektlagt å stille spørsmål som ville utdype svarene og trendene som kom frem fra spørreundersøkelsen. Spesielt ble det lagt vekt på å spørre intervjuobjektene om de forskjellige suksessfaktorene og barrierene som ble regnet som kritiske etter bearbeiding av resultatene fra spørreundersøkelsen. Ikke alle spørsmålene ble stilt til begge intervjuobjektene, og guiden ble derfor mer brukt som veiledning underveis i intervjuene. På denne måten ble det mulig å snakke mer fritt om temaet. Fordelen med dette var at aspekter rundt temaet som ikke ville blitt belyst kun ved spørsmålene likevel ble tatt opp (Longva, 2010).

Intervjuguiden ble utarbeidet på bakgrunn av problemstillingen og forskningsspørsmålene, og inneholdt en del av de samme spørsmålene som også ble stilt i spørreundersøkelsen. Mye av forberedelsene til intervjuene var allerede gjort ved at omfattende kunnskap allerede var tilegnet gjennom litteraturstudiet. Dette var viktig for å kunne utarbeide en solid intervjuguide, og ikke minst for å være i stand til å stille oppfølgingsspørsmål under intervjuene. Gruppeintervjuer ble valgt bort til fordel for individuelle intervjuer for å få respondentene til å føle seg tryggere, og på den måten åpne seg i større grad. Det første intervjuobjektet ble valgt på bakgrunn av tilbakemeldingene fra undersøkelsen. Det andre intervjuobjektet ble valgt etter anbefaling fra det første intervjuobjektet. Det ble valgt å ta opp begge intervjuene på bånd da dette ville gjøre det mulig å transkribere dem i ettertid. Notering underveis ble sett på som negativt da det ville gjøre det vanskelig å følge med i samtalene. Intervjuobjektene var begge ansett som svært interessante, med mye og god kunnskap på området.

Intervjuobjekt 1

Intervjuobjekt 1 var Gaute Hørlyk i Lean Logistikk. Han svarte ja til å være med på et oppfølgingsintervju etter å ha svart på spørreundersøkelsen, og ble kontaktet på e-post. Intervjuet gikk over telefon og den ble tatt opp på bånd i sin helhet etter skriftlig tillatelse fra Hørlyk. Først ble det informert om bakgrunnen for oppgaven og hva datamaterialet ville brukes til. Deretter ble det igjen bedt om tillatelse til å ta opp intervjuet på bånd. Etter dette startet intervjuet og intervjuguiden ble fulgt, med en del oppfølgingsspørsmål underveis. Når intervjuet var ferdig forslø Hørlyk å ta kontakt med Hans Thomas Holm i Statsbygg da han hadde mye erfaring på området, og ville være en veldig god ressurs å bruke.

Intervjuobjekt 2

Intervjuobjekt 2 var Hans Thomas Holm i Statsbygg. Han ble også kontaktet på e-post. Da han ikke hadde svart på spørreundersøkelsen ble han først forespurt å svare på denne, noe han takket ja til. I tillegg til dette sendte han forfatteren flere dokumenter fra et prosjekt som hadde brukt Lean Construction. Deretter ble det avtalt et tidspunkt for intervju. Dette intervjuet ble også gjennomført over telefon, med samme fremgangsmåte som det første intervjuet. Dokumentene som ble tilsendt i forkant, samt deler av intervjuet dannet grunnlaget for en kortere casestudie, som blir presentert i kapittel 4 sammen med hovedpoengene som kom fram i intervjuene.

Etterarbeidet bestod i transkribering av lydopptakene, noe som var en tidkrevende prosess. Resultatene av intervjuene er presentert i kapittel 4 og diskutert sammen med litteraturstudiet og resultatene fra spørreundersøkelsen og casestudien i kapittel 5.

2.4.4 Dokumentanalyse

Casestudien var en dokumentanalyse av den nye Kunst- og Designhøgskolen i Bergen (KHiB). Det å få dokumentene tilsendt i forkant av intervjuet var svært nyttig siden forfatteren da kunne sette seg inn i prosjektet, og på den måten stille mye bedre forberedt til selve intervjuet. Underveis i intervjuet ble det derfor i større grad stilt spørsmål som ikke var skrevet i intervjuguiden, men som baserte seg på funnene i dokumentanalysene.

I tillegg ble det sett på som svært verdifullt å bruke dokumentene til å gjennomføre en egen casestudie. En fordel ved casestudier er at de tillater forskeren å gå i dybden på en enhet, og dermed komme frem til detaljerte og inngående beskrivelser av et fenomen (Wæhle og Sterri, 2016). I tillegg kan de brukes både som frittstående studier, og til å finne frem til beskrivelser eller hypoteser om årsakssammenhenger som kan testes ved hjelp av statistiske metoder. Ulempene er at det kan være utfordrende å utlede generelle betraktninger om gruppen på bakgrunn av en studie av én enhet. Fakta om ett medlem av en gruppe er ikke nødvendigvis representativt for hele gruppen. Denne casestudien ble likevel sett på som svært relevant for oppgaven i og med at det her var snakk om en faktisk implementeringsprosess av Lean Construction i et stort og omfattende byggeprosjekt. Resultatene som har kommet fram fra dokumentanalysene har derfor blitt vektlagt i svært stor grad, da de er ansett å ha en høy validitet og reliabilitet.

3 Litteratur og teori

I dette kapitlet presenteres den litteratur og teori som er grunnlaget for masteroppgaven. Opphav og bakgrunn til Lean Construction vil bli presentert, samt at det gjøres rede for hva produksjonsfilosofien går ut på. Kapitlet søker i så måte å besvare forskningsspørsmål 1. Først gis det et innblikk i produksjonssystemet Toyota Production System og hvordan dette utviklet seg til Lean Production. Videre forklares det hvordan byggeindustrien i senere tid har tatt i bruk disse filosofiene som Lean Construction, og helt til slutt vil suksessfaktorer og barrierer for en vellykket implementering av Lean presenteres.

3.1 Hva er Lean Construction?

Lean-filosofien går i all korthet ut på skille mellom hvilke aktiviteter som gagnar og skaper verdi for sluttbrukeren, og hvilke aktiviteter som krever tid og ressurser, men ikke skaper noe verdi for sluttbrukeren, og som dermed må regnes som sløsing (Moore, 2011; Liker, 2004). Konseptet har røtter tilbake til 2 verdenskrig, da det oppstod en ny produksjonsfilosofi i japansk bilindustri.

3.1.1 Toyota Production System

Den japanske bilgiganten Toyota er kjent som en enestående bilprodusent, og har i en årrekke vært ledende når det kommer til prosesser for produktutvikling, der biler produseres mye raskere enn hos flere andre bilprodusenter (Liker, 2004). Årsaken til dette kan i stor grad forklares med deres utvikling av Toyota Production System (TPS) i tiden rett etter 2. verdenskrig.

I kjølvannet av andre verdenskrig var Toyota kun et lite japansk bilproduksjonsselskap, i et land der det etter krigen var svært vanskelig å få tak i ressurser som kapital, landjord og kvalifisert arbeidskraft (Liker, 2004; Moore, 2011; Ohno, 1988). Disse begrensningene gjorde at flere japanske produsenter måtte utvikle teknikker for å drive forretning på nye og innovative måter. Måten Toyota løste dette på, var at de etter krigens slutt sendte representanter fra selskapet på studietur til USA. Dette ble gjort for å innhente inspirasjon fra amerikanske bilprodusenter som Ford og GM, som begge var kjent for sin produksjonseffektivitet. I spissen for denne studieturen satt produksjonsingeniør Taiichi Ohno som hadde fått hovedansvaret for reisen.

På studieturen opplevde de store forskjeller fra den produksjonen de var vant med (Liker, 2004). I motsetning til de store amerikanske bilprodusentene som hadde haugevis med kapital og enorme markeder i USA og resten av verden, hadde Toyota lite kapital og opererte i et land der markedet etter andre verdenskrig var svært begrenset. De største amerikanske bilprodusentene benyttet seg av masseproduksjon, hadde stordriftsfordeler, og kunne benytte seg av store mengder verktøy for å muliggjøre produksjon av så mange deler som mulig, til så liten pris som mulig. Til sammenligning var Toyota nødt til å produsere flere forskjellige typer biler

på de samme samlebåndene for å tilfredsstille etterspørselen til kundene sine. Selv om de japanske ingeniørene var overveldet av Fords gigantiske fabrikk, var de svært lite imponert over det de mente var ineffektivitet i bilproduksjonen (Liker, 2004). Masse-produksjonen som fant sted førte til store mengder sløsing i form av overproduksjon og over-lagring, venting, defekter som ble montert inn i bilene og som senere måtte fjernes, samt dårlig utnyttelse av gulvplass på fabrikkene. Likevel produserte Ford store mengder biler og hadde en omsetning som Toyota ikke var i nærheten av. Ohno og hans team bestemte seg derfor for å ta i bruk metodene i amerikansk masseproduksjon, men med en kvalitativ vri. De skjønnte at det japanske markedet var for lite, og etterspørselen for sped, og at produksjonen dermed måtte minskes og endres drastisk sammenlignet med den amerikanske. Sammen utviklet de derfor kjernekonseptet i det som senere skulle vise seg å bli kjent som Toyota Production System.

Grunntanken i TPS var en total forandring i Toyotas produksjonssystem (Howell, 1999; Liker, 2004). Taiichi Ohno forstod at Toyota måtte finne en måte å utnytte knappe ressurser og kapital på best mulig vis. Ford hadde en fullstendig forsyningskjede, Toyota hadde ikke det. Produksjon av store mengder kvanta for lagring til det trengtes kunne de heller ikke utnytte som følge av plassmangel. Toyota måtte tilpasse seg Fords produksjonsprosess for å kunne oppnå høy kvalitet, lav kostnad, kort produksjonstid, samt fleksibilitet. De var avhengig av å produsere lavere kvanta på de samme samlebåndene, fordi etterspørselen i Japan var for lav for dedikerte samlebånd til forskjellige typer biler. For å overleve på lang sikt måtte de altså tilpasse masseproduksjonen til det japanske markedet ved å endre hele produksjonssystemet. Ved å holde produksjonstiden nede, og ved å holde produksjonslinjene fleksible, innså Toyota at de kunne oppnå høyere kvalitet og produktivitet, bedre kunderespons, samt bedre utnyttelse av verktøy og gulvplass. Overproduksjonen skulle fjernes, og dermed den ekstra lagerbeholdningen de så på som sløsing.

3.1.2 De syv kildene til sløsing

Da Ohno og hans team kom tilbake til Japan utarbeidet de det som etter hvert ble karakterisert som de syv kildene til sløsing. (Liker, 2004; Ohno, 1988). Sløsing definerte Ohno som alle aktiviteter, eller prosesser, som ikke bidrar til å skape noen form for verdi for kunden eller sluttbrukeren. Deretter ble det satt i gang tiltak for å fjerne disse kildene til sløsing, fordi tanken var at disse hindret selskapet i å oppnå en optimal produksjonsprosess. Dette har senere blitt omtalt som det å være Lean, eller trimmet på norsk. De syv kildene som Taiichi Ohno utarbeidet er gjengitt i tabell 5 på neste side. Det finnes flere forskjellige benevnelser på de forskjellige kildene, både på norsk og på engelsk. Her er benevning valgt ut ifra det forfatteren selv mener gir en best beskrivelse av hver kilde.

Tabell 5: De syv kildene til sløsing (Ohno, 1988)

Kilde	Forklaring
Overproduksjon	Produksjon av en vare før den faktisk behøves. Overproduksjon er ekstremt kostbart for en bedrift, fordi det hindrer en jevn flyt av materialer, og gir dårligere kvalitet og produktivitet – i tillegg til at det ofte bidrar til de andre kildene.
Venting	Alle perioder hvor det er lite eller ingen aktivitet som følge av at påfølgende aktivitet må vente, enten fordi ressurser ikke er tilgjengelige, eller fordi foregående aktivitet ikke er ferdigstilt.
Transport	All unødvendig transport av materialer og andre ressurser som ikke trengs til umiddelbar produksjon er unødvendig, da det ikke er verdiskapende aktiviteter.
Overprosessering	Utførelse av unødvendig eller feil bearbeiding, vanligvis pga. feil verktøy eller produktdesign.
Inventar	Dette er en direkte følge av overproduksjon og venting. Overflødig inventar kan fort bygges opp og gjøre beslag på ressurser pga. ekstra håndtering og behov for mer lagringsplass. I tillegg kan det skjule problemer nede på gulvet hvor selve produksjonen foregår, og kan således føre til dårligere drifts- og produksjonsytelse.
Bevegelse	Dette er relatert til ergonomi og handler om all unødvendig bevegelse på en produksjonsplass, som bøyning, strekking, gåing, løfting osv. Dette er ofte et resultat av et ineffektivt oppsett på produksjonsplassen, samt defekter som må repareres. Det er viktig å ha i bakhodet at bevegelse som skaper verdi blir kalt arbeid, mens det kun blir kalt bevegelse når det ikke er forbundet med verdiskaping.
Defekter	Produkter, materialer eller tjenester som ikke møter tilfredsstillende krav, og som dermed må repareres eller lages på nytt. Dette er en omfattende kostnad for alle selskaper, og den totale kostnaden av defekter er ofte en betydelig del av den totale produksjonskostnaden.

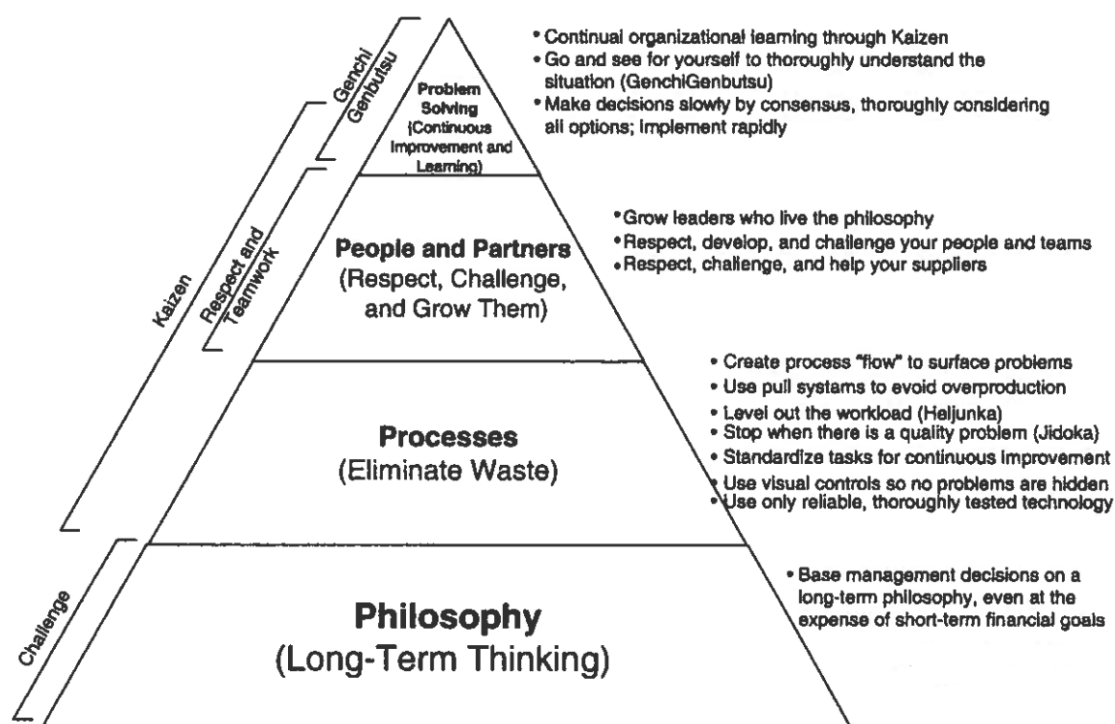
Den nye filosofien i TPS søkte altså å minimere, helst fjerne, alle former for sløsing (Howell, 1999; Womack et al., 1991; Ohno, 1988). Måten dette var tenkt gjennomført var at Henry Fords filosofi om flytbasert produksjonsstyring ble videreutviklet. Forskjellen var at der Ford var opptatt av å produsere standardprodukter, ønsket Toyota å produsere biler etter kundens bestilling, en såkalt *just-in-time*-produksjon (JIT). Ved å produsere biler på kundens bestilling, trengte ikke Toyota å lagre materialer eller ferdige produkter, og sløsing forbundet med dette ble altså eliminert. På studieturen hadde Taiichi Ohno sett at velfungerende supermarkeder i USA klarte å oppnå høy omsetning på små lagerbeholdninger. Han forstod da at store lagerbeholdninger ikke lenger kunne ses på som et gode, men som sløsing. Sløsing som kan bli utsatt for skader og forringelser, og som også skjuler andre typer problemer. I stedet for den amerikanske tankegangen om at maskiner, inventar og utstyr var goder, og arbeidskraft kostnader, så Toyota heller arbeidskraft som det nye godet. Disse godene kunne verdsettes over tid gjennom læring og forbedring, og føre til eksepsjonelle konkurransedyktige fordeler. Liker

(Liker, 2004) skriver at Toyota aldri ville latt overflødige arbeidere gå eller degradere dem som følge av et ønske om produktivitetsforbedring. Denne kortsiktige kostnadsbesparende tankegangen ville skape dårlig stemning i selskapet og hindre andre arbeidere i å samarbeide i fremtidige oppgaver. Dette nevner også Moore (2011), og forklarer at en av de mest sentrale tankegangene i Lean-filosofien er at fortjeneste ikke kommer av nedskjæringer i arbeidsstokken, men at det i stedet er produksjonsprosessene i en bedrift som må endres og tilpasses den mengde ressurser bedriften til enhver tid har.

Toyota søkte derfor alternativt verdiskapende arbeid for arbeidere som hadde blitt gjort overflødige som følge av de nye produksjonsforbedringene (Moore, 2011). Arbeiderne ble kort og godt sett på som de mest verdifulle ressursene til Toyota.

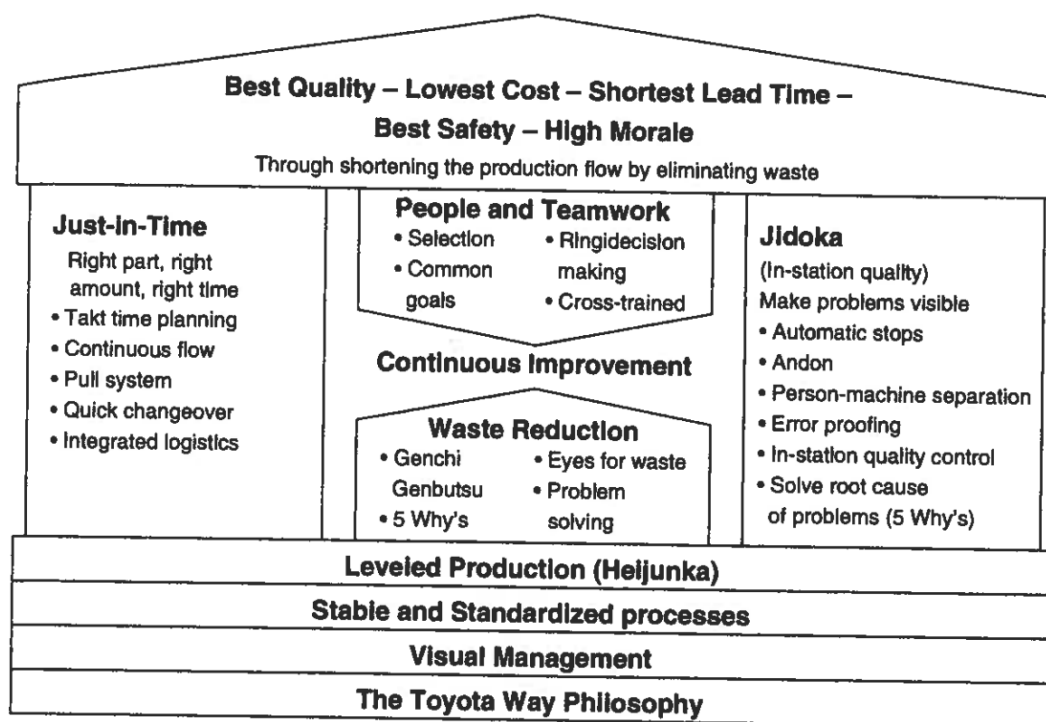
For enkelhets skyld kan Toyotas produksjonsfilosofi, som Liker (2004) kaller The Toyota Way, forklares ut ifra 4P-modellen i figur 4. Den første P'en står for *Philosophy*, og beskriver at fundamentet i pyramiden er filosofien om en langsiktig tankegang, der kortsiktige mål blir nedprioritert for å oppnå fordeler på lang sikt. Den neste P'en står for *Process*, og beskriver at det neste laget i pyramiden er eliminering av sløsing og tilrettelegging av flyt for å optimalisere produksjonsprosessene. Den neste P'en står for *People and Partners*, som tar for seg utvikling av ledere som kan videreføre filosofien, samt ledere som respekterer og utfordrer mennesker, team og leverandører. Toppen i Likers pyramide, og den siste P'en, står for *Problem Solving*, der man tar avgjørelser fortløpende og tilegner seg kunnskap fortløpende ved hjelp av kontinuerlige forbedringer (japansk; *Kaizen*).

Liker presiserer at man kunne må legge vekt på den siste P'en når alle de andre lagene i pyramiden allerede er til stede og godt implementert i bedriften. Fundamentene og grunntankene som Lean bringer med seg må være til stede for at selve arbeidet med å forbedre prosessene kan starte. Selve modellen kaller Liker for The Toyota Way.



Figur 4: 4P-modellen i the Toyota Way (Liker, 2004, gjengitt av Moore, 2011)

Liker gir også en billedlig fremstilling av Toyota Production System (figur 5), der filosofien i *The Toyota Way* ligger som et fundament for hele produksjonssystemet. De viktigste aspektene ved TPS er en konsistent tankemåte, en helhetlig ledelsesfilosofi, vektlegging på kundetilfredshet, samarbeid og forbedring, en evigvarende leting etter en bedre vei, et system der kvalitet er innebygd i prosessene, samt en organisert og disiplinert arbeidsplass



Figur 5: Toyota Production System (Liker, 2004 gjengitt av Moore, 2011)

3.1.3 Lean Production og Lean Manufacturing

Etter hvert som Toyota utviklet seg til å bli en av de ledende bilprodusentene i verden, ble produksjonssystemet deres etter hvert kopiert av blant annet amerikansk produksjonsindustri (Krafcik, 1988; Womack et al., 1991). I USA ble det gitt navnet Lean Production og Lean Manufacturing, der ordet Lean, eller trimmet, viser til det effektive produksjonssystemet som eliminerer overflødige elementer som sløsing. Ifølge Wikipedia er *manufacturing* beskrivelsen av prosessen som omgjør råmaterialer til ferdige produkter, mens *production* beskriver den generelle og overordnede prosessen ved å omgjøre input til output (Wikipedia, 2017a, 2017b). Da disse to uttrykkene ellers er like, vil det videre i denne oppgaven kun bli referert til Lean Production.

Lean i produksjonsindustrien ble etter hvert en betegnelse som skilte trimmet produksjon fra det snevre synet i håndverksproduksjonen om arbeiderproduktivitet, og masseproduksjonens vektlegging på maskiner og samlebånd (Sarhan og Fox, 2013). Lean Production rettet i stedet søkelys på hele produksjonssystemet med den enkle fremgangsmåten: Produser et produkt til en spesifikk kundes krav, lever øyeblikkelig, og oppretthold null inventar eller midlertidige lagre. Ideen var å produsere den mengden som trengtes, til riktig tid, og i riktig mengde. Produksjonen i industrien ble med dette «Lean».

Et viktig element i Lean Production var, ifølge Moore (2011), som nevnt tidligere at nedskjæringer og nedbemanninger ble sett som særdeles negativt, mens endringer i bedriftens produksjonsprosesser var det som i stedet skulle bidra til produktivitetsforbedringer. Lean videreførte på denne måten ideene fra TPS om at høye kostnader blir sett på som en konsekvens av dårlige arbeidsmetoder- og systemer, og kostnadsreduksjon skjer når man forbedrer disse. For å hjelpe seg med dette må ledelsen stille spørsmålet: «Hva kan vi gjøre for å hjelpe arbeiderne med å gjøre jobben sin bedre på egen hånd?» Uheldigvis er det mange ledere som prøver å redusere kostnader kun ved nedskjæringer, der det typisk blir utført kostnadskutt ved å si opp arbeidstakere, foreta restruktureringer eller klage på leverandører. Slike kostnadskutt er en altfor enkel tilnærming til kostnadsreduksjon, og vil ikke være bærekraftig i lengden. Moore ser, i likhet med Ohno, på kostnad mer som en konsekvens av en bedrifts prosess- og systemdesign som kontinuerlig må forbedres, enn som overbemanning i en bedrift.

Det er med andre ord endring av selve systemet som er essensielt i TPS og Lean Production, og det er dette som er nøkkelen til å oppnå et produktivt system. Moore (2011) beskriver Lean Production som det å være trent eller trimmet i stedet for det å være slank. For å oppfylle det å være trent er det viktig å tenke på at det ikke har med reduksjon av arbeidskraft og ressurser, men i stedet endring av designet til det systemet du ønsker å trene. Han viser til Likers 4P-modell og legger vekt på viktigheten av å legge fundamentet på solid grunn. Uten det er det ingen verktøy i verden som kan hjelpe deg. Moore forklarer videre at når en bedrift er «Lean» oppnår man på samme tid:

- minimum inventar av råmaterialer, pågående arbeid og ferdige varer
- minimum defekter og underkjente varer
- minimum produksjonstap gjennom planlagt og ikke-planlagt dødtid, forandringer og overgang, hurtige stopp og kvalitetsproblemer
- minimum systemsyklustider og minimum forsinkelser mellom prosesser
- minimum variabilitet i produksjonstakt
- minimum enhetskostnad i produksjon
- eksepsjonell leveringstid, kundefornøydhets og store profitter
- kontinuerlig vektlegging på forbedringer av markedsandel; du er bedre enn du var i går, men ikke så god du vil være i morgen!

For å summere opp var Ohno (1988) sin idé, som utviklet seg til Toyota Production System, og siden til Lean Production, å legge vekt på designet av selve produksjonsprosessen, i tillegg til designet av selve produktet. Design et produksjonssystem som vil levere et produkt øyeblikkelig etter bestilling, men unngå noen form for mellomlagring. Konseptene inkluderer:

- identifiser og lever verdi til kunden: eliminer alt som ikke legger til verdi.
- organiser produksjonen som en kontinuerlig strøm.
- perfeksjoner produktet og lag en pålitelig flyt gjennom å stoppe linjen, trekke inventar, og distribuere informasjon og beslutningstaking.
- søk etter perfeksjon: på bestilling, lever et produkt som møter kundens krav med null lagring.

Koskela (1992) skriver at en av de største framgangene i den nye måten å tenke på kom akkurat med at man innså at det fantes både verdiskapende aktiviteter, men også ikke-verdiskapende aktiviteter i produksjonsindustrien. Fra å tenke på produksjon som et sett isolerte aktiviteter, ble den nye tankegangen dermed at produksjon består av et sett aktiviteter som sammen skal gi en verdiskapende flyt. Denne nye tankegangen som Toyota hadde implementert, og som etter hvert ble tatt i bruk av produksjonsindustrien, minsket kostnaden for både verdiskapende og ikke-verdiskapende aktiviteter.

3.2 Dagens byggebransje

Byggebransjen så i lengre tid bort fra, og avviste mange av tankene fra produksjonsindustrien, blant annet Lean Production (Howell, 1999). Begrunnelsen var at de to næringene ble sett på som svært forskjellige. Tanken har vært at byggebransjen skiller seg fra industrien i de fysiske egenskapene til sluttproduktet (Salem et al., 2006). Byggeprosjekter er produksjon av unike kunstneriske produkter i en veldig stor skala. I industrien kan ferdige produkter som regel bli flyttet som helhet til forhandlere og sluttbrukere, de blir solgt og brukt et helt annet sted enn der de blir produsert. I byggebransjen har man på den annen side å gjøre med større enheter som ikke kan bli transportert, men som må bli brukt der de blir produsert.

Kort oppsummert forteller Salem et al. (2006) at byggebransjen har tre grunnleggende egenskaper som skiller den fra industrien. Disse tre egenskapene er produksjon på byggeplass, byggeprosjekters unikheter og byggeprosjekters kompleksitet.

Den første egenskapen, produksjon på byggeplass, vil si at konstruksjonen blir bygget på det stedet der den skal stå som ferdig produkt, og skiller seg med det fra industri hvor sluttproduktet kan flyttes på etter montering (Salem et al., 2006). Med produksjon på byggeplass vil aktiviteter som installasjon og oppføring av forskjellige deler, være avhengig av samspillet og overlappingen til andre aktiviteter hos forskjellige entreprenører, noe som gjør det vanskelig å ha en fastsatt timeplan. Det er disse aktivitetene som øker verdien på produktet mest. Entreprenøren må forsikre seg om at alle komponentene som blir montert på byggeplassen møter standarder av høy kvalitet, og kvaliteten påvirkes i stor grad av de spesifikke forholdene på byggeplassen.

Den andre egenskapen, byggeprosjekters unikheter, vil si at industrien normalt drar fordel av spesialisert utstyr for å lage standardiserte enheter, og tillater dermed forhandlere i svært liten grad å tilpasse produktet til kundene (Salem et al., 2006). I byggebransjen spiller kundene derimot en nøkkelrolle gjennom hele prosjektets syklus. Ved hjelp av de prosjekterende, kan kunden definere produktet sitt eksplisitt gjennom budrunder eller kontrakter, og eieren kan modifisere kravene og detaljene i kontrakten på et senere tidspunkt. Dette påpekes også av Barshan et al. (2004), der påstanden er at kunden ikke har noen påvirkning på verdispesifikasjonen av et nytt produkt i industrien, mens kunden spiller en viktig rolle i verdispesifikasjonen i byggebransjen. Der industrien identifiserer markedets verdiparametere og utvikler produktet deretter, integrerer byggebransjen produktutviklingen med den faktiske produksjonen. I tillegg til dette har ikke byggebransjen noen spesifikk kunde, men leverer

produkter som er viktig for mange. Kunden er det representative antallet av interessenter til forskjellige tider.

Med den siste egenskapen, kompleksiteten i byggeprosjekter, menes det at byggeprosjekter er komplekse, unike og dynamiske systemer, som for eksempel midlertidige multiorganisasjoner, som må stole på en innledende prosjektering som involverer mange forskjellige underleverandører, med varierende spesifikasjoner (Bertelsen, 2003). Byggeprosjekter er de udokumenterte prosessene som skjer i interaksjonen mellom en kompleks og dynamisk kunde, og et komplekst og dynamisk produksjonssystem, på en midlertidig produksjonsplass (Bertelsen, 2004). Dynamikken kommer også fra det faktum at deltakerne i prosessene hele tiden skiftes ut gjennom prosjektets levetid, og ikke minst av det faktum at ethvert prosjekt er et annets delprosjekt, og med det er gjenstand for de overliggende prosjektdynamikkene.

Den kombinerte effekten av disse tre egenskapene resulterer i usikkerhet (Salem et al., 2006). Produksjonsprosessen i industrien gjør det mulig å redusere usikkerheten med økende kontroll over prosessen i seg selv, mens det i et byggeprosjekt vil eksistere stor usikkerhet gjennom hele prosjektet. Vær- og grunnforhold, eierendringer og samhandlingen mellom mange operasjoner og deltakere kan skape unike omstendigheter, like kritiske som de planlagte aktivitetene, og spille en stor rolle når det kommer til prosjektets total kostnad og byggetid.

I tillegg er et av problemene i byggebransjen dens forhold til endring (Koskela et al., 2002). Endring av langvarige måter å tenke og handle på er veldig krevende. Koskela mener dette definitivt gjelder byggebransjen med sin hardt innprentede arbeidsfilosofi. Endring av prosedyrer, teknikker og bedriftssystemer er den lette delen, men endring av mentalitet er den virkelige utfordringen.

Alt dette gjorde at det tok lang tid før retningslinjene fra Lean Production ble tatt opp i byggebransjen. Lauri Koskelas arbeid med avhandlingen *Application of the New Production Philosophy* (Koskela, 1992) kan bli sett på som et vendepunkt. Denne avhandlingen tok et oppgjør med den tradisjonelle måten å jobbe på innenfor byggebransjen, og han presenterte mulighetene for å anvende prinsippene og teorien fra Lean-filosofien også i byggebransjen. Retningslinjer for en ny tankegang innenfor byggebransjen ble formulert videre av Ballard og Howell (1998b), som påstod at man i byggebransjen kunne finne en eller flere av de samme karakteristikkene som i industrien. Dette ble videreført av Koskela (2000), og senere i mer detalj av Ballard et al. (2001). Ideen om å levere prosjekter samtidig som man kunne maksimere verdien for kunden og minimere sløsing gjorde at Lean etter hvert ble mer og mer akseptert på bakgrunn av iherdig arbeid fra noen få, men dyktige forskere (Bertelsen, 2004).

3.3 Lean Construction

Lean Construction har kommet til over tid, og de siste årene har flere tatt inn over seg at byggebransjen har flere likheter med industrien (Bertelsen, 2004). Blant annet har man oppdaget at de syv kildene til sløsing også finnes i ethvert byggeprosjekt, på samme måte som det gjør i industriens mer ordnede systemer. Derfor har det de siste årene blitt vektlagt i stadig større grad å finne måter å minimere og helst bli kvitt disse kildene. Man har også innsett at

det gjelder å prøve og redusere det mulige behovet for dem ved å øke orden og standardisering i de gitte situasjonene som oppstår på en byggeplass. Ved å øke orden og standardisering blir systemene mindre komplekse, de blir rett og slett mer like produksjonssystemene fra industrien, noe som kan gjøre det lettere å ta i bruk ideene fra Lean-filosofien.

Howell (1999) beskriver at sløsing innenfor industrien og i byggebransjen kommer av den samme aktivitetssentrerte tankegangen: «Hold et intenst press under produksjon på hver eneste aktivitet, fordi tids- og kostnadsreduering i alle ledd er nøkkelen til forbedring». En Lean byggebransje er annerledes enn den «vanlige» formen på følgende områder:

- den har klart definerte mål for leveringsprosessen
- det legges vekt på å maksimere utførelse for kunden på prosjektnivå
- produkt og prosess prosjekteres på samme tid
- produksjonskontroll anvendes gjennom hele levetiden til prosjektet

Til nå har byggebransjen derimot hatt den samme tilnærmingen som masseproduksjon, der optimalisering av prosjekter blir gjort aktivitet for aktivitet, og kunde verdien er antatt identifisert i prosjekteringen (Howell, 1999). Prosjektene blir delt inn i deler som for eksempel prosjektering og bygging. Deretter puttes disse delene i en logisk rekkefølge, og tids- og ressursbruk som kreves for å ferdigstille hver aktivitet og dermed prosjektet blir estimert. Hver aktivitet blir så delt opp tilstrekkelig for så å bli gitt til en entreprenør som påtar seg oppdraget. Kontroll får man ved å sammenligne hver aktivitet med den tilhørende time- og budsjettplanen. Hvis aktivitetene eller kjedene henger etter vil det bli satt i gang tiltak for å redusere kostnadene og varigheten til den aktiviteten det gjelder, eller endre hele arbeidssekvensen. Hvis dette ikke skulle løse problemet, er det ofte nødvendig å bytte kostnad mot timeplan ved å arbeide ut ifra den best mulige sekvensen for å oppnå en progresjon i arbeidet. Howell mener at den overdrevne oppmerksomheten på aktiviteter skjuler sløsingen som blir generert mellom pågående aktiviteter i byggeprosjektene, på grunn av den uforutsigbare arbeidsmengden og tilgjengeligheten på ressurser.

For enkelthetens skyld kan man si at den gamle produksjonsmåten og prosjektledelsen kun legger vekt på aktiviteter og ignorerer flyt og verdiskaping (Howell, 1999; Koskela, 1992; Koskela og Huovila, 1997). Lean Construction derimot, søker å optimalisere flyten mellom alle disse aktivitetene.

Howell (1999) forklarer at det å minimere interaksjonen mellom aktivitetene, altså den kombinerte effekten mellom avhengigheten og variasjonen mellom dem, er viktig hvis man vil utføre prosjekter på kortest mulig tid. Spesielt er dette viktig der kompleksiteten til prosjektet er stort. Det første målet til Lean Construction må derfor være å forstå den underliggende «fysikken» til produksjon, effekten av avhengighet og variasjon langs leveringskjedene. Disse fysiske problemene blir i stor grad ignorert av den tidlige praksisen, som har en tendens til å legge mer vekt på menneskelige utfordringer som teamarbeid, kommunikasjon og kontrakter. På en byggeplass har man ofte ikke gode nok kunnskaper om hva som er nok arbeidskraft fordi den stadige variasjonen gjør dette vanskelig å forutsi. I stedet for å forsøke å tilpasse arbeidskraften så den samsvarer med det tilgjengelige arbeidet, søker Lean Construction i

stedet å lage buffere for arbeidskraften, slik at variasjon i for eksempel leveransene fra leverandørene eller tilgjengelig arbeidskraft blir tatt hensyn til. Det blir satt på ekstra arbeidere så de kan fremskynde eller senke hastigheten etter forholdene på byggeplassen. Det er med andre ord veldig viktig og ta hensyn til usikkerheten i byggeprosjektene, og det er dette Lean Construction i stor grad hjelper til med å kontrollere. En Lean tankegang går ut på å forsikre seg mot at vi ikke bidrar til variasjon i arbeidsflyt samt oppdeling der man ikke får ting under kontroll. For å oppnå dette er to begreper viktige; planlegging og kontroll:

- Planlegging vil si å definere suksesskriterier, samt å produsere strategier for å oppnå de mål som er satt.
- Kontroll vil si å følge disse planene, samt legge til rette for kontinuerlig læring og ny planlegging.

I stedet for den aktivitetssentrerte tankegangen vil Lean Construction vite om planleggingen i seg selv er under kontroll med tanke på beliggenheten til lagerbeholdning og ekstra kapasitet, og i hvilken grad prosjektering og byggeprosesser i seg selv bidrar til verdiskaping for kunden. Lean Construction omfatter usikkerhet, hvordan denne usikkerheten skal kunne minimeres ved erfaringsoverføring, og forståelse av årsakene til variasjon. Howell (1999) forklarer at under Lean er arbeidskraft og arbeidsflyt knyttet til hverandre når variasjonen er under kontroll, og når aktiviteter er oppdelt gjennom kapasitets- og ressursbuffere, når variasjon ikke er under kontroll og arbeidet er ubalansert.

Ballard og Howell (1998) forteller også at hovedmålet til Lean Construction å få kontroll på arbeidsflyt og produksjon. For å få dette til må hele entrepriseformen endres for å legge til rette for en pålitelig arbeidsflyt. Man må endre hvordan arbeidet er strukturert tidlig i prosjekteringen, og hele organisasjonen og prosessene må reorganiseres.

Nye kilder til sløsing

I tillegg til den nye tanken om å endre produksjonsprosessene og rette fokuset fra aktivitetene til flyten mellom dem, foreslo Koskela (2004) å legge til *Make Do* som ny kilde sløsing, mens Macomber og Howell (2004) foreslo *Not Listening* og *Not Speaking* som to andre viktige kilder til sløsing. *Make Do* tar for seg sløsing forbundet med det å sette i gang med en oppgave, uten å ha alle nødvendige forutsetninger tilgjengelig, som for eksempel utstyr og mannskap (Bertelsen, 2004). Dette skjer i byggeprosjekter fordi en aktivitet kan være helt nødvendig å ferdigstille for å kunne fortsette flyten av arbeid til arbeidslag nedstrøms. *Not Listening* og *Not Speaking* handler om mangel på kommunikasjon og interaksjon mellom deltakere i en organisasjon eller et prosjekt. Der dette er mangelfullt, vil det oppstå mye sløsing.

Andre ting som ble tenkt endret under Lean Construction var Toyotas JIT-produksjon, eller «pull-produksjon». Ballard og Howell (Ballard og Howell, 1998a) utarbeidet begrepet «At the pull of the customer», som betyr «lag bare det som blir solgt». Konseptet betyr at hver eneste produksjonsenhet i et prosjekt kun skal produsere det sin «kunde-produksjonsenhet» trenger. Meningen er å unngå all sløsing som blir til ved overproduksjon, altså det å gjøre arbeid som ikke frigir mer arbeid. Følgelig er det tre typer av inventar som må bli minimert:

- materialer og prosjekteringsinformasjon
- arbeid og verktøy
- mellomliggende arbeid som ikke blir utnyttet

Aktiviteter oppstrøms må ikke starte før de trengs, for å forsikre seg om kontinuerlig frigjøring av arbeid nedstrøms. En slik måte å «dra» arbeid resulterer i flyt, i kontrast til tidligere praktiserte metoder som bygget på at tidsplanen skulle «dytte» arbeidskraft nedstrøms. Dette blir da som JIT-produksjon, hvor varer leveres til riktig tid, akkurat der de skal brukes. Dette krever at aktivitetene er koordinerte ved hjelp av «dra-metoden». «Dytte»-teknikker, til og med de som blir benyttet i produksjon har ikke mulighet til å forutsi når arbeidskraft vil være tilgjengelig slik at de kan sikre seg en jevn flyt.

For å ta dette videre tar man med ett-stykkers flyt som en logisk utvidelse av trekking og flyt (Ballard og Howell, 1998b). I industrien har man etter hvert forstått at dette er et grunnleggende element for å bli Lean. Prosessering av en enhet om gangen har i tidligere tider sendt gysninger ned ryggraden på mange bedrifter som har vært vant med produksjon i større partier og masseproduksjon. Det har dog etter hvert blitt forståelse for at denne typen produksjon gir minimalt med pågående arbeid, og dermed resulterer i mindre inventar. Problemet har vært forståelsen for hva som er en enhet i et byggeprosjekt. Dette prinsippet er utfordrende, fordi man kan ha en tendens til å ignorere måten arbeid blir friggitt. Prosjekter er ikke en enhet, på grunn av at arbeidsgruppene har forskjellig arbeidsinnhold, varighet og koblinger til andre enheter. Her er det viktig med god synkronisering og koordinering, slik at for eksempel flyten av materialer fra leverandører samsvarer med monteringshastigheten. Hvis dette ikke blir gjort godt nok, resulterer det i ineffektiv installasjon, og mye inventar må lagres på byggeplassen.

Oppsummering

Kort oppsummert er Lean Construction en måte å designe produksjonssystemer på for å minimere sløsing forbundet med materialer, tid og arbeid. På denne måten kan man generere mest mulig verdi (Koskela et al., 2002). Det vektlegges å tilrettelegge for bedre flyt mellom arbeidsaktivitetene i byggeprosjekter. Flyten skal være pålitelig og forutsigbar i hele leverings- og produksjonskjeden. Fra produksjon og leveranse av materialer, gjennom konstruksjon og installasjon av materialene på byggeplass, helt til den endelige leveringen til kunden.

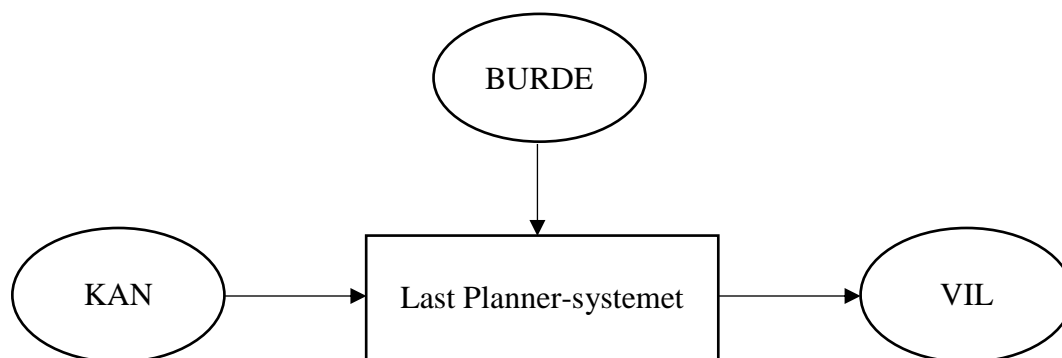
Underveis i utviklingen av Lean Construction har det som nevnt i kapittel 1 også blitt dannet organisasjoner og nettverk. De viktigste er International Group for Lean Construction (IGLC) som ble grunnlagt i 1993 (IGLC, 2015) og Lean Construction Institute (LCI) som ble grunnlagt i 1997 (LCI, 2016a). I tillegg eksisterer Lean Construction Norge (LC-NO) som har som formål å utvikle, utveksle og hente nasjonal og internasjonal faglig kunnskap og praktiske erfaringer om Lean Construction og tilliggende konsepter, spesielt innen bygg og anlegg, men også innenfor andre prosjektbaserte næringer, slik som skipsindustrien og olje og gass (LC-NO, 2017).

3.3.1 Metoder og teknikker

Det er etter hvert utviklet flere forskjellige metoder og teknikker for bruk av Lean Construction (Ballard et al., 2002). I de kommende kapitlene vil disse diskuteres, og det vil derfor bli gitt en kortfattet forklaring til de aktuelle metodene og teknikkene.

Last Planner-systemet

Ballard og Howell (Ballard og Howell, 1994), og senere Ballard (2000) designet *the Last Planner System of Production Control* (LPS) for å gjøre prosjekterings- og byggeprosessene mer forutsigbare. Systemet bringer stabilitet til et prosjekt ved å gi oppmerksomhet til flyt, samtidig som det reduserer variasjonen i arbeidet i den kontinuerlige forbedringsprosessen som byggeprosjekter kan sees på som. Last Planner-systemet er ment å være en kontrollerende komponent til et tradisjonelt prosjekteringssystem. Det kan sees på som en mekanisme som endrer hvilke aktiviteter som BURDE vært gjort, til hvilke aktiviteter som faktisk KAN gjøres (se figur 6). Ved å velge ut hvilke av disse aktivitetene som skal inkluderes i ukeplanen, inngås det en forpliktelse til planen i form av at det blir bestemt hvilke aktiviteter som faktisk VIL gjennomføres. På den måten tas det kun hensyn til de aktivitetene og det arbeidet som faktisk kan bli utført, og man slipper å kaste bort tid på andre arbeidsoppgaver.



Figur 6: Last Planner-systemet (Ballard, 2000)

Fordelen med LPS er at den riktige arbeidssekvensen (den arbeidssekvensen som best bringer prosjektet mot målene) blir valgt, og at den rette mengden av arbeid blir valgt (den mengden arbeid som best utnytter ressursene). Dette stabiliserer arbeidsmiljøet og sørger for at usikkerheten og variasjonen i arbeidsflyt forsvinner.

Brukerne, som for eksempel eiere, kunder og byggebedrifter, kan bruke LPS for å oppnå bedre resultater i prosjektering og bygging, gjennom økende forutsigbarhet i tidsplaner, for eksempel ved at arbeid blir ferdigstilt som forventet. LPS begynner med samarbeidende tidsplanlegging og programmering og engasjerer de viktigste prosjektdeltagerne fra starten av. Risikoanalyser forsikrer at flyt bygges inn der det er mest variasjon og usikkerhet.

LPS blir regnet som en meget effektiv planleggingsmetode, og Ahiakwo et al. (2013) forklarer at planlegging og kontroll i Lean Construction ofte blir oppnådd gjennom implementering av nettopp LPS.

Prosent Planlagt Utført (PPU)

Forbedring av flyt kan, i tillegg til å redusere bortkastet tid på venting og transport, også redusere kostnaden på bygningsmaterialene i seg selv. Bertelsen (2004) påstår at dette i Danmark står for rundt to tredeler av de totale byggekostnadene. Videre forteller han at studier i Sverige viser at en tredel av kostnadene på bygningsmaterialer ikke er knyttet til materialene i seg selv, men pakking lagring, håndtering, transport, og det å kvitte seg med pakker og bortkastet materiale. Mulighetene for forbedring stopper imidlertid ikke her. Macomber og Howell (2003) åpner opp for nye måter å forbedre byggeprosessen på. Et eksempel på det er bruken av Prosent Planlagt Utført (PPU) som et hjelpemiddel. PPU måler prosentdelen av oppgaver som er 100% fullført som planlagt, og er ifølge LCI (LCI, 2016b) sine hjemmesider gitt som:

$$PPU = \frac{\text{Antall fullførte planlagte aktiviteter}}{\text{Totalt antall planlagte aktiviteter}} = [\%]$$

Denne bruken av PPU foreslår at ferdigstillelsen av en oppgave ikke burde bli vurdert ut ifra arbeidslaget som jobbet med oppgaven, men av laget som tar over resultatet, og at et kriterium for ferdigstillelse må være et korrekt resultat. På denne måten vil prinsippet om en ett stykks-flyt som en metode for kvalitetssikring, bli introdusert i byggeprosessen (Misfeldt og Bonke, 2004).

Building Information Modeling

Bygningsinformasjonsmodellering, på engelsk kalt *Buiding Information Modeling* (BIM), er digitale modeller av et bygg eller en konstruksjon, og er en av de mest lovende nyvinningene i byggeindustrien (Eastman et al., 2011). BIM-teknologien konstruerer nøyaktige virtuelle modeller av bygninger digitalt, og når modellen er ferdig inneholder den presise beskrivelser av bygningens geometri samt relevant data for å legge til rette for konstruksjon, fabrikasjon og anskaffelse av de forskjellige aktivitetene som kreves for å sette opp bygningen. BIM inneholder også funksjoner for livssyklusanalyser og kan ved rett bruk gi en mer integrert prosjekterings- og byggeprosess som resulterer i bedre kvalitet på bygninger til lavere pris og redusert prosjektvarighet.

5S-filosofien

5S-filosofien søker å organisere en arbeidsplass for å skape et miljø som vil oppnå optimale resultater. Det går enkelt forklart ut på å holde byggeplassen ren og ryddig, ha en god husholdning. De fem s-ene står for *sort* (separer og eliminer alle unødvendige deler og verktøy), *straighten* (sett ting i rekkefølge for lettere tilgang), *shine* (rengjør og rydd slik at defekter oppdages og kan korrigeres), *systemize* (opprett rutiner) og *standardize* (standardiser de foregående stegene for kontinuerlig forbedring) (Moore, 2011).

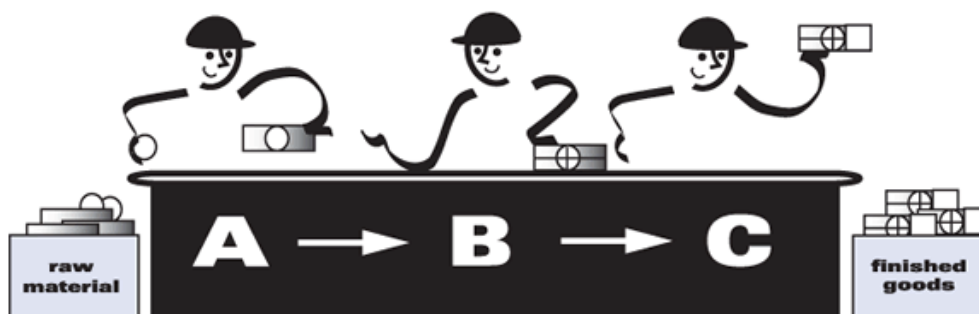
Ett stykks-flyt

Ett stykks-flyt (engelsk; "one piece flow") er et grunnleggende element i Lean-filosofien. Det betyr kort og godt å behandle en enhet om gangen mellom operasjoner i en arbeidscelle, og er

det motsatte av produksjon av enheter i større partier. I industrien har det ofte vært tanken at produksjon i større partier tar mindre tid, men forskning har vist at dette ikke stemmer (Howell og Ballard, 1996). Ett stykks-flyt setter alle arbeidsceller i kontinuerlig aktivitet fordi en enhet blir sendt videre straks den er ferdigbehandlet, og fjerner med dette flere kilder til sløsing, som for eksempel inventar og venting. Dette gjør at mange produksjonsprosesser tar kortere tid. Figur 7 og 8 illustrerer henholdsvis produksjon i større partier (batch-produksjon) og ett stykks-produksjon.



Figur 7: Batch-produksjon (LEI, 2017)



Figur 8: Ett stykks-produksjon, med kontinuerlig flyt (LEI, 2017)

Just-in-time

Just-in-time-produksjon (JIT), som tatt fra Lean Production, er en metode for å «dra» arbeid fremover fra en prosess til den neste "i siste liten", for eksempel akkurat i det den etterfølgende prosessen behøver arbeid fra den foregående prosessen (Ballard og Howell, 1995). En av fordelene med JIT-produksjon er at den reduserer mengden av produkter som kun er delvis ferdigstilt. Den største fordel er imidlertid at det gir en mye større fleksibilitet, og tvinger fram en reduksjon i flytvariasjon, og med dette bidrar til kontinuerlig forbedring. I byggebransjen kan JIT oppnås ved at fysiske buffere erstattes av bedre usikkerhetshåndtering og eliminering av flytvariasjon. Produktiviteten vil bli bedre fordi man matcher arbeidskraft til arbeidsflyt, og prosjektvarighet forkortes når fysiske buffere krymper med flytvariasjonen de er designet til å absorbere.

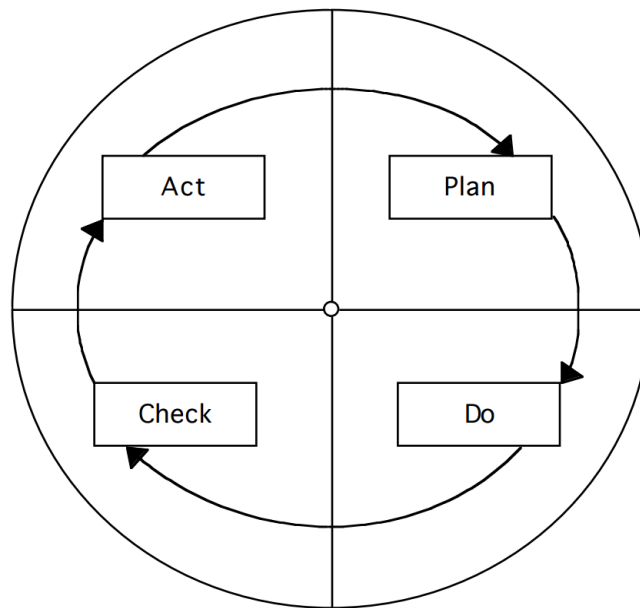
Kontinuerlig forbedring (Kaizen)

Kaizen er et japansk ord som betyr endring til det bedre, og kontinuerlig forbedring (Moore, 2011). Fundamentalt for Lean Production er at man kontinuerlig prøver å bli bedre. Hovedmålet med Kaizen er en samtidig oppnåelse av god kvalitet på produksjonsprosessen og de uferdige og ferdige produktene, lav kostnad på design, produksjon og salg, samt tilfredsstillende levering av de forespurte volumene til riktig tid, alltid.

PDCA-syklusen

PDCA-syklusen er en måte å drive kontinuerlig forbedring på. Utviklet på 1930-tallet har den vært anvendt lenge, og har senere blitt tatt i bruk av Lean Construction (Ballard og Howell, 1997). PDCA står for *plan*, *do*, *check*, *act*, og går i en syklus der man starter på nytt igjen ved fullført syklus som vist i figur 9.

Det første steget, *plan*, går på utvelgelse av en arbeidsprosess å studere, for så å samle sammen folk som kan komme med innspill. Så legger man fram måter å unngå eller redusere unødvendige prosesssteg, kontroll av prosessdesignet for sikkerhet, liste opp feil og spesifisere forbyggende tiltak. Når dette er ferdig, tester man ut ideene sine (*do*), før man beskriver og måler hva som faktisk skjer, det være seg prosesssteg, sekvenser, varigheter, feil, ulykker, ressurser krevd o.l. (*check*). Til slutt kommer gruppa sammen igjen, inkludert de som faktisk utførte arbeidet, data gjennomgås, og man deler ideer og finner ut forbedrede metoder som man kan være enige om skal bli den nye standarden (*act*).



Figur 9: PDCA-syklusen (Ballard og Howell, 1997)

3.4 Implementering av Lean Construction

Dette underkapitlet presenterer hva litteraturen forteller om viktige suksessfaktorer og barrierer ved implementering av Lean Construction. Kapitlet søker dermed å gi et grunnlag for å svare på forskningsspørsmål 2 og 3 fra kapittel 1.

3.4.1 Generelt om implementeringen

Flere byggebedrifter rundt om i verden har implementert konsepter innenfor Lean-filosofien, med mål om å forbedre prosjektytelsen. En stor del av disse bedriftene er av den oppfatning at Lean har forbedret systemene deres for produksjonsledelse (Viana et al., 2010). Det finnes også mye annen litteratur som rapporterer at implementering har ført til at forbedringer på leveringstid, arbeidsproduktivitet, sikkerhet og kvalitet (AlSehaimi et al., 2009; Ballard et al., 2009, 2007; Formoso og Moura, 2009; Friblick et al., 2009).

En stor del av litteraturen forteller også at implementering av Lean Construction kan tilrettelegge for prosessforbedringer. Bygballe og Swärd (2014) skriver at implementering av Lean Construction har vist seg å resultere i signifikante ytelsesforbedringer. Egan (1998) skriver at konseptet blir regnet som en viktig strategi for å forbedre ytelsen i byggebransjen. Videre påstår Ballard og Howell (2003) at flere forskere rapporterer om betydelige forbedringer for byggebedrifter som implementerer Lean Construction.

Likevel er det fortsatt mange innenfor byggebransjen som ikke benytter seg av teknikkene og metodene som Lean Construction tilbyr (Mossman, 2009). Spørsmålet er hvorfor bransjen i større grad ikke har implementert og tatt i bruk disse metodene når en vesentlig del av forskningen viser så mange potensielle fordeler ved det. Ballard og Howell (1998b) skriver at implementering av Lean i byggebransjen blir en måte å utvikle og håndtere ny kunnskap om nye produksjonsprinsipper. Lean er en verdiskapende prosess som maksimerer verdi, og som hele tiden redefinerer perfektjon. Å bevege seg mot denne formen for perfektjon krever mer enn en endring i prosedyrene. Det krever at vi endrer måten vi tenker på, og utfører byggearbeid. Disse nye produksjonsprinsippene resulterer i en ny måte å lede byggeprosjekter på, og dette er krevende. Siden Ballard og Howell (2003) uttrykte et ønske om forskning som systematisk undersøker implementeringsutfordringer har flere forskere tatt for seg dette (AlSehaimi et al., 2009; Friblick et al., 2009; Wandahl, 2014).

Hovedpoenget med denne masteroppgaven er å identifisere de kritiske suksessfaktorene og barrierene ved implementering av Lean Construction, og det blir derfor viktig å se på hva litteraturen sier om nettopp dette. Ifølge Cano et al. (2015a) er suksessfaktorer noe som må inntreffe eller skje for å nå et prosjekts mål. Disse faktorene blir kritiske når oppfyllelsen av dem er helt nødvendige for å nå dette målet, og for å sikre prosjektets suksess. En barriere derimot, forhindrer et steg, handling eller prosess. Kritiske barrierer vil det dermed være helt nødvendig å unngå for å nå et prosjekts mål.

I møte med alle utfordringene byggebransjen står foran, ser det ut til å være to forskjellige strategier man kan følge (Bertelsen, 2004). Det ene er å redusere kompleksiteten til et nivå der prinsippene fra industriens ordnede verden kan bli brukt som de er. Det andre er å utvikle nye metoder for styring og kontroll av byggeprosessen som et komplekst system. Den første

metoden går i praksis ut på å overføre flere deler av byggearbeidet til prefabrikasjon utenfor byggeplassen – og med det la byggeplassen fungere mer som en ren produksjonslinje. Den andre metoden sikter på å utvikle prosessen på byggeplassen i seg selv, og det er her Lean Construction kan gjøre seg gjeldende.

3.4.2 Suksessfaktorer og barrierer

Ved gjennomgang av litteraturen kommer det klart frem at det finnes utallige mer eller mindre viktige suksessfaktorer og barrierer som kan være avgjørende for om en byggebedrift vil ha vil oppleve implementeringsprosessen av Lean Construction som vellykket. I arbeidet med oppgaven har det derfor blitt samlet mange forskjellige faktorer, og disse har blitt kategorisert etter det forfatteren har funnet fornuftig. Videre i dette kapitlet vil kun de faktorene som hyppigst går igjen i litteratur og teori presenteres, da disse anses som de viktigste. Det er valgt å gjøre det slik for å avgrense oppgaven noe.

Faktorene er delt inn i følgende 13 kategorier:

- Ledelse
- Planlegging
- Kontinuerlige forbedring
- Standardisering og stabilisering
- Transparens
- Involvering
- Kommunikasjon i leveringskjeden
- Strategi
- Endringsmotstand
- Ryddighet
- Utilstrekkelig implementering
- Kapital
- Selvstyring

Ledelse

En sterk ledelse er et viktig element for de fleste endringer i organisasjoner eller bedrifter. Kanskje ekstra viktig er det at ledelsen faktisk er involvert og engasjert ved prosessforbedringer og implementering av nye filosofier. En av årsakene til at en sterk ledelse er så essensielt er at det legger til rette for menneskelig interaksjon, informasjons -og erfaringsoverføring, og gjør dynamiske og komplekse miljøer mer oversiktlige (Bhatt, 2001). Ikke minst må dette må gjøres over tid (Benner og Tushman, 2003). Dette gjelder også ved implementeringen av Lean Construction, der mye av litteraturen redegjør for viktigheten av en sterk ledelse.

Den kanskje viktigste årsaken til at ledelsen må være involvert og støtte alle endringsprosesser i en bedrift er imidlertid ifølge Brady et al. (2011) at det er ledelsen som tar de øverste beslutningene, og at de setter eksempler til etterfølgelse for resten av de ansatte. Ansatte blir mye tryggere ved å se at ledelsen er involvert i, og har troen på nye prosesser som blir satt til verks. Er dette ikke forankret i ledelsen, er det stor sannsynlighet for at nye tiltak ikke blir ordentlig implementert. Achanga et al. (2006) beskriver sterke og engasjerte ledere som den mest kritiske suksessfaktoren for implementering av Lean i små og mellomstore bedrifter. Grunnen til dette er at en det tillater en visjon og en fleksibel organisasjonsstruktur, og dette legger til rette for integrasjon av all infrastruktur innenfor organisasjonen. Engasjert ledelse vil til syvende og sist fostre dyktighets- og kunnskapsøking blant alle de ansatte i bedriften, noe som er viktig ved implementering av nye tanker og ideer. Stort engasjement og forpliktelse fra

ledelsen blir støttet av Sarhan og Fox (2013), og ble dessuten sett på som viktig i noen byggeprosjekter i Nigeria (Ahiakwo et al., 2013). Det er imidlertid viktig at ledelsen ikke tar alle beslutninger. Desentralisering av beslutningstaking er også essensielt hvis man vil oppnå raske fremskritt ved implementering under komplekse og usikre forhold i byggeprosjekter (Mossman, 2013).

Ledelsens viktighet for prosjektsuksess blir også diskutert av Belassi og Tukel (1996). De gjør sine egne studier, og samler materiale fra litteratur på prosjekter generelt, noe som viser at det ikke kun er i byggeprosjekter en god ledelse er viktig for å oppnå suksess på prosjekter.

Planlegging

En annen årsak til at ledelse er viktig for implementeringsprosessen, er at det legger til rette for planlegging. Planlegging er viktig ved de fleste implementeringsprosesser, og er en forutsetning for at nye metoder og teknikker skal kunne fungere på best mulig måte ved førstegangs- og videre bruk (Hansson, 2003; Silvestro og Westley, 2002).

Planlegging kan foregå på flere forskjellige måter. Viana et al. (2010) skriver at det i forbindelse med Last Planner-systemet er viktig å ha regelmessige planleggingsmøter. Dette gjelder på ledelsesnivå, men det er også viktig å inkludere resten av de ansatte, samt fagarbeidere. Da vil alle vite hva som skjer, og med det få en følelse av samhold og eierskap til prosjekter de er en del av. Et element som nevnes er å bruke ukentlige arbeidsplaner, noe som også Ballard og Howell (1997, 1994) mener er viktig. I ukentlige arbeidsplaner gjelder prinsippene fra LPS om at rett mengde av arbeid skal velges, det skal velges i riktig sekvens, og arbeidet som velges må kunne være gjennomførbart. Et annet planleggingsverktøy som tas opp, er *look-ahead*-planer (Viana et al., 2010). Ballard (1997) beskriver *look-ahead*-planer som kortsiktige planer som kun ser noen uker frem i tid, og som tar for seg en mindre del av den totale timeplanen for et prosjekt. Salem et al. (2006) forteller at grundig planlegging kan føre til store prosessforbedringer. Viktigheten av å tenke på planlegging finner en også igjen hos Ballard et al. (2002). Her påstås det at, i motsetning til den tradisjonelle tankegangen i prosjektledelse, vil ikke detaljerte timeplaner på begynnelsen av prosjektet sikre god nok kontroll. Det eneste som er sikkert da, med noen få unntak, er at prosjektet ikke vil gå helt etter timeplanen. Derfor er det viktig å ha planleggingssystemer som utvikler detaljer progressivt når tidspunktet for aktiviteter nærmer seg. En slik form for kontinuerlig forbedring er helt avgjørende, og tas også opp av Tommelein og Ballard (1997).

Kontinuerlige forbedringer

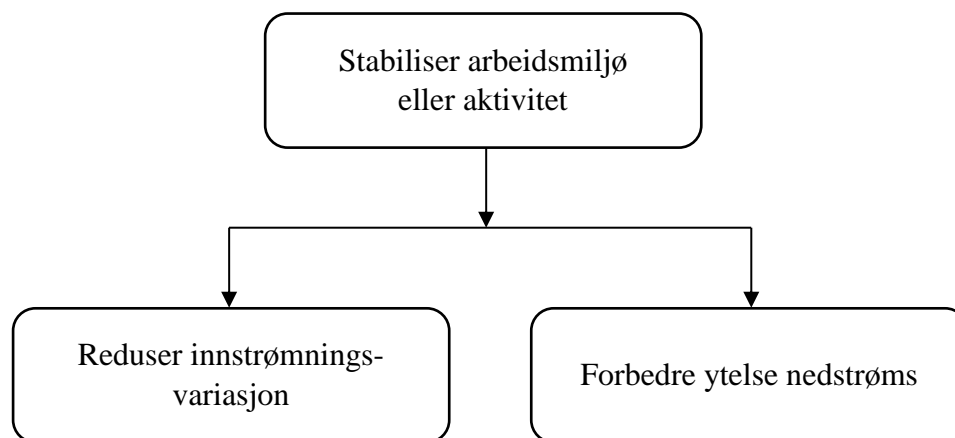
Noe av det viktigste man må tenke på når det gjelder implementering av Lean Construction, er at det må skje gjennom en læringsprosess som over tid muliggjør å ta det i bruk internt og eksternt over hele prosjektorganisasjonen (Wandahl, 2014). Det er essensielt å ha en forståelse om at implementeringsprosessen aldri skal bli ferdig. I stedet er det en pågående lærings- og vedtaksprosess som involverer både interne og eksterne deltakere. Lean Construction er ikke et *ready-to-use*-konsept, men oppstår når individer på forskjellige nivåer inngår i bruken og implementeringsprosessen (Green og May, 2005; Sage et al., 1997). Kontinuerlig forbedring er tidligere beskrevet som et av hovedelementene i Lean Production (Moore, 2011). Innen

Lean er det en grunnleggende tankegang at en produksjonsprosess krever kontinuerlige forbedringer for å lykkes. Dette stammer helt tilbake fra Toyota Production System, der de kontinuerlige forbedringene ble omtalt som *Kaizen* (Ohno, 1988). Planlegging tilrettelegger for en kontinuerlig forbedring fordi man ser frem i tid. Dette kan for eksempel gjennomføres ved å holde daglige gruppemøter, der ansatte gir tilbakemelding på framgang i prosjektet, for på den måten å utvikle og forbedre oppgavene som skal utføres (Mastroianni og Abdelhamid, 2003). Det at implementeringen skal være en kontinuerlig forbedringsprosess finner vi også igjen hos Salem et al. (2006). Her foreslås det at implementeringen burde skje ved hjelp av problemløsning og kreativ tenking, og det er derfor essensielt at alle ansatte og arbeidere aktivt deltar i prosessforbedringene. Disse møter periodisk og foreslår ideer for de mest synlige problemene på arbeidsplassen. Kvalitet, vedlikehold, kostnadsreduksjon og sikkerhetsproblemer kan løses av teamene slik at de kommer frem til potensielle løsninger for fremtidige aktiviteter. En annen metode å sørge for kontinuerlige forbedringer er ifølge Ballard og Howell (1997) å benytte seg av PDCA-syklusen som er beskrevet i underkapittel 3.3.1.

Standardisering og stabilisering

En annen faktor som i litteraturen har vist seg å være svært viktig for implementering av Lean i produksjonsindustrien, og som har gjort den mer effektiv, er at alle prosesser standardiseres. I industrien er produksjonsprosessene i stor grad standardiserte gjennom produksjonslinjer og masseproduksjon, og selv om det finnes forskjell på for eksempel Lean Production og masseproduksjon, er fortsatt standardiseringen et viktig likhetstrekk mellom dem (Liker, 2004). For implementering av Lean Construction blir det da også viktig å søke etter måter å standardisere de forskjellige prosessene som inngår. Ifølge Brady et al. (2011) kan standardisering involvere forskjellige verktøy som blir brukt ved implementering. Et eksempel er såkalt benchmarking av kvalitet og kostnader, der en bedrift kan sammenligne sine arbeidsmåter og resultater med de som er ledende i bransjen, og på den måten øke sin selvinnsikt. Prefabrikasjon er en annen måte å øke standardiseringen i byggeprosjekter på, der større eller mindre bygningsdeler blir fremstilt på fabrikk, slik at arbeidet på byggeplass kan reduseres, og den mulige variasjonen minimeres. Dette gjør arbeidet på byggeplassen mindre og mer oversiktlig, og kan lette enhver implementeringsprosess.

Det er imidlertid utfordrende å skulle oppnå like god standardisering i byggebransjen som i produksjonsindustrien. På grunn av byggeprosjektenes unike karakteristikk og kompleksitet som er diskutert tidligere i dette kapitlet, kan standardiserte prosesser være vanskelig å definere. Ballard og Howell (1994) legger i stedet vekt på å stabilisering av de forskjellige prosessene. Stabilisering av for eksempel arbeidsmiljøet er spesielt for prosjekter der byggingen starter før prosjekteringen er ferdig, såkalte *fast track*-prosjekter. Stabilisering av arbeidsmiljøet går ut på å skjerme arbeidsmiljøet, for eksempel en aktivitet fra variasjon og usikkerhet oppstrøms i produksjonskjeden. Dette kan gjøres med for eksempel buffere. Klarer man dette blir det mulig å bevege seg oppstrøms for å redusere innstrømmingsvariasjonen, og deretter bevege seg nedstrøms bak skjermingen for å forbedre ytelsen. En illustrering av tanken til Ballard og Howell er vist i figur 10 på neste side.



Figur 10: Stabilisering av arbeidsmiljøet (Ballard og Howell, 1994)

Det finnes også mye annen litteratur som legger vekt på at større standardisering av er viktig for å unngå variasjoner i prosjektprosesser, og for å oppnå en større grad av pålitelighet i implementeringsprosessen (Josephson og Björkman, 2010; Santos et al., 2002). Leigard og Pesonen (2010) på sin side ser viktigheten av at bedrifter etablerer et standard rammeverk for grunnprinsippene ved implementering av Last Planner-systemet. Dette vil gjøre implementeringen lettere, spesielt ved gjentakelse på andre prosjekter.

Transparens

En annen suksessfaktor som ofte nevnes i litteraturen, er transparens og gjennomsiktighet. Transparens vil si at bedriften gjør informasjon, beslutninger og arbeidsmetoder synlige for alle ansatte. Santos (1999) skriver at en økning av transparens betyr å øke muligheten en produksjonsaktivitet har til å kommunisere med mennesker. Ballard og Howell (1998b) skriver at en bedrift er transparent når tilstanden til systemene i bedriften blir gjort synlig for alle som tar beslutninger i produksjonssystemet, slik at de kan ta beslutninger lokalt, og på den måten støtte systemmålene.

En transparent arbeidsplass kan beskrives som en arbeidsplass med en viss dualisme, der direkte kommunikasjon mot en gruppes indre behov skjer samtidig som beskjeder blir gitt til folk utenfor arbeidsplassen (Moser og Santos, 2003). I en ideell situasjon burde til og med en utenforstående ha forutsetning for å forstå hva som foregår i hvilken som helst produksjonsprosess, og med det være i stand til å identifisere eventuelle problemer. Transparens innebærer altså en desentralisering av beslutningstaking, som igjen tillater folk å koordinere gjennom gjensidig tilpasning. En transparent og visuell arbeidsplass eller arbeidsprosess har flere fordeler som gjør implementering av Lean Construction lettere. For det første fører det til at de ansatte føler større tilhørighet til bedriften og prosjektene som skal utføres. Tilhørighet er viktig for en god arbeidsmoral, og dette fører igjen ofte til en bedre arbeidsinnsats. De ansatte får også et større eierskap til bedriften og prosjektene de arbeider med, og dermed vil de ha mer motivasjon for å gjøre en god jobb. For det andre betyr transparens at flere kan gjøre de samme jobbene, fordi lettere tilgjengelig informasjon gjør at arbeidsoppgaver blir enklere å utføre.

Transparens gjør også at byggeplassen blir mer oversiktlig, og dermed mer sikker og trygg, slik at skader og lignende forekommer i mindre grad.

Involvering

En effekt av transparens er som nevnt at man i større grad får involvert flere ansatte i bedriften. Brady et al. (2011) konkluderer med at en måte å forbedre kommunikasjonen og involveringen av arbeidere på, er ved visualisering av all nødvendig informasjon på arbeids- og byggeplassen. Siden arbeiderne ikke sitter foran en PC vil man ved visualisering av informasjon på byggeplassen, involvere arbeiderne i større grad, og kommunikasjonen vil bli bedre på alle nivåer. Dette støttes av Salem et al. (2006). Siden byggeprosjekter har mobile arbeidsstasjoner vil en økende visualisering hjelpe med å identifisere arbeidsflyten, og skape en bevissthet rundt handlingsprogrammene på byggeplassen. Eksempler på økende visualisering kan være skilter til informasjon og sikkerhet rundt på byggeplassen. Dette vil tiltrekke seg oppmerksomheten til arbeiderne. Informasjon om metodene og teknikkene som Lean Construction tilbyr burde bli visualisert hvor anleggsarbeidere kan se det for å minne dem på årsakene til at disse metodene og teknikkene blir benyttet. Denne involveringen kan føre til bedre lagfølelse, og med det gjøre implementeringen lettere. Dette fører til tilhørighet og gir de ansatte eierskap over endringene og de nye metodene som organisasjonen tar til seg, og gjør at de vil arbeide bedre og bli mer tilbøyelig til å forstå endringene som kreves.

Koskela (1992) forklarer at transparens og involvering kan bli brukt som et instrument for å motivere arbeidere til å gjøre forbedringer, redusere risikoen for at feil og defekter skal oppstå, og kanskje viktigst, øke synligheten for feil. Øke synligheten for feil finner man igjen i Toyota Production System, der tanken var at alle ansatte skulle kunne stoppe produksjonslinjen ved funn av defekter (Ohno, 1988). Denne bevisstheten gjorde at arbeiderne fikk mer ansvar, og feil ble lettere oppdaget før de ble installert i biler. På samme måte kan transparens og involvering i byggebedrifter øke ansvarsfølelsen til arbeiderne og gjøre at feil blir oppdaget tidligere, for så å bli rettet opp før de installeres i bygninger.

Kommunikasjon i leveringskjeden

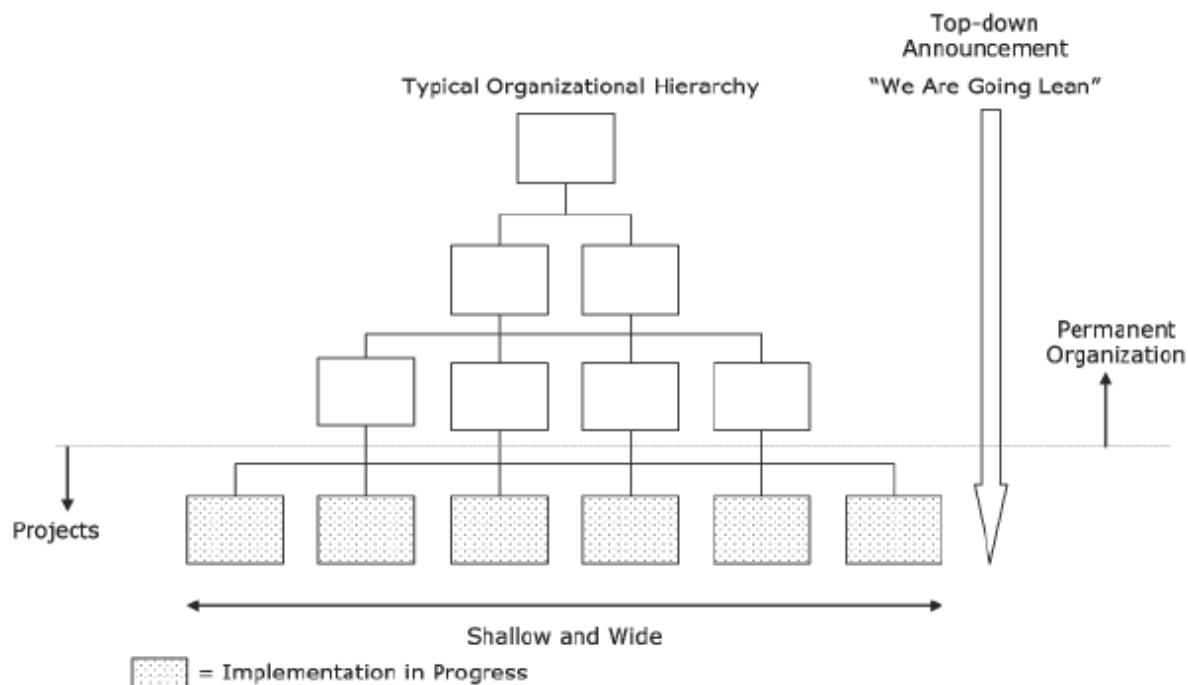
I tillegg til å involvere ansatte i en bestemt bedrift vil det også være hensiktsmessig å involvere alle aktørene i et prosjekts leveringskjede, og legge vekt på god kommunikasjon mellom disse. Bygballe og Swärd (2014) kommer for eksempel fram til at det er viktig å inkludere underentreprenører og kunden. I de prosjektene som hadde involvert underentreprenører, fant de ut at noen var åpne for Lean Construction, mens andre var skeptiske, spesielt til den utvidede planleggingstiden. Ved hjelp av god kommunikasjon innså underentreprenørene at de kunne spare tid og penger på grunn av en forbedret arbeidsprosess, og det ble mer positive. Dette førte igjen til et bedre samarbeid. God kommunikasjon kan også bidra til et bedre og mer langvarig forhold mellom total- og underentreprenør, noe som vil gjøre at samarbeidet mellom disse bedres. Kunden burde av erfaringer bli inkludert i planhierarkiet, dette for å forsikre seg om at tegninger blir ferdigstilt og distribuert tidsnok.

Salem et al. (2006) trekker også frem transparens, involvering og kommunikasjon i sin casestudie av en entreprenør i Ohio. Her kommer det fram at aktørene på byggeprosjektet ikke

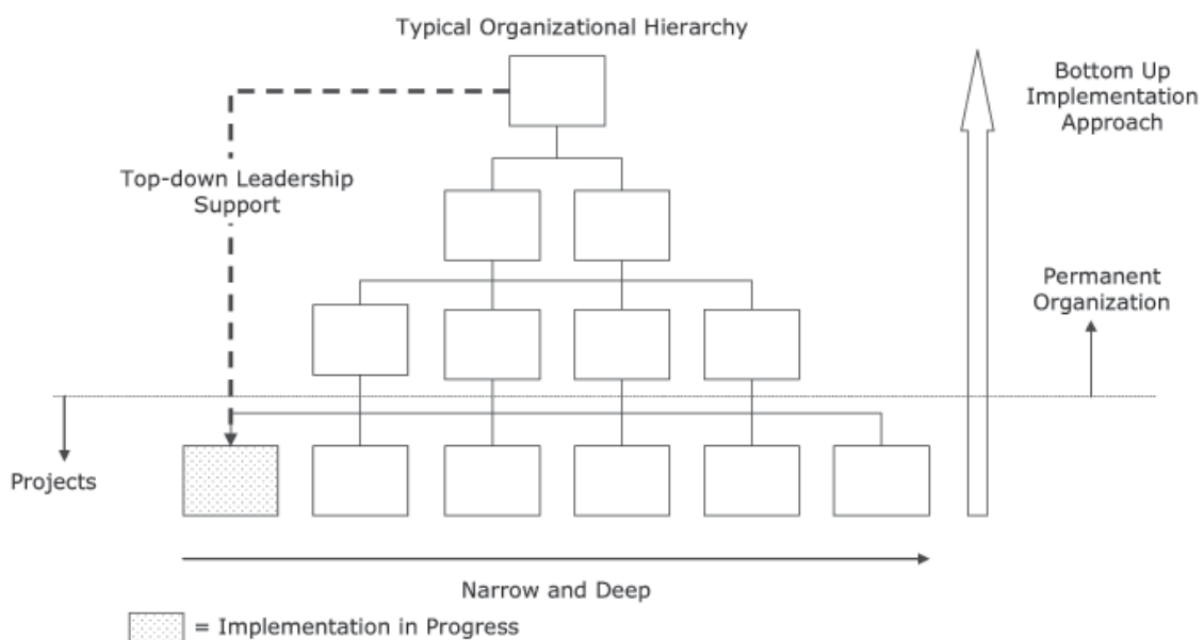
ble informert regelmessig om aktivitetens sluttdatoer i begynnelsen av studien, noe som førte til en negativ atmosfære. Da disse sluttdatoene etter hvert ble bestemt og hengt opp over hele byggeplassen, fikk de en sterkere følelse av involvering i utførelsen av prosjektet, og de fikk en større tilhørighet til prosjektet som helhet. I tillegg ble det holdt oppstartsmøter hver dag der alt personell var til stede. Det viste seg verdifullt. Der kunne man gjennomgå arbeidet for dagen, timeplaner, HMS og andre vanlige spørsmål. Basert på spørreundersøkelser kom teamet fram til at 67% av arbeiderne på prosjektet fant møtene verdifulle. Mange deltok aktivt med tilbakemeldinger underveis. Det var også enklere å kommunisere med prosjektledere på denne måten. Dette viser i stor grad hvor viktig transparens, involvering og kommunikasjon er, og at de alle griper fatt i hverandre og henger sammen.

Strategi

Arbulu og Zabelle (2006) påstår at implementering av Lean ikke har noe å gjøre med metodene og teknikkene, men kun er et strukturingsproblem. Lean Construction tradisjonelt fokusert på en *top-down*-tilnærming (figur 11) ved implementering av Lean Construction. Problemet med dette er at her vil ledelsen ta de fleste avgjørelser, og det legger dermed ofte lite til rette for transparens og involvering. Arbulu og Zabelle foreslår at Lean heller burde implementeres med en *bottom-up*-tilnærming (figur 12). Da starter man med implementeringen i noen få prosjekter før man utvider det til større forretningsenheter. På denne måten påstår de at presset på organisasjonen som helhet blir mindre, og at motstanden mot endring til den nye tilnærmingen blir mindre. *Bottom-up*-tilnærming er også foreslått av Polesie et al. (2009).



Figur 11: Top-down-implementering (Arbulu og Zabelle, 2006)



Figur 12: Bottom-up-implementering (Arbulu og Zabelle, 2006)

Endringsmotstand

Som nevnt tidligere i oppgaven er et av problemene i byggebransjen at tidligere arbeidsmetoder er vanskelige å endre, og spesielt gjelder dette på det mentale plan (Koskela et al., 2002). Cano et al. (2015a) beskriver i sin casestudie av kolombianske entreprenørbedrifter at den viktigste suksessfaktoren for implementering av Lean Construction var motivasjon for endring hos alle aktører. Spesielt viktig var prosjektleders vilje til endring. Det at Lean Construction krever andre måte å tenke på, gjør at involverte aktørers vilje til endring er veldig viktig. Uten en endring på det mentale plan vil nye prosesser og teknikker være vanskelig å innføre, ikke minst holde fast ved over lengre tid.

Byggebransjens motstand mot endring tas også opp av Koskela et al. (2002) samt Ballard og Howel (1997). Endring av langvarige måter å tenke og handle på er veldig krevende, og dette gjelder definitivt byggebransjen med sin hardt innprentede arbeidsfilosofi. Endring av prosedyrer, teknikker og bedriftssystemer er den lette delen; endring av mentalitet er den virkelige utfordringen. Byggebransjen må slutte å se på byggeprosjekter som totalt forskjellige fra industri. De spesifikke karakteristikkene ved byggebransjen har blitt beskrevet i kapittel 1. Det at de er komplekse, fragmenterte og prosjektbaserte, blir sett på som de viktigste barrierene for implementering av Lean Construction (Bygballe og Swärd, 2014; Mossman, 2009). Mange i byggebransjen har latt være å ta inn over seg tankesettene til Lean Production nettopp fordi de mener at byggeprosjekter er så forskjellig fra industri. Dessuten er den store motstanden til endring så sterk at den i mange bedrifter hindrer nye metoder og teknikker fra å gjøre sin inntreden. Cano et al. (2015a) skriver blant annet at prosjektlederens motstand mot endring er en essensiell barriere for implementering av Lean Construction. Alarcón et al. (2002) finner ut at motstand mot endring er en stor hindring ved implementering av LPS ved studier av chilenske byggefirmaer, noe som AlSehaimi et al. (2009) bekrefter gjennom å eksperimentere

med LPS-implementering i et byggeprosjekt i Midtøsten. Også Ballard et al. (2007) har motstand mot endring på toppen av listen over implementeringsutfordringer hos en byggebedrift, og Hamzeh (2009) rapporterer om motstand mot endring som en av de viktigste barrierene for implementering av LPS på prosjekter basert i California.

Mangel på motivasjon for endring og innovasjon var også en essensiell barriere i prosjekter i Nigeria som ble studert av Ahiakwo et al. (2013). Cerveró-Romero et al. (2013), tok også opp temaet og fant stor motstand hos senior fagarbeidere i et prosjekt de undersøkte.

Ryddighet og organisering på byggeplass

En annen suksessfaktor er å sørge for en bra husholdning på byggeplassen. En god husholdning vil si at det er orden på ting, at det er rent og pent, og at arbeidsplassen er organisert slik at det tilrettelegger for effektivitet. Salem et al. (2006) foreslår at 5S som har blitt beskrevet tidligere her kan benyttes. Det vil føre til sikrere bevegelse av maskiner og arbeidere, enklere tilgjengelighet av materialer, bedrer lokaliseringen av nyankommet materiale, reduksjon av gangavstand for arbeiderne, samt at alt dette ivaretas gjennom hele prosjektet ved kontinuerlige forbedringer. 5S ivaretar god flyt mellom aktivitetene og prosessene på byggeplassen og passer dermed svært godt inn i Lean-filosofien.

Utilstrekkelig implementering

En annen barriere er det å implementere Lean Construction utilstrekkelig eller feil (Wandahl, 2014). Han forteller at noen rapporter indikerer at den største utfordringen ved implementering er relatert til misoppfatninger av verktøy som kan brukes, og mange casestudier har oppdaget at Lean Construction ofte enten blir implementert delvis, eller rett og slett på feil måte. Dette støttes av Liu og Ballard (2009). Misoppfatninger på dette området kan føre til at bedrifter som tror de har implementert Lean Construction, faktisk ikke har gjort det. Dette fører til at de får en oppfatning om at Lean Construction ikke fungerer, eller har begrensede positive virkninger, og at de derfor stopper implementeringen. Ahiakwo et al. (2013) skriver at implementering av LPS i et byggeprosjekt startet etter at prosjektet allerede var godt i gang. Dette var et stort tilbakeslag og gjorde implementeringsprosessen unødvendig tungvint.

Kapital

Finansiell utilstrekkelighet er også en viktig barriere. Endring krever ofte økonomisk stabilitet fordi kursing og opplæring i de nye metodene og teknikkene er essensielt for at alle skal ta dem i bruk. Achanga et al. (2006) skriver at finansielle utfordringer vil hindre en god adopsjon og suksessfull implementering av Lean i små og mellomstore bedrifter.

Den finansielle evnen er en faktor for suksess i prosjekter (Achanga et al., 2006). Dette kommer av det faktum at en god økonomi er en forutsetning for at tiltak som konsultasjon og opplæring kan foregå. Implementering av Lean, så vel som alle andre tiltak for produktivitetsforbedring innad i en organisasjon, vil kreve finansielle ressurser for å ansette konsulenter, og hjelpemidler for den faktiske implementeringen. Opplæring av ansatte til å ta i bruk teknikkene krever også finansielle ressurser, både på grunn av verktøy som må anskaffes, men også på grunn av produksjonsstopp under den faktiske opplæringen.

Selvstyring

Den siste barrieren som vil bli tatt opp ved implementering av Lean Construction er selvstyring. Selvstyring betyr at forskjellige distriktskontorer får lov til å styre på egen hånd, og får dermed lov til å ta egne avgjørelser på vegne av sitt eget kontor. Mange byggebedrifter sliter med implementeringen på grunn av dette fordi det er høy grad av selvstyring på distriktskontorer og prosjekter generelt. Bygballe og Swärd (2014) nevner dette fenomenet, og en av prosjektlederne forklarer at selvstyring både kan være en bedrifts største styrke, og en stor svakhet. Tradisjonen i denne bedriften var stor for å gi distriktskontorer og prosjekter høy grad av selvstyre, og det ble derfor stor uenighet i hvor frivillig implementering av Lean Construction skulle bli. Mange mente at de lokale kontorene måtte få bestemme selv, og bruke de delene og metodene som passet dem best. Prosjektledere er vant til å bestemme selv og ikke bli fortalt hvordan ting skulle gjøres. Spesielt vanskelig er det at en suksessfull implementering av Lean Construction gjerne krever endring i roller, spesielt for byggeplasslederne. Det er mange som er motvillige til å endre sitt lederskap til et mer involverende lederskap.

4 Resultater fra empiriske data

I dette kapitlet vil det empiriske datamaterialet som ble tilegnet gjennom spørreundersøkelsen, dybdeintervjuene og casestudien bli oppsummert og presentert. Først presenteres resultatene fra spørreundersøkelse med aktuelle figurer og tabeller. Deretter oppsummeres de viktigste poengene som kom frem i intervjuene og casestudien.

4.1 Spørreundersøkelse

Spørreundersøkelsen som ble gjennomført til denne masteroppgaven ble sendt ut til totalt 519 forskjellige aktører i norsk byggebransje. Av disse svarte 42 på undersøkelsen, noe som gir en svarrate på 8,09%. Undersøkelsen bestod av 20 spørsmål og det ble estimert en gjennomføringstid på omtrent ti minutter. Spørreskjemaet er gjengitt i vedlegg 1. Som vist i figur 13 ble det gjort obligatorisk for respondentene å registrere e-postadressen sin slik at det lettere kunne holdes oversikt over hvem som hadde svart, og dermed unngå å sende purring til disse. Videre var de første spørsmålene med bakgrunnsinformasjon obligatoriske, mens resten var valgfrie. Dette ble gjort slik at respondentene kunne la være å svare på spørsmål i stedet for å tippe, da dette ville redusere påliteligheten. I tillegg ble det antatt at flere kunne være tilbøyelige til å gjennomføre hele undersøkelsen hvis ikke alle spørsmålene var obligatoriske. På den måten kunne man unngå at respondenter avbrøt undersøkelsen før den var ferdig på grunn av irritasjon eller dårlig tid. Bakgrunnsspørsmålene vil kun kommenteres kort da det er viktig å avgrense oppgaven med hensyn på arbeidsmengden, og disse spørsmålene ikke er like sentrale for problemstillingen og forskningsspørsmålene. Resten av spørsmålene vil presenteres i dette kapitlet med grafer og tabeller generert av Google Forms eller i Excel.

The screenshot shows a Google Forms survey interface. At the top, there are two tabs: 'SPØRSMÅL' (selected) and 'SVAR' with a count of '42'. Below the tabs, a purple bar indicates 'Del 1 av 3'. The main title of the survey is 'Suksessfaktorer ved implementering av Lean Construction i norske byggebedrifter'. Below the title, there is a descriptive paragraph: 'Denne spørreundersøkelsen søker å identifisere viktige suksessfaktorer og fallgruver/barrierer ved implementering av Lean Construction i norske bygge- og anleggsbedrifter. Undersøkelsen vil kun bli brukt til statistisk analyse i forbindelse med en masteroppgave om temaet Lean Construction og produktivitetsforbedringer i byggebransjen.' Below this, there are two more paragraphs: 'De fleste spørsmålene er valgfrie, men det settes stor pris på om du svarer på alle. Undersøkelsen består av 22 spørsmål og vil ta omtrent ti minutter å gjennomføre.' and 'Du vil først bli bedt om å fylle ut e-postadressen din. Dette gjøres kun slik at du som svarer skal slippe å få tilsendt undersøkelsen flere ganger.' At the bottom, there is a field for 'E-postadresse *' with a placeholder text 'Gyldig e-postadresse'.

Figur 13: Informasjonssiden til undersøkelsen

4.1.1 Bakgrunnsdetaljer: spørsmål 1-7

Den første delen av spørreundersøkelsen bestod av spørsmål som søkte å greie ut om den profesjonelle bakgrunnen til respondentene, og med det danne et bilde av hvem de var. Dette ble sett på som hensiktsmessig for å kunne vurdere påliteligheten til svarene som ble gitt. Det var i alt syv spørsmål, og disse vil kun kommenteres kort uten bruk av figurer eller tabeller.

Bakgrunnsspørsmålene er interessante fordi det kan tenkes at type bedrift og størrelsen på bedriften påvirker respondentenes erfaringer og vektlegging av Lean Construction og generelle produktivitetsforbedrende tiltak. I tillegg kan det fortelle noe om hvilke ansatte i norske byggebedrifter som blir involvert i produktivitetsforberedende prosesser som Lean Construction, og hvem som har mest kunnskaper om dette. På bakgrunn av litteraturen kan det tenkes at det er ledelsen som er tyngst involvert i slike prosesser, og at det kan være vanskelig å gjøre klart for resten av arbeidsstokken. I tillegg har ofte ledelsen mer og lengre erfaring i bransjen, noe som vil kunne øke troverdigheten til undersøkelsen og dermed også påliteligheten til resultatene. De viktigste funnene i de forskjellige spørsmålene var:

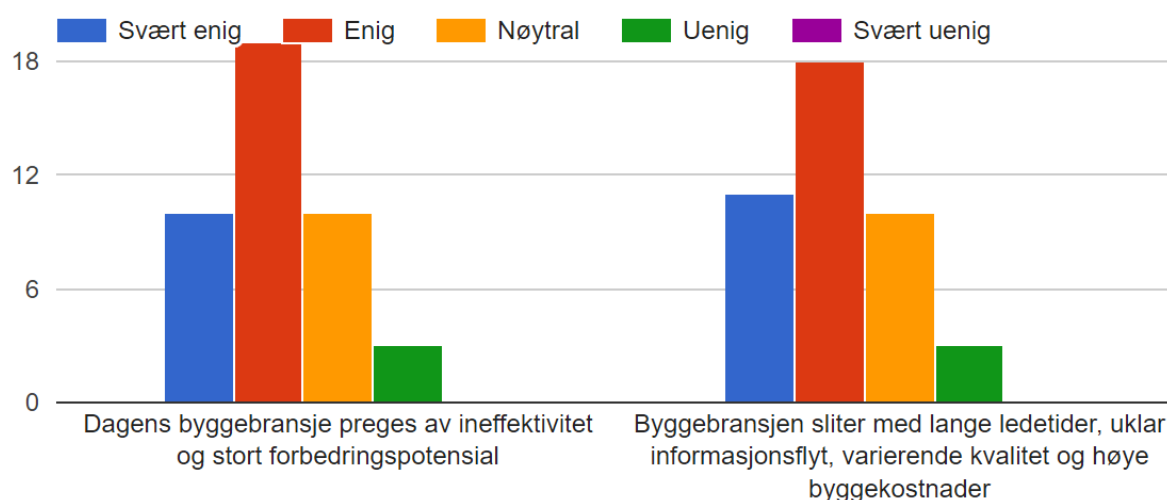
1. 76,2% av respondentene jobbet for en entreprenør, 19,0% for en byggherre, 4,8% for et konsulentfirma.
2. 47,6% av respondentene jobbet i bedrifter på under 100 ansatte, ellers jevnt fordelt på de andre kategoriene.
3. 31,0% av respondentene jobbet for bedrifter med omsetning 100–500 mill. NOK. 28,6% for bedrifter med omsetning 1000–10.000 mill. NOK, ellers jevnt fordelt.
4. Virksomhetsområder som var representert i størst grad: bolig-, nærings-, og offentlige bygg, betongarbeider, rehabilitering, prosjektledelse, samferdsel og eiendomsutvikling.
5. 45,2% oppgav at de jobbet i toppledelsen i sin bedrift, 21,4% var funksjonærer.
6. Jevn fordeling i antall års erfaring i nåværende bedrift
7. 57,1% hadde mer enn 15 års arbeidserfaring fra byggebransjen, ellers jevnt fordelt.

4.1.2 Aspekter rundt Lean: spørsmål 8-20

I dette underkapitlet vil spørsmål 8-20 bli presentert. Disse ville i større grad gjøre rede for respondentenes meninger og oppfatninger rundt Lean-filosofien og produktivitetsforbedringer i byggebransjen. Spørsmålene vil presenteres ved hjelp av figurer og tabeller, og vil også kommenteres mer i detalj enn bakgrunnsspørsmålene da de i langt større grad anses som viktige for å kunne svare på forskningsspørsmålene som ble utarbeidet i kapittel 1.

Spesielt ble det lagt vekt på å gjøre rede for respondentenes tanker om påstander som står sentralt innenfor Lean-filosofien. Antagelser som for eksempel at byggebransjen er ineffektiv og preges av varierende kvalitet og høye byggekostnader måtte bli testet for å senere kunne gjøre rede for om bruken av Lean vil være hensiktsmessig. Respondentene ble også spurt om hvem i bedriften som har deltatt i eventuelle implementeringsprosesser.

Resultatene blir først fremstilt med figurer og tabeller, deretter følger en kort kommentar som forklarer formål med spørsmålet, og hva resultatene viser. I flere av tabellene vil andel respondenter markeres med uthevet skrift (eks; **50%**), mens det faktiske antall respondenter vil være plassert under i parentes (eks; (15)). Dette gjelder tabell 6, 7, 9 og 10.

Spørsmål 8: Hvor enig eller uenig er du i følgende utsagn?

Figur 14: Respondentenes formeninger om tilstanden til dagens byggebransje

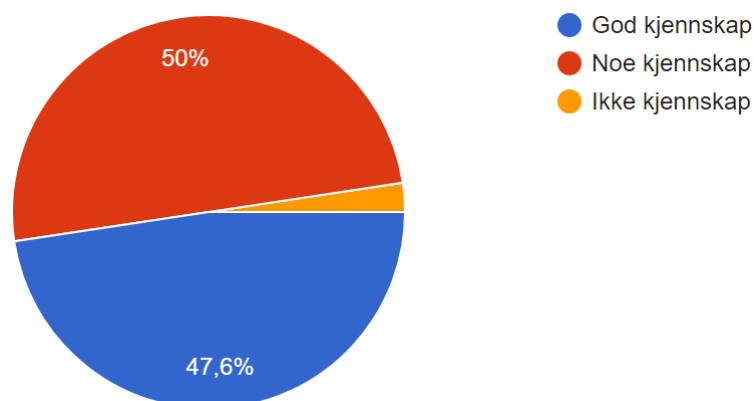
Spørsmål 8 ble inkludert for å redegjøre for i hvilken grad respondentene var enige i påstandene som ble presentert i kapittel 1. Respondentene ble bedt om å indikere deres nivå av enighet eller uenighet på en fempunkts Likert-skala fra *svært enig* til *svært uenig*. Ifølge den anerkjente Lean-eksperten Niklas Modig er dette utfordringer som byggebransjen er nødt til å legge vekt på og forsøke å minimere i fremtiden (Byggeindustrien, 2016). Resultatene er gjengitt i figur 14, og viser at det er relativt stor enighet blant respondentene om at de to påstandene stemmer.

I tabell 6 har resultatene blitt skrevet inn i en tabell for å gi et bedre bilde av svarene. Svarene har blitt gitt forskjellige tallverdier i kolonne, der *svært enig* tilsvarer verdien 5, mens *svært uenig* tilsvarer verdien 1. Tallverdiene i kolonnene *svært enig* og *enig* har så blitt lagt sammen for å finne ut hvor mange respondenter som totalt sett er enige i påstandene. Disse verdiene ligger i kolonne *ENIG* til høyre. Dersom de i stedet har svart *nøytral*, *uenig* eller *svært uenig* regnes de som uenige i påstanden og blir følgelig ikke registrert i kolonnen helt til høyre. Høy prosentandel i kolonnen til høyre vil si at mange av respondentene er enige i at byggebransjen preges av ineffektivitet og dårlig produktivitet.

Tabell 6: Meninger om tilstanden til dagens byggebransje

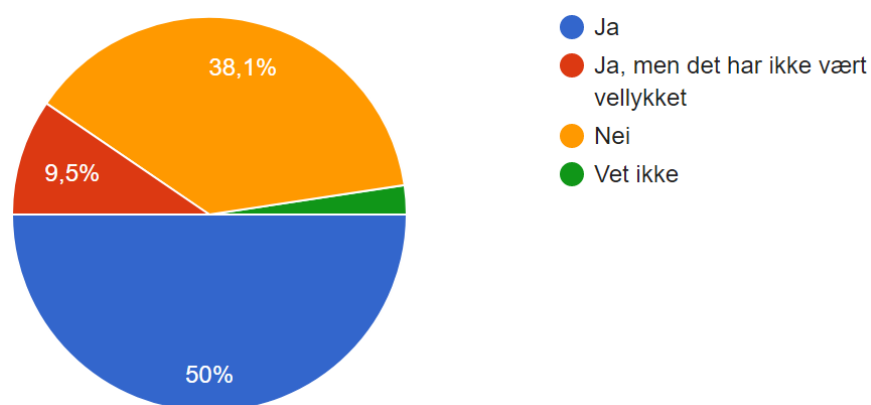
Påstand	Svært enig	Enig	Nøytral	Uenig	Svært uenig	ENIG (4+5)
	5	4	3	2	1	
Dagens byggebransje preges av ineffektivitet og stort forbedringspotensial	24,4% (10)	46,3% (19)	22,0% (9)	7,3% (3)	-	70,7% (29)
Byggebransjen sliter med lange ledetider, uklarinformasjonsflyt, varierende kvalitet og høye byggekostnader	26,8% (11)	43,9% (18)	22,0% (9)	7,3% (3)	-	70,7% (29)

Resultatene viser at 70,7% av respondentene er enige i at dagens byggebransje preges av ineffektivitet og stort forbedringspotensial, og at byggebransjen sliter med lange ledetider, uklarinformasjonsflyt, varierende kvalitet og høye byggekostnader. Begge påstandene har fått like mange svar under *ENIG*, noe som indikerer en viss reliabilitet.

Spørsmål 9: Hvor god kjennskap har du til Lean Construction?

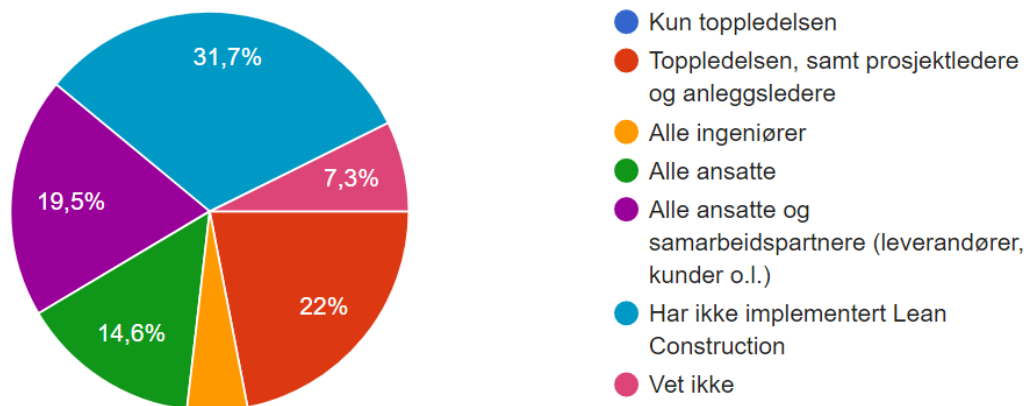
Figur 15: Respondentenes kjennskap til Lean Construction

Spørsmål 9 ble inkludert for å redegjøre for hvor godt respondentene oppfatter deres egen kjennskap til Lean Construction. Da kan man undersøke hvor god selvinnsikt respondentene har rundt Lean-filosofien ved at de i senere spørsmål blir testet mer spesifikt. For enkelthets skyld var det bare mulig å velge mellom tre forskjellige alternativer: at de hadde god kjennskap til Lean Construction, noe kjennskap til Lean Construction, eller ikke kjente til Lean Construction i det hele tatt. Resultatene er gjengitt i figur 15 og her fremkommer det tydelig at mange respondenter mener de selv har god eller noe kjennskap til Lean. Kun én respondent hadde ingen kjennskap til Lean Construction, noe som kun utgjorde 2,4% av det totale antall respondenter.

Spørsmål 10: Har bedriften som helhet forsøkt å implementere Lean Construction?

Figur 16: Grad av implementering i de forskjellige bedriftene

Spørsmål 10 ble inkludert for å redegjøre for hvor mange av bedriftene som hadde forsøkt å implementere Lean Construction. Resultatene er gjengitt i figur 16. Halvparten av respondentene oppgir at bedriften deres har gjort tilsynelatende vellykkede forsøk på implementering av Lean. 9,5% oppgir at bedriften har forsøkt, men mislyktes. Det er også en del respondenter som oppgir at bedriften ikke har gjort noen forsøk på å implementere Lean.

Spørsmål 11: Hvem i bedriften har vært involvert i implementeringsprosessen?

Figur 17: Ansatte som har deltatt i implementeringsprosessene

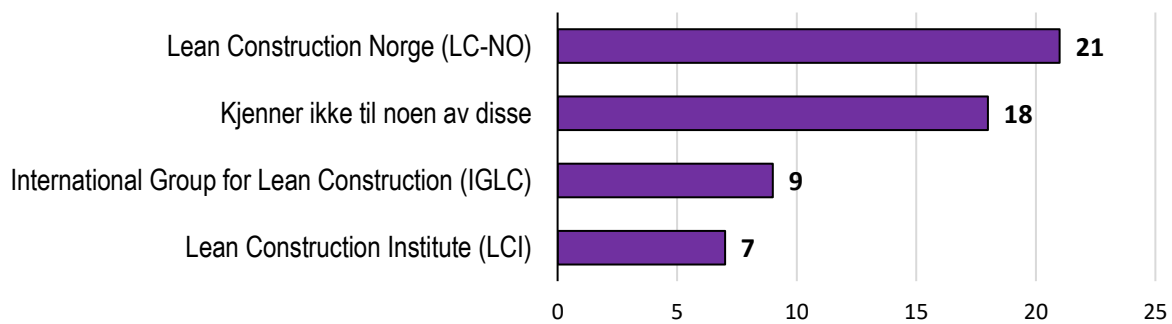
Spørsmål 11 ble inkludert for å gjøre rede for hvem bedriftene har involvert i implementeringsprosessene. Resultatene er gjengitt i figur 17. Av figuren fremkommer det at respondentene har svart relativt forskjellig. Det er verdt å merke seg at ingen har svart at kun toppledelsen er involvert, mens en god del har oppgitt at toppledelse, samt prosjektledere og anleggsledere har deltatt, og mange har også oppgitt at alle ansatte og samarbeidspartnere er inkludert. Det kommer også frem at antall respondenter som har svart at bedriftene ikke har implementert Lean er noe lavere og dermed ikke samsvarer nøyaktig med det som fremkom i figur 16.

Spørsmål 12: Hvor enig eller uenig er du i følgende påstander?

Tabell 7: Bevissthet/forståelse for konsepter og metoder innen Lean

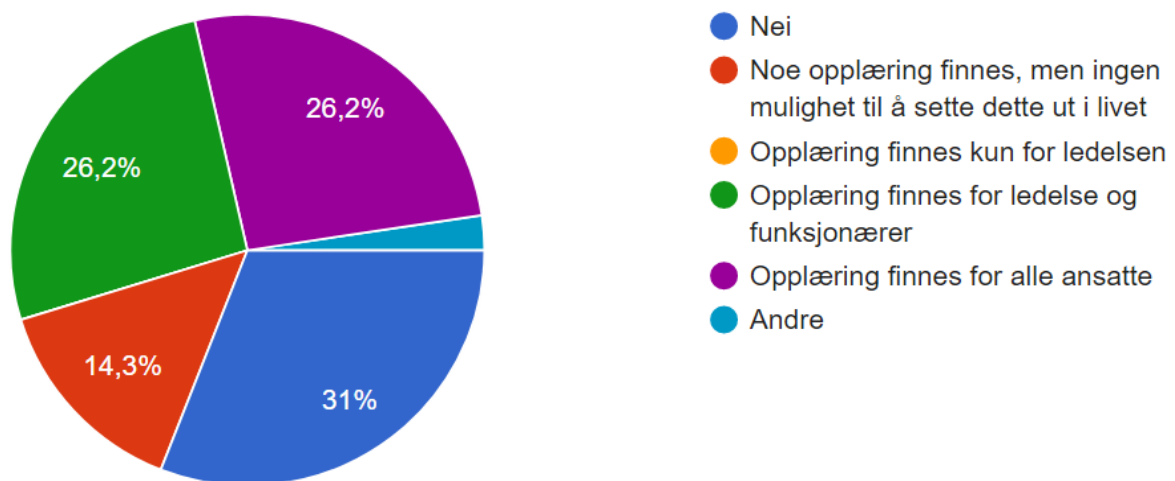
Påstand	Svarskala					Lean bevissthet (4+5)
	5 = helt enig		1 = helt uenig			
	5	4	3	2	1	
Lean Construction øker effektiviteten i et byggeprosjekt, noe som igjen øker kunde verdien og lønnsomheten til bedriften	31,7% (13)	48,8% (20)	17,1% (7)	2,4% (1)	-	80,5% (33)
Lean Construction fører til bedre overblikk på byggeplassen	24,4% (10)	56,1% (23)	17,1% (7)	-	-	80,5% (33)
Lean Construction sørger for en mer stabil leveringskjede i byggeprosjekter	31,6% (13)	46,3% (19)	19,5% (8)	2,4% (1)	-	78,1% (32)
Lean Construction bidrar til at de ansatte får bedre innsikt og kunnskaper om prosjektene de er involvert i	26,8% (11)	48,8% (20)	17,1% (7)	7,3% (3)	-	75,6% (31)
Lean Construction fører til bedre samarbeid mellom alle aktørene gjennom hele byggeprosessen	36,6% (15)	39,0% (16)	22,0% (9)	2,4% (1)	-	75,6% (31)
Lean Construction bidrar til at de ansatte føler et større eierskap til prosjektene de er involvert i	22,0% (9)	46,3% (19)	24,4% (10)	7,3% (3)	-	68,3% (28)
Lean Construction øker fortjenesten til bedriften	29,3% (12)	36,6% (15)	34,1% (14)	-	-	65,9% (27)
Jeg foretrekker å jobbe med prosjekter som benytter seg av Lean Construction	29,3% (12)	29,3% (12)	41,5% (17)	-	-	58,6% (24)
Lean Construction øker motivasjonen til alle ansatte	17,1% (7)	41,4% (17)	36,6% (15)	4,9% (2)	-	58,5% (24)

Spørsmål 12 ble inkludert for å gjøre rede for respondentenes nivå av bevissthet og forståelse for Lean Construction og hva det kan bidra til. Det er viktig å presisere at denne bevisstheten kun bygger på funnene i litteraturen. Ni påstander ble presentert og respondentene ble spurt om å indikere deres nivå av enighet eller uenighet til hver påstand på samme måte som i spørsmål 8. Alle de ni påstandene ble presentert på en positiv måte, noe som betyr at respondentene burde ha sagt seg enige for at det skulle kunne indikere en bevissthet rundt Lean for at det skulle samsvare med funnene i litteraturen. Resultatene er presentert i tabell 7, og er ordnet slik at de påstandene som viste sterkest indikasjon på bevissthet rundt Lean kommer først.

Spørsmål 13: Kjenner du til noen av disse?

Figur 18: Respondentenes kjennskap til Lean-organisasjoner

Spørsmål 13 ble inkludert for å gjøre rede for respondentenes kjennskap til forskjellige nettverk og grupper som spesialiserer seg på Lean Construction. De tre var Lean Construction Norge (LC-NO), Lean Construction Institute (LCI) og International Group for Lean Construction (IGLC). Resultatene er gjengitt i figur 18 og her fremkommer det at mange av respondentene kjenner til en eller flere av disse gruppene. Flest kjenner likevel til LC-NO, mens noen færre kjenner til LCI og IGLC. Det er også en relativt mange respondenter som oppgir at de ikke kjenner til noen av dem.

Spørsmål 14: Har det vært noen form for systematisk opplæring innenfor Lean i bedriften?

Figur 19: Systematisk opplæring av Lean i bedriftene

Spørsmål 14 søkte å gjøre rede for om det hadde vært noen systematisk opplæring innenfor Lean i bedriftene. Resultatene er gjengitt i figur 19. Av figuren kan man se at svarene er fordelt relativt jevnt blant de forskjellige svaralternativene, likevel svarer flesteparten at det ikke har vært noen form for opplæring (31%). Relativt mange har svart at det finnes opplæring for flere enn bare ledelsen.

Spørsmål 15: Hvor enig eller uenig er du i at følgende kan regnes som suksessfaktorer eller barrierer for en vellykket implementering av Lean Construction i din bedrift?

Spørsmål 15 ble inkludert for å identifisere kritiske suksessfaktorer og barrierer for en vellykket implementering av Lean Construction i norske byggebedrifter. For å gjøre dette ble respondentenes bedt om å indikere sin enighet overfor de suksessfaktorene og barrierene som ble identifisert i kapittel 3. Dette ble gjort ved at respondentene ble bedt om å registrere sin enighet eller uenighet til hver av faktorene på en fempunkt Likert-skala, på samme måte som i spørsmål 8 og 12. På den måten kan de viktigste suksessfaktorene og barrierene utforskes videre. De forskjellige faktorene er gjengitt i tabell 8. Her har hver faktor blitt gitt en kode for å gjøre de videre tabellene mer oversiktlig og lesbare. Resultatene fra undersøkelsen er gjengitt i tabell 9 på neste side.

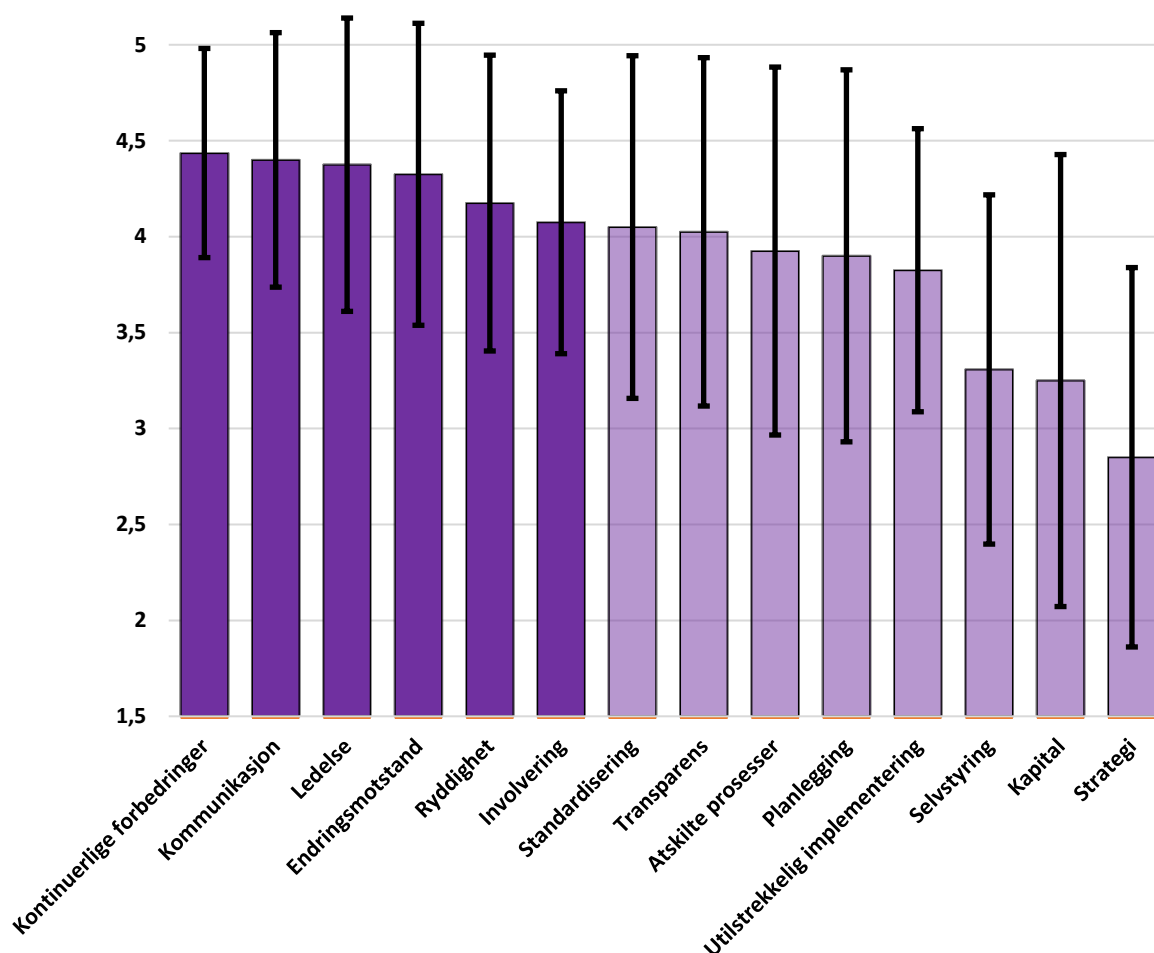
Tabell 8: Suksessfaktorer og barrierer utarbeidet på bakgrunn av litteratur og teori

Kode	Suksessfaktor/barriere
Ledelse	Ledelsen viser forpliktelse, motivasjon og deltakelse i implementeringsprosessen
Planlegging	Bedriften legger vekt på grundig planlegging i forkant og underveis i prosjektene sine
Kontinuerlige forbedringer	Bedriften legger stor vekt på kontinuerlige forbedringer i prosjektene
Standardisering	Bedriften legger vekt på å standardisere arbeidsprosesser- og aktiviteter i prosjektene
Transparens	Bedriften er transparent, der avgjørelser og informasjon gjøres lett tilgjengelig for alle ansatte
Involvering	Bedriften involverer sine egne ansatte i stor grad i prosjektene
Kommunikasjon	God kommunikasjon mellom forskjellige aktører i leveringskjeden på alle prosjekter
Strategi	Det er stor forskjell på om bedriften legger vekt på å implementere Lean fra toppen eller fra bunnen i organisasjonen
Endringsmotstand	Det finnes en kultur og motivasjon for endring i bedriften
Ryddighet	Byggeplassen holdes ryddig, renslig og oversiktlig
Utilstrekkelig implementering	Utilstrekkelig/delvis implementering av Lean Construction
Kapital	Bedriften har tilstrekkelig kapital
Selvstyring	Bedriften gir distriktskontorene for høy grad av selvstyring, noe som gjør implementering vanskelig

Tabell 9: Kritiske suksessfaktorer og barrierer for en vellykket implementering

Kode	Helt enig	Enig	Nøytral	Uenig	Helt uenig
Ledelse	53,7% (22)	26,8% (11)	17,1% (7)	-	-
Planlegging	31,7% (13)	31,7% (13)	28,6% (12)	2,4% (1)	2,4% (1)
Kontinuerlige forbedringer	43,9% (18)	48,8% (20)	2,4% (1)	-	-
Standardisering	36,6% (15)	34,1% (14)	22,0% (9)	4,9% (2)	-
Transparens	31,7% (13)	43,9% (18)	17,1% (7)	2,4% (1)	2,4% (1)
Involvering	26,2% (11)	50,0% (21)	19,1% (8)	-	-
Kommunikasjon	48,8% (20)	39,0% (16)	9,8% (4)	-	-
Strategi	4,8% (2)	16,7% (7)	42,9% (18)	21,4% (9)	9,5% (4)
Endringsmotstand	48,8% (20)	34,1% (14)	12,2% (5)	2,4% (1)	-
Ryddighet	36,6% (15)	43,9% (18)	14,6% (6)	2,4% (1)	-
Utilstrekkelig implementering	14,6% (6)	56,1% (23)	22,0% (9)	4,9% (2)	-
Kapital	14,6% (6)	29,3% (12)	29,3% (12)	14,6% (6)	9,8% (4)
Selvstyring	9,8% (4)	29,3% (12)	36,6% (15)	19,5% (8)	-

Fra tabell 9 kan man se at det er stor variasjon i hvor enige respondentene er i at forskjellige suksessfaktorer og barrierer kan regnes som viktige. For å finne de viktigste faktorene, ble *helt enig* gitt verdien 5, mens *helt uenig* ble gitt verdien 1. Det ble deretter regnet et gjennomsnitt og et standardavvik for hver faktor, og de faktorene som hadde et gjennomsnitt på 4 eller mer, og samtidig hadde et standardavvik på 0,8 eller mindre ble regnet som kritiske og tatt med for videre forskning i dybdeintervjuene. Gjennomsnittet og standardavvikene som ble regnet ut for hver suksessfaktor er vist i figur 20 på neste side.



Figur 20: Analyse av suksessfaktorer for implementering av Lean Construction

Seks faktorer tilfredsstilte de to kravene, og i figur 20 er disse markert med mørk farge for å tydelig skille dem fra de resterende faktorene. De seks suksessfaktorene og barrierene var:

- Bedriften legger til rette for kontinuerlige forbedringer
- God kommunikasjon mellom alle aktørene i leveringskjeden
- Ledelsen viser engasjement og deltakelse i implementeringsprosessen
- Grad av endringsmotstand i bedriften
- Byggeplassen holdes ryddig og organisert
- Bedriften sørger for en høy grad av involvering for alle ansatte på prosjektene

Det vil bli vektlagt å utforske disse faktorene i det videre arbeidet med oppgaven. Likevel vil det være viktig å være åpen for at også de andre faktorene kan identifiseres som kritiske, de vil også derfor bli vektlagt noe.

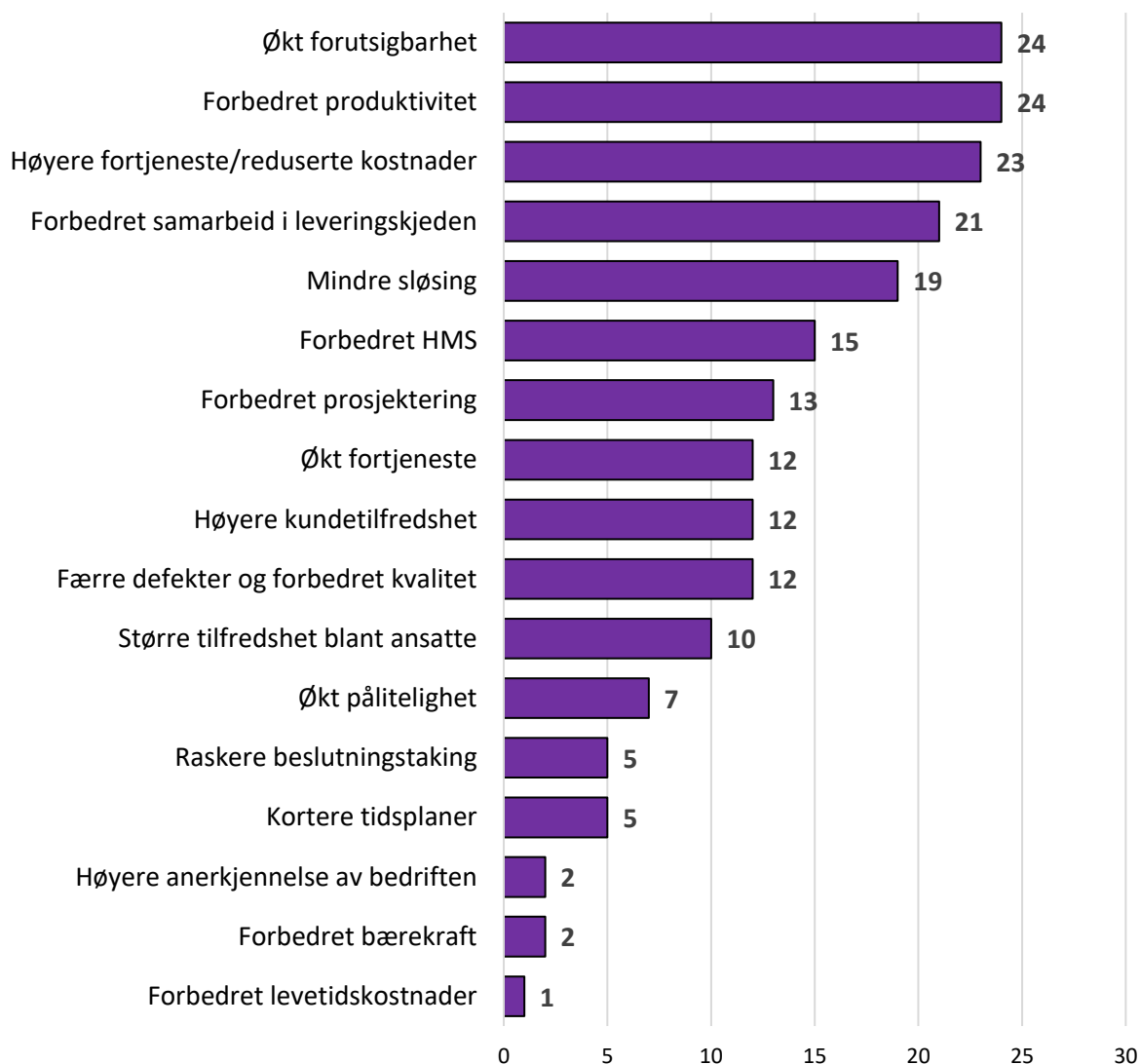
Spørsmål 16: I hvilken grad er du enig eller uenig i påstandene nedenfor?

Tabell 10: Diverse påstander om Lean Construction

Påstand	Helt enig	Enig	Nøytral	Uenig	Helt uenig
Lean-konseptet passer ikke i byggebransjen pga. kundens krav om raske og billige prosjekter	-	4,9% (2)	17,1% (7)	29,3% (12)	46,3% (19)
Lean-konseptet passer ikke i byggebransjen da et hvert byggeprosjekt er unikt, komplekst og kun er en midlertidig multiorganisasjon	2,4% (1)	4,9% (2)	14,6% (6)	39,0% (16)	36,6% (15)
Det er ikke viktig å forbedre prosesser som ikke viser tegn til problemer	4,9% (2)	7,3% (3)	12,2% (5)	56,1% (23)	17,1% (7)
Lean må implementeres gjennom hele organisasjonen og verdikjeden for å levere resultater	24,4% (10)	36,6% (15)	22,0% (9)	12,2% (5)	2,4% (1)
Kvalitet bør prioriteres foran fortjeneste	7,3% (3)	19,5% (8)	36,6% (15)	31,7% (13)	2,4% (1)
Lean er mer enn verktøy og teknikker. Det krever en endring av tanker og prosesser samt et bredt og langsiktig fokus	41,5% (17)	39,0% (16)	14,6% (6)	2,4% (1)	-
Delvis implementering av Lean-filosofien er tilstrekkelig	4,9% (2)	12,2% (5)	39,0% (16)	36,6% (15)	4,9% (2)
Alle aktiviteter på byggeplass burde gjennomgå kontinuerlig forbedring	36,6% (15)	51,2% (21)	9,8% (4)	-	-
Det er viktigere å tilrettelegge for en god flyt mellom aktivitetene i et byggeprosjekt i stedet for å fokusere på aktivitetene hver for seg	34,1% (14)	51,2% (21)	12,2% (5)	-	-
Det er viktig å gjøre alle ansatte kjent med endringsprosesser i bedriften	36,6% (15)	51,2% (21)	7,3% (3)	-	-
Tradisjonelle suksesskriterier i byggeprosjekter, som kostnad og tidsbruk, legger ikke til rette for kontinuerlig forbedring	2,4% (1)	17,1% (7)	14,6% (6)	46,3% (19)	17,1% (7)

Spørsmål 16 ble inkludert for å gjøre rede for respondentenes formening om diverse påstander om Lean Construction. Svarene ble også her registrert på en fempunkts Likert-skala og resultatet er gjengitt i tabell 10.

Spørsmål 17: Hvilke av følgende fordeler kan best oppnås ved å anvende Lean-prinsipper i byggebransjen? (Vennligst velg kun opptil FEM fordeler)



Figur 21: Fordeler som kan oppnås ved bruk av Lean Construction

Spørsmål 17 ble inkludert for å gjøre rede for hvilke fordeler respondentene ser for seg en byggebedrift kan oppnå ved å benytte seg av prinsipper innen Lean Construction. Resultatet er gjengitt i figur 21. Økt forutsigbarhet, bedre produktivitet, høyere fortjeneste, bedre samarbeid i leveringskjeden og mindre sløsing er de fordelene som oftest går igjen og kan indikere at det er dette bedriftene ser på som viktigst totalt sett.

Oppfølgingsintervju

Det siste spørsmålet registrerte hvilke av respondentene som var villige til å delta på et oppfølgingsintervju. De som svarte ja ble bedt om å fylle ut kontaktinformasjon på siste svarark før de sendte inn undersøkelsen. På de neste sidene vil de to intervjuene som ble gjennomført presenteres. Spørsmålene ble stilt på bakgrunn av spørreundersøkelsen, og litteraturen.

4.2 Dybdeintervjuer

Basert på resultatene fra informasjonen som ble tilegnet fra litteratur, teori og spørreundersøkelsen har to semistrukturerte dybdeintervjuer blitt gjennomført. Dette har blitt gjort i samsvar med prosedyrene beskrevet i kapittel 2. Dybdeintervjuer har blitt gjennomført for å tillate en nærmere undersøkelse og dypere forståelse rundt temaet. Da en spørreundersøkelse bare er kvantitativ og i liten grad tillater diskusjon rundt nyanser, vil intervjuer kunne gjøre nettopp dette. Dette vil gi et bedre utgangspunkt for å svare på problemstillingen og forskningsspørsmålene som ble utformet i kapittel 1. Begge intervjuene ble tatt opp etter å ha mottatt skriftlig tillatelse på e-post, da dette regnes som god intervju praksis (Thomas et al., 2015).

Begge intervjuobjektene har bakgrunn fra norsk byggebransje, og ble med det regnet å være troverdige og pålitelige kilder. På de neste sidene vil det gis en kortfattet oppsummering av hvert intervju, der hovedpoengene relatert til problemstilling og forskningsspørsmål presenteres. Dette vil igjen brukes i diskusjonen i kapittel 5, der de vil settes opp mot funnene i litteraturen og spørreundersøkelsen. Presentasjon av intervjuene er ordnet slik at intervjuobjektet først beskrives med navn og bakgrunn, for deretter å presentere vedkommende sine synspunkter og meninger rundt problemstillingen. Intervjuguiden har blitt benyttet, men det er blitt stilt flere oppfølgingsspørsmål underveis som kan variere fra intervjuobjekt til intervjuobjekt.

4.2.1 Intervju 1: Gaute Hørlyk i Lean Logistikk

Det første intervjuet ble gjort med Gaute Hørlyk i Lean Logistikk. Lean Logistikk er et konsultentselskap bestående av fire ansatte som underviser andre bedrifter i metoder og teknikker innen Lean. Hørlyk har bakgrunn som blant annet logistikkdirektør i Optimera, en av Norges største aktører innen salg og distribusjon av byggevarer, mens han de siste seks årene har jobbet som Lean-konsulent. I Lean Logistikk har de store byggevarekjeder som kunder, og flere større oppdrag for omfattende prosjektprosesser der alle Lean-verktøyene benyttes. Hørlyk har også jobbet en del med Lean på byggeplass, og blant annet hjulpet Statsbygg med etablering av Lean-strategiene som ble benyttet på byggeprosjektet i Bergen som blir presentert i casestudien i underkapittel 4.3.

Hørlyks oppfatning var at Lean Construction blir benyttet i svært variert grad i norsk byggebransje. Det er for eksempel stor forskjell fra firma til firma, noen har lagt ganske stor vekt på det, mens andre igjen så vidt har hørt om Lean. Han mente årsakene til dette er flere, men trakk frem det at bransjen er relativt konservativ overfor nye ideer og prinsipper som en av hovedutfordringene. Ifølge Hørlyk er selve metodene og teknikkene forholdsvis enkle å forstå, men informasjon og opplæring er generelt for dårlig. Dette gjør at aktørene rett og slett ikke blir opplært ordentlig og følgelig ikke ser nytten av å implementere Lean. Han har også erfart at flere bedrifter påstår at de delvis jobber slik Lean-filosofien forteller, men at de jobber for ustrukturert slik at resultatene lar vente på seg. I tillegg var Hørlyks oppfatning at prosjektledere generelt bestemmer for mye når det kommer til hvordan et prosjekt skal gjennomføres. Dette går blant annet på om nye tiltak og filosofier som Lean skal benyttes. Synes de det da ikke er en god ide, benyttes det enkelt og greit ikke. Dette blir igjen et problem

når erfarne prosjektledere er for konservative og kanskje ikke ser nytten av Lean fordi de har vanskelig for å tenke nytt. Dette mente Hørlyk er svært problematisk fordi han ser at flere av bedriftene som klarer å implementere Lean på en korrekt måte ofte opplever veldig gode resultater både på byggetid, byggekvalitet og ikke minst byggekostnader, som for eksempel BackeGruppen og Statsbygg.

Med tanke på de kritiske suksessfaktorene som ble beregnet tidligere i oppgaven hadde Hørlyk mange formeninger. Han mente at den klart mest kritiske suksessfaktoren for en vellykket implementering av Lean Construction er at ledelsen forstår hva det er, hva man skal bruke det til, og ikke minst hvorfor det skal brukes. Dette må de igjen kommunisere til resten av de ansatte slik at alle har en god forståelse av Lean-prinsippene, og ledelsen må vise et engasjement over tiltakene som blir gjort slik at dette smitter over på resten av bedriften. Han fortalte videre at han har observert at mange av de bedriftene som lykkes med å implementere Lean Construction ofte er de som vokser for da har de ett motiv til å forenkle måten å jobbe på, og de må forbedre seg for å unngå å bli overarbeidet. Hørlyk fortalte også at en viktig del av en implementeringsprosess er god planlegging og at man benytter seg av planleggingsverktøyene som for eksempel Last Planner. Det å dra aktørene gjennom en planprosess, samt å sette en struktur for planarbeidet tidlig vil bedre effektiviteten og produktiviteten i ethvert byggeprosjekt betraktelig har han erfart. I tillegg ville det fremmet produksjon og lønnsomhet hos alle aktørene involvert i prosjektene. Planlegging står med andre ord helt sentralt, spesielt viktig er det å unngå det han kaller for støpesjuken, der det er om å gjøre å starte byggeprosessen så raskt som mulig, ofte uten tilstrekkelig planlegging i forkant. Et annet poeng som kom frem var at kommunikasjonen i leveringskjeden er svært viktig for en vellykket implementering. Hørlyks oppfatning var at dette ofte ikke er tilfredsstillende og at mange ikke inkluderer alle aktørene godt nok. Videre fortalte han at det i økende grad er byggherren som presser gjennom Lean Construction hvis ikke entreprenørene selv legger vekt på det. Hovedutfordringen for partene er at man ikke enda har funnet den riktige kontraktsformen mellom aktørene for å tilrettelegge for en ideell prosess ut ifra et Lean-tankesett.

De resterende faktorene som ble beregnet mener han er mindre kritiske. Kontinuerlige forbedringer og bedriftens motivasjon for endring følte han mer må regnes som en effekt av å benytte Lean, og er dermed ikke i like stor grad suksessfaktorer i seg selv. Benytter man Lean vil man med andre ord oppnå kontinuerlige forbedringer og en mindre motstand mot endring. Det samme mente han om transparensen til bedriften. Her var det viktigst at beslutningene blir tatt på et så lavt nivå som mulig. Hørlyk var imidlertid enig i at en ryddig og organisert byggeplass kunne være en faktor, men at dette ikke var det viktigste hvis det ikke fantes store problemer med orden og ryddighet fra før.

For barrierer trakk Hørlyk frem mangel på tilstrekkelig forståelse rundt Lean-konseptet og mangel på tilstrekkelig opplæring og informasjon som de mest kritiske. Hvis folk ikke forstår hva eller hvorfor noe skal gjøres annerledes vil de jo ikke nødvendigvis lete etter forbedringer. Her presiserte han igjen hvor viktig rolle ledelsen spiller for at informasjon og opplæring er tilstrekkelig. En vanlig barriere er også det at mange bedrifter ikke implementerer Lean ordentlig, og på den måten sklir tilbake i gamle arbeidsmønstre. Hørlyk mener også at det ligger et enormt forbedringspotensial med tanke på å integrere prosjektering og byggeprosesser i

større grad. Miljøene må jobbe så tett på hverandre som mulig, og på den måten bringe Lean-prosessen inn i prosjekteringen, og få en flyt fra prosjekteringsfasen inn i produksjonsfasen.

For å oppsummere trakk Hørlyk frem ledelsens rolle og en tilstrekkelig planlegging som er den viktigste faktoren for om en bedrift vil ha suksess med implementering av Lean Construction. At ledelsen hele tiden etterspør resultater og forbedringsarbeid slik at det drives framover hele tiden og at de viser et engasjement overfor de nye tiltakene som smitter over på resten av bedriften. I tillegg må det legges nok vekt på en tilstrekkelig planlegging for å luke unna problemer så tidlig som mulig. På lang sikt er det dette han mente er det mest kritiske, og at det meste annet mer er teknikk, metoder og verktøy.

4.2.2 Intervju 2: Hans Thomas Holm i Statsbygg

Det andre intervjuet ble gjort med Hans Thomas Holm i Statsbygg. Som en statlig forvaltningsbedrift og byggherre er Statsbygg involvert i mange store byggeprosjekter rundt om i landet, og oppgaven deres er å tilby kostnadseffektive og funksjonelle lokaler til statlige virksomheter. Holm er utdannet sivilingeniør fra Karlsruhe Tekniske Høgskole i Tyskland og Chalmers Tekniske Høgskole i Göteborg, og har siden den gang hatt varierende prosjektlederoppgaver. Han har vært ansatt i Statsbygg fra 2007 og har drevet med Lean siden 2009. Ifølge han selv har han på mange måter vært den store pådriveren for Lean i bedriften. I 2014 ble han tildelt Statsbyggs Innovasjonspris for hans arbeid med innføring av Lean-prinsippene i Statsbyggs byggeprosjekter.

Holm forklarte at Statsbygg dessverre arbeider relativt lite med Lean foreløpig, og at det i dag forekommer mest på ildsjelnivå, der han selv som nevnt er en av de største pådriverne. Han var enig i at byggebransjen sliter med dårlig effektivitet og at det generelt er et stort forbedringspotensial. Ifølge Holm er det mye silotenking og suboptimalisering i norsk byggebransje, og mange aktører ser sin rolle kun ut ifra egen enhet og ikke organisasjonen eller prosjektene som helhet. Han mener derfor byggherrene må involvere seg mer og ha et større helhetsperspektiv i prosjektene slik at underentreprenører, leverandører og andre aktører ikke bare kan legge vekt på å maksimere sin egen profitt. Man må prøve å se helheten i et prosjekt, det å kun tenke på seg og sitt var ifølge Holm svært kontraproduktivt sett i lys av et flytperspektiv. Han forklarte videre at selv om han tviler på at Lean Construction er den mest optimale løsningen på utfordringene i byggebransjen er det likevel svært positivt fordi det i mye større grad legger vekt på flyt og tilføring av mest mulig kontinuerlig verdi til byggeprosjektene.

Med tanke på suksessfaktorene for implementeringsprosessen var Holm i stor grad enig med Hørlyk i at ledelsens involvering bør regnes som den mest kritiske, og at tilstrekkelig planlegging omtrent var like viktig for å være i forkant av problemene som fort vil oppstå i ethvert prosjekt. Det som skilte Holm fra Hørlyk var at han i mye større grad så på et transparent system som en kritisk suksessfaktor. Han forklarte at dette, i tillegg til en svært høy grad av involvering hadde vært en av de viktigste faktorene for at de hadde klart å implementere Lean på byggeprosjektet i Bergen som vil bli presentert i neste underkapittel. Her hadde dette vist seg å bidra til store forbedringer fra tidligere, og de hadde tatt i bruk mange forskjellige planleggingsverktøy samt gjort informasjon og avgjørelser lett tilgjengelig for alle aktørene

som jobbet på prosjektet. I tillegg trakk han fram god kommunikasjon på tvers av leveringskjeden og at prosjekterings- og byggeprosessene er integrert som kritiske faktorer.

For barrierene fortalte han at bedriftens motstand mot endring kan være en barriere. Han mente imidlertid at det har mye med omfanget av endringsarbeidet, og hvor godt man forklarer de nye tiltakene som blir gjort. Han mente at byggebransjens motstand mot endring i stor grad handler uvaner som er vonde å vende.

Store deler av intervjuet omhandlet et prosjekt som har benyttet seg av Lean Construction, og som han har vært svært delaktig i. Dette prosjektet er byggingen av den nye Kunst og Designhøgskolen i Bergen. Dette prosjektet har hatt som mål å benytte mange av prinsippene innen Lean fra start til slutt, og Holm har mange gode erfaringer fra gjennomføringen. Det neste underkapitlet vil derfor presentere dette prosjektet i korte trekk, og vil også i stor grad bli benyttet videre i oppgaven.

4.3 Casestudie: Kunst- og Designhøgskolen i Bergen

Denne casestudien er gjennomført ved hjelp av dokumentanalyser av fem dokumenter og presentasjoner forfatteren fikk tilsendt av Hans Thomas Holm i forkant av intervjuet. Dette underkapitlet vil redegjøre kort for de viktigste funnene som er interessante for oppgaven, og som vil brukes videre i kapittel 5.

4.3.1 Hva går prosjektet ut på?

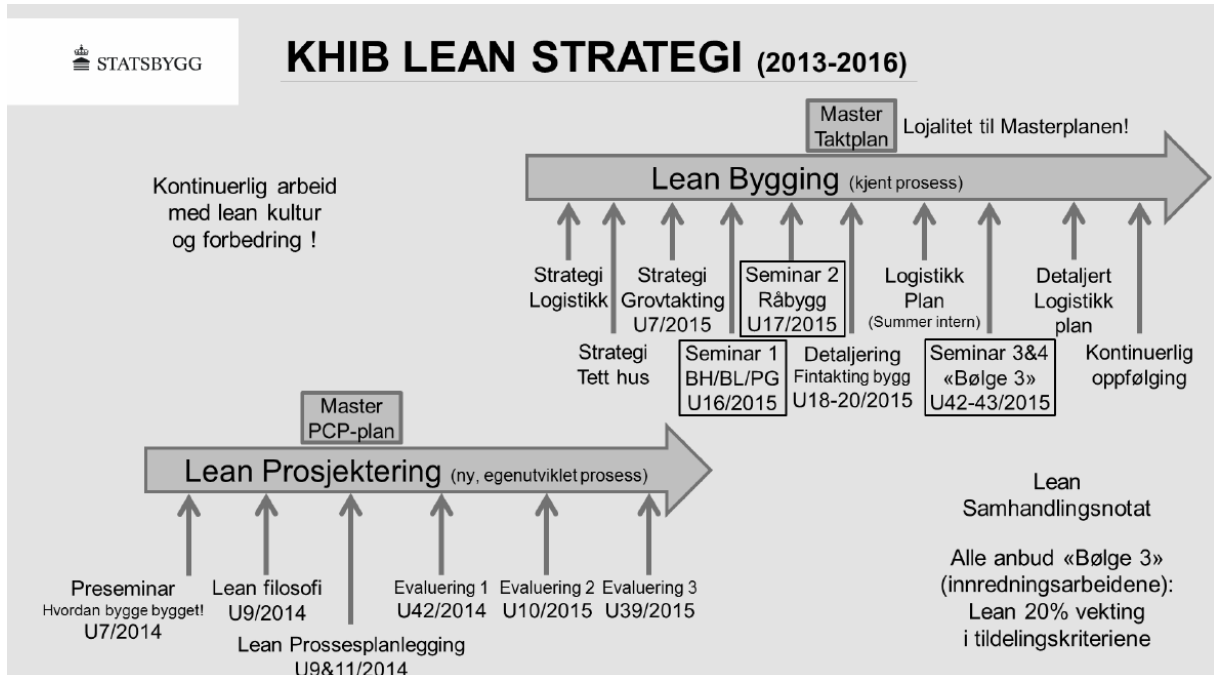
Byggingen av den nye Kunst- og Designhøgskolen i Bergen (KHiB) er et byggeprosjekt som i svært stor grad har tatt i bruk elementer fra Lean Construction. Bygget ble ferdigstilt i april 2017 og Statsbygg har hatt som mål at det skal være et foregangsprosjekt ved bruk av Lean. Prosjektet har derfor benyttet Lean-metodikker både i prosjektering og gjennomføring, der man i stor grad har forsøkt å oppfylle Lean-filosofiens tanke om å minimere sløsing, samt maksimere verdi for kunden. For å gjøre dette har flere kjente Lean-metodikker blitt benyttet for å fjerne kildene til sløsing, samt å overlevere et bygg som fungerer, til avtalt tid. Hovedaktørene i prosjektet har vært:

Byggherre:	Statsbygg	Rådgivende ingeniør:	Rambøll
Arkitekt:	Snøhetta	Lean rådgivning:	Porsche Consulting

En stor vektlegging av Lean har bidratt til at det tidlig ble gjennomført en grundig planlegging av både arbeidsunderlaget og arbeidsutførelsen (Holm, 2016). Dette gjorde at planleggingsfasen tok lang tid, og prosjektstart med plan- og designkonkurranse var så langt tilbake som høsten 2005 (Holm, 2017c). Hensikten med å ligge vesentlig i forkant med planleggingen har vært å redusere, minimere og kunne ligge i forkant av de typiske feilene som tradisjonelt oppstår i et byggeprosjekt. I god Lean-ånd har det i arbeidet blitt vektlagt at alt henger sammen:

- prosessplanlegging
- bakoverplanlegging
- systematisk ferdigstilling
- Lean prosjektering
- takt-planlegging
- funksjon og geometri i takt
- tidlig involvering av underentreprenører og leverandører

Lean strategi for prosjektet er vist i figur 22. Her fremkommer det tydelig at hovedvisjonen har vært å bringe Lean inn allerede i prosjekteringen. Dette har blitt gjennomført ved å holde et preseminar etterfulgt av flere oppfølgingsseminarer underveis i byggeprosessen. Prosjekteringsprosessen har i tillegg gått gjennom undervisning i Lean filosofi og flere evalueringer underveis. Dette for å hele tiden ligge i forkant med planleggingen, og for å informere alle aktører om arbeidsmåter og status på prosjektet. Byggeprosessen har lagt vekt på informasjon om strategi og logistikk med flere seminarer.



Figur 22: KHIB Lean strategi (Holm, 2017a)

Hovedelementene i KHIB Lean strategi har vært: *Lean i kultur og mentalitet*, der målet har vært å sammen skape en sterk Lean-kultur. Videre har det vært *Lean prosessplanlegging* der målet har vært å definere, planlegge og tenke i arbeidsprosesser. Det neste elementet har vært *Lean prosjektering* der målet har vært å dele store, uhåndterbare oppgaver i mindre, likartede, håndterbare biter, sammen med visuell planlegging, helhet og transparens. Det siste elementet har vært *Lean konstruksjon og logistikk* med takt-kontrollområder, tverrfaglige avhengigheter, enfaglige byggesekvenser og leveranser *just-in-time*. Av verktøy som har blitt brukt kan blant annet BIM nevnes, og dette vil forklares nærmere.

En annen årsak til at det var viktig for Statsbygg å ligge vesentlig i forkant med planleggingen var for å oppfylle visjonen: «fra reaktiv til proaktiv med Lean som strategi» (Holm, 2017a). Dette går enkelt forklart ut på at man skal ligge i forkant av utfordringene som kommer, slik at man bruker mindre tid på å løse dem. Dette har blitt illustrert ved at administrasjon, prosjektering og prosjektledelse skulle «ploge» unna utfordringer og mulige problemstillinger og dermed legge mest mulig til rette for at byggeplassen skulle kunne gå så uhindret som mulig med best mulig flyt i produksjonen. KHIB-Plogen, som dette ble navngitt, er utarbeidet av Holm selv og er vist i figur 23 på neste side.



Figur 23: KHiB-Plogen for Lean kultur og holdninger (Holm, 2017b)

Den proaktive tankegangen går også inn som en del av den kontinuerlige forbedringen som har blitt vektlagt i svært stor grad. Tanken var at man hele tiden skulle forebygge feil proaktivt i stedet for å korrigere feil reaktivt. Samtidig har det vært en sterk forbedringskultur i hele organisasjonen samt en langsiktig forbedringsversjon. Alt dette har vært sterkt forankret i ledelsen slik at tiltakene ikke har forsvunnet etter kort tid.

4.3.2 Planlegging på KHiB-prosjektet

Det har allerede vært nevnt at KHiB-prosjektet har lagt veldig stor vekt på planlegging, og at dette har vært et av hovedelementene og de viktigste suksessfaktorene for implementeringen og bruken av Lean Construction i prosjektet. Ifølge Holm er planlegging generelt svært viktig for et byggeprosjekt, med eller uten bruk av Lean. Prosjektet starter kanskje opp senere, men med grundig planlegging kan det mest sannsynlig ferdigstilles tidligere. Dette er et paradoks som mange byggebedrifter ikke forstår forklarte Holm. For dette prosjektet har flere konkrete planleggingstiltak blitt benyttet i varierende grad, og med varierende resultat, men totalt sett har erfaringene vært positive. De viktigste tiltakene har vært bakoverplanlegging, systematisk ferdigstilling og taktplanlegging, som alle vil bli forklart i dette underkapitlet.

Bakoverplanlegging

Bakoverplanlegging betyr at man tar utgangspunkt i når en oppgave eller arbeidsoperasjon skal være ferdig, og derfra regner seg et gitt antall uker bakover i tid for å vite når man må begynne å løse oppgaven (Holm, 2017c). Da innser man lettere om man har god eller dårlig tid på å løse oppgaven.

Bakoverplanleggingen ble startet med preseminaret, der hovedmålet var å gi KHiB-teamet grundig opplæring og forståelse for hva metoden ville innebære (Holm, 2017b). Forståelse av

rekkefølgen for hvordan bygget skulle bygges «bakfra» ble sett på som grunnleggende for at man deretter skulle kunne være i stand til å gjennomføre prosjekteringen i riktig rekkefølge. Ved hjelp av laminerte plantegninger i A0-format diskuterte små grupper seg frem til hvordan bygget faktisk burde bygges (se figur D.1 til D.3 i vedlegg D). Det var en gruppe for hver etasje, og hver gruppe var satt sammen av alle involverte aktører for å blande teamet godt sammen.

Erfaringene som Statsbygg gjorde seg etter dette var at det var kritisk med en god forståelse for hva bakoverplanlegging innebar, og at prosjektet hadde en god tanke på hvordan bygget skulle bygges frem til det stod ferdig. Dette var avgjørende for både den kommende planleggingen ved bruk av prosesser, og for at man skulle kunne prioritere aktivitetenes riktige rekkefølge, både for bygging og testing.

Systematisk ferdigstillelse

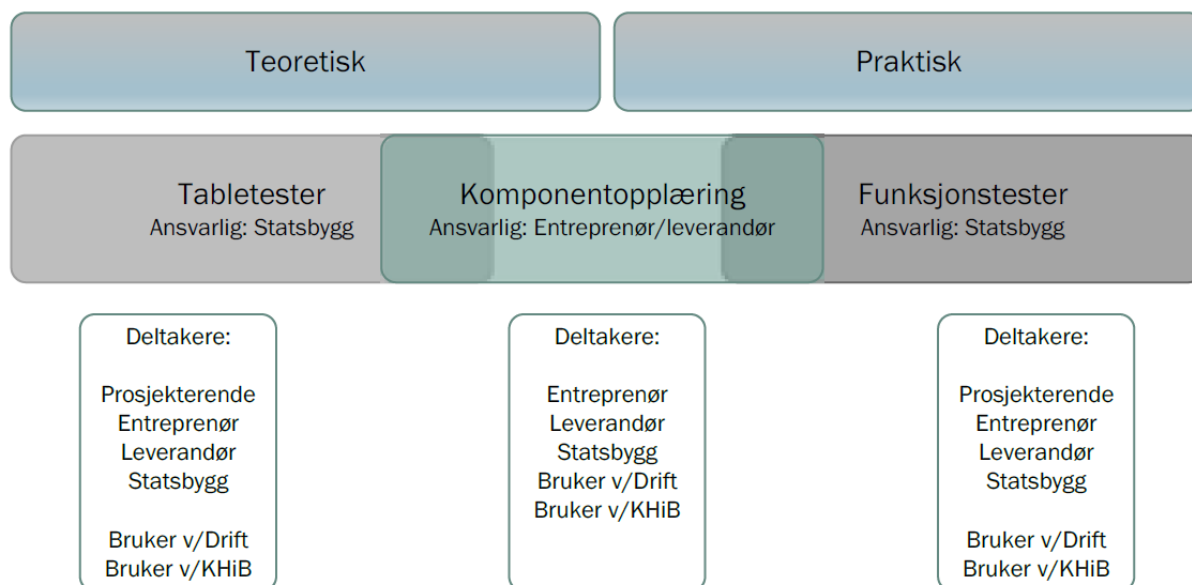
Statsbygg definerer systematisk ferdigstillelse som følger: «En sikkerhet for at prosjektet oppfyller alle funksjonskrav innenfor gitte tids-, kostnads- og kvalitetskrav, planlagt og verifisert gjennom en strukturert prosess som er ledelsesstyrt fra planlegging til overtakelse» (Holm, 2017c).

Systematisk ferdigstillelse ble inkludert som en egen hovedprosess, sidestilt med blant annet prosjektering, produksjon og anskaffelse, og prosessen har hele tiden hatt en dedikert prosjektleder. Prosessen gjorde en systematisk og grundig utredelse for hvordan bygget fortløpende skulle testes og kontrolleres mens byggingen pågikk og når byggingen var avsluttet. Målet var at bygget skulle være feilfritt og at det skulle fungere som planlagt uten at det behov for å fikse ting i etterkant. Arbeidet startet ved prosjektoppstart og pågikk i iterasjoner gjennom hele prosjektets levetid. Dette krevde bakoverplanlegging, der en startet med hvordan en ønsket at resultatet skulle være. Ved å definere resultatet tidlig, med såkalte akseptansekriterier, var det enklere å konkretisere det som krevdes i planlegging, bygging og prosjektering på et tidlig tidspunkt. Tanken var å bruke mer ressurser på planlegging og prosjektering, og mindre ressurser på avklaring underveis i prosjektet som følge av et unøyaktig grunnlag.

Et annet viktig element ved systematisk ferdigstillelse var at det la til rette for betydelig involvering av både bruker og drift gjennom hele byggeprosjektet. På den måten fikk prosjektet nyttige innspill fra de som skulle overta bygget, samtidig som brukere og drift fikk en grundig opplæring. KHiB-prosjektet delte opp opplæringen i en teoretisk del og en fysisk del, som vist i figur 24 på neste side. Opplæringen foregikk delvis gjennom deltakelse på tester og delvis som egne opplæringssesjoner. Figuren gir en oversikt over hvilke arenaer opplæringen foregikk i, samt hvem som deltok på de ulike arenaene.

Et element som ble benyttet under systematisk ferdigstillelse var tabletester. Tabletester var nyttige aktiviteter hvor de prosjekterende, entreprenører, leverandører, drift og brukere samlet seg rundt samme bord for å diskutere de forskjellige systemenes funksjon. Alle systemer ble listet opp, og de ble deretter gjennomgått enkeltvis eller i naturlig sammenhengende grupperinger. På hver tabletest i KHiB-prosjektet dukket det opp uavklarte spørsmål som hadde vært utfordrende og kostbare å håndtere under bygging eller testing. En tabletest skulle være

avslutningen på et systems prosjektering, ikke en innledning på byggingen. Erfaringene var at tabletestene burde holdes så tidlig som mulig. Derfor måtte entreprenørene kontrahere sine leverandører i tide slik at riktig kompetanse kunne bidra på testene.



Figur 24: Arenaer for opplæring (Holm, 2017c)

Taktplanlegging

Ifølge Holm vil taktplanlegging si at man beveger seg og utfører arbeidsoppgaver i samme i takt eller tempo, noe som er viktig for at man skal holde en jevn flyt. Aktivitetene må utføres i gitte rekkefølger og prosesser, og da må alle følge samme takt for å unngå kaos.

Taktplanleggingen på KHiB-prosjektet foregikk ved at hele bygningen ble delt inn i ulike konstruksjonsområder som vist i figur C.1 i vedlegg C. Deretter definerte man en konstruksjonsstrategi. Dette ble gjort ved at to tog med arbeidsvogner som tilsvarer en ukes arbeid «kjørte» gjennom og ferdigstilte alle aktiviteter fra et område til det neste. Først ble det bestemt at to tog skulle kjøre på likt i hver sin etasje (figur C.2), før man deretter bestemte arbeidsretningen til togene i de forskjellige etasjene (figur C.3 og C.4).

Det kan være stor forskjell på hvor lang tid en aktivitet tar, det essensielle er imidlertid at den arbeidsmengden som er beregnet er riktig. Holm forklarte at man får et problem hvis man for eksempel etter fire dager oppdager at man har feilberegnet og trenger mer tid. Da går nemlig toget, arbeidsprosessen ruller og det vil fort oppstå veldig mye sløsing fordi mange andre aktiviteter vil oppleve å bli påvirket i form av venting. Derfor må arbeidsberegningen gjøres veldig grundig og tidlig, slik at man etterpå kan jobbe i samme takt. For eksempel er det viktig at en aktivitet ikke plutselig stikker ifra fordi man plutselig har fått dreisen på arbeidsoppgavene. Da vil det også oppstå sløsing fordi andre eventuelt må jobbe helt ukoordinert for å ta dem igjen, den ene aktiviteten må stoppe opp fullstendig, ting må kanskje gjøres om igjen eller rives eller materialer som er tatt inn i store mengder må kanskje flyttes. Holm fortalte at sløsing oppstår når man på byggeplassen ikke jobber med den samme verditilførselen på

samme tid. Så i det ligger at man får alle aktiviteter på byggeplassen til å jobbe med en lik hastighet og rytme som Statsbygg har kalt takt. Med en ukes arbeidsinnsats som grunnlag.

Holm fortalte videre at taktplanleggingen kanskje var det viktigste elementet i prosjektet, og flyten med jevn og stabil utførelse av oppgaver og aktiviteter var hele tiden forankret i denne taktplanen.

Takttavler med informasjon om taktplanen ble hengt opp på hvert eneste kontrollområde på byggeplassen. Der samlet byggeleder og entreprenører seg daglig og tok en kort status på HMS, framdrift og kvalitet, og diskuterte om det var noen problemer. På denne måten kunne man mye enklere ligge i forkant av problemene som etter hvert oppstod.

4.3.3 Andre Lean-prinsipper på prosjektet

KHiB-prosjektet har tatt i bruk mange forskjellige Lean-prinsipper, blant annet flere metoder og teknikker basert på Lean-filosofien. De viktigste er bruken av BIM-kiosker og tabletestene. I tillegg til dette har prosjektet lagt vekt på å ha et transparent system og en tidlig involvering av alle aktørene i leveringskjeden.

BIM-kiosker

Det har blitt benyttet flere BIM-kiosker på prosjektet. BIM-kioskene var portable datamaskiner som ble plassert ut på forskjellige steder på byggeplassen, minst en i hver etasje. Her kunne man når som helst enkelt få et overblikk over hele konstruksjonen eller deler av den i 3D-format. Erfaringene som ble gjort var at dette fungerte langt bedre enn tegninger i 2D som var vanlig å benytte på tidligere prosjekter. Holm mente at dette spesielt hadde vært nyttig for entreprenørene, fordi de enkelt kunne gå inn og sjekke hvordan bygningsdeler skulle konstrueres mens arbeidet var i gang. Bruk av BIM-kioskene er illustrert i figur D.4 og D.5 i vedlegg D.

Tabletester

Bruken av tabletestene har allerede blitt forklart kort. Dette var teoretiske gjennomganger av de mange tekniske systemene i bygningen, med utgangspunkt i funksjonsbeskrivelse og testprosedyre, og gjennomføres ved endt prosjektering. Testene foregikk på møter rundt bordet, hvor rådgivende ingeniør, entreprenør og leverandør knyttet til respektive systemer deltok. I tillegg ble det sett på som en fordel at byggeleder, drift og bruker var med (Holm, 2017c). Disse testene skulle gjennomføres før utstyr og komponenter ble bestilt, og underveis i testingen skulle alle systemer listes, og deretter gjennomgås enkeltvis eller i naturlig sammenhengende grupperinger.

Tabletestene synliggjorde tidlig i prosessen hva prosjektet skulle bli målt på til slutt, og tvang fram et omforent grunnlag før bestillingen av utstyr og etter hvert bygging. Prosjektet utarbeidet en detaljert plan for ferdigstilling av prosjekteringsgrunnlaget (bakoverplanlegging) og samhandlingen mellom prosjekterende og utførende for å sikre et omforent grunnlag til rett tid. Tabletestene tillot en høy grad av involvering av alle partene i prosjektet og erfaringene Statsbygg gjorde seg var at de var svært nyttige for å synliggjøre problemer så tidlig som mulig.

Transparens

KHiB-prosjektet hadde en klar målsetning om å ha et transparent system under hele prosjektets levetid. Det innebar at blant annet prosesser, aktiviteter, frister og resultater ble gjort synlige, visuelle og lett tilgjengelige. På denne måten kunne de bli sett og forstått likt av alle involverte. Tavlene som ble brukt under bakoverplanleggingen, samt BIM-kioskene som ble plassert lett tilgjengelig i hver etasje på bygget, er gode eksempler på hvordan Statsbygg la til rette for et transparent system.

Involvering og kommunikasjon i leveringskjeden

Som en del av planleggingen ble det lagt stor vekt på å involvere og kontrahere underentreprenører og leverandører så tidlig som mulig. Dette ble sett på som hensiktsmessig fordi involvering allerede i planleggingen virker engasjerende og blir forpliktende. I tillegg til dette kan tidlig informasjon fra leverandører bidra til at prosjekteringen kan avsluttes tidligere.

Det første KHiB-prosjektet gjorde, var å sikre at alle aktørene ble gjort kjent med hva systematisk ferdigstillelse innebar. Dette ble gjort ved en detaljert gjennomgang av prosessen, der alle aktørene fikk tilstrekkelig informasjon. Deretter ble det utarbeidet et dokument, «Krav til systematisk ferdigstillelse», som ble lagt ved anbudsunderlaget. Dokumentet beskrev prosessen systematisk ferdigstillelse og hvilke krav og forventninger som ble stilt til de forskjellige aktørene. På den måten fikk entreprenørene informasjon om prosessen før de inngikk kontrakt og systematisk ferdigstillelse ble også en del av prisgrunnlaget.

Supertirsdager

Annenhver uke ble det holdt supertirsdager, der alle entreprenørene og rådgiverne ble samlet for å se hva som skulle bli gjort i de neste 2, 4 eller 6 ukene. På den måten ville man ligge i forkant av eventuelle problemer som ville komme. Ifølge Holm var dette en uvant måte å jobbe på, men erfaringene han gjorde seg var at det fungert veldig godt fordi alle aktører hele tiden ble holdt oppdatert på hva som skjedde og hva som ville skje i fremover.

5 Diskusjon

I dette kapitlet vil funnene fra litteratur og teori, samt den empiriske dataen diskuteres. Diskusjonen vil ta utgangspunkt i forskningsspørsmålene som ble formulert i kapittel 1, og vil legge grunnlaget for konklusjonen i kapittel 6. Først vil det diskuteres i hvilken grad byggebransjen i Norge har utfordringer når det kommer til effektivitet og produktivitet, og om Lean Construction eventuelt kan være en løsning på disse problemene. Deretter vil det diskuteres i hvilken grad Lean Construction benyttes i norsk byggebransje i dag, og hvilke suksessfaktorer og barrierer som eventuelt kan karakteriseres som kritiske for implementeringsprosessen. Kapitlet søker i så måte å diskutere alle forskningsspørsmålene.

5.1 Har byggebransjen utfordringer knyttet til effektivitet og produktivitet?

Oppgaven startet med en påstand om at det er en utbredt oppfatning at produktiviteten i byggebransjen i lengre tid har stagnert. Dette kom på bakgrunn av mye litteratur som har tatt for seg problemet (Aziz og Hafez, 2013; Bertelsen, 2004; Koskela, 2000). I tillegg til dette har det blitt gjort undersøkelser, blant annet gjengitt i figur 1, der arbeidsproduktiviteten i den norske byggebransjen har blitt målt opp mot andre næringer, og tilsynelatende kommet dårlig ut. Det har i den senere tid derfor blitt rettet mer oppmerksomhet mot måter man kan forbedre produktiviteten i byggebedrifter og i byggeprosjekter.

I den forbindelse har man de siste tiårene utvikle en ny produksjonsfilosofi som har fått navnet Lean Construction. Lean Construction er basert på tankegangene til Lean Production, som har vist gode resultater etter at den ble utviklet i produksjonsindustrien (Ballard, 2000; Bertelsen, 2002; Koskela, 1992, 2000; Womack et al., 1991). Lean Production ble igjen videreutviklet på bakgrunn av Toyota Production System, designet av den japanske ingeniøren Taichii Ohno for å gi Toyota konkurransefordeler i kjølvannet av 2. verdenskrig (Ohno, 1988).

Det første som er interessant å diskutere i denne oppgaven er om byggebransjen faktisk har en utfordring når det kommer til effektivitet og produktivitet. På grunnlag av det som kommer frem i litteraturen er det all grunn til å tro at dette er tilfellet, selv om litteraturen også tar hensyn til at det er vanskelig å måle, og ikke minst sammenligne parametere som produktivitet og effektivitet på tvers av forskjellige næringer. Det ser imidlertid ut til at lite litteratur tar for seg norske forhold. Det var derfor hensiktsmessig å gjøre egen forskning ved å innhente data fra den norske byggebransjen, for så å sammenligne dette med funnene i litteraturen. På dette grunnlaget ble det derfor gjennomført en spørreundersøkelse, to dybdeintervjuer, samt en casestudie.

Hva sier den empiriske dataen?

Ifølge figur 14 og tabell 6 på side 47 virker det å være en generell oppfatning om at dagens byggebransje preges av ineffektivitet og stort forbedringspotensial med tanke på blant annet informasjonsflyt, kvalitet og kostnader. Dette kan tyde på at det faktisk er et stort forbedringspotensial i bransjen.

Dette ble derfor et av hovedtemaene i de to dybdeintervjuene, og samtalene med Gaute Hørlyk og Hans Thomas Holm pekte i samme retning som resultatene i undersøkelsen. Hørlyk var enig i at byggebransjen har et stort problem når det kommer til produktivitet. Han påpekte at det er mange forskjellige årsaker til dette, men et av hovedproblemene er at bransjen legger altfor lite vekt på planlegging. Han fortalte at det generelt er en voldsom støpesjuka, der de fleste byggeprosjekter skal settes i gang så raskt som mulig, og at det i all hovedsak kun planlegges litt sporadisk underveis. Dette fører til at man ofte må ta til takke med mindre optimale løsninger, noe man kunne ha unngått ved å ta seg bedre tid i starten. Hvis dette er tilfelle kan det godt tenkes at det er en stor bidragsyter til den tilsynelatende lave effektiviteten og produktiviteten i bransjen. Spesielt interessant var det at også Hans Thomas Holm trakk frem dette begrepet. Han påpekte viktigheten av grundig, forebyggende planlegging, og forklarte at bransjen generelt har veldig mye å hente på dette området. Støpesjukan gjør at det fort kan oppstå mye sløsing underveis i byggingen, noe som mest sannsynlig gjør at prosjektet fullføres senere, og med høyere kostnad, enn om en grundig planlegging hadde blitt gjennomført. Holm trakk frem erfaringene sine fra KHiB-prosjektet i Bergen, der hovedtanken var å planlegge grundig for å bruke mindre ressurser på avklaring og ombygging underveis i byggeprosjektet. Dette lyktes de til en viss grad med, selv om det også her var forbedringspotensial. Erfaringene til Hørlyk og Holm peker derfor i den retning av at bransjen har et visst forbedringspotensial, noe som tydeliggjøres av den relativt sterke tendensen i figur 14 og tabell 6.

Det viker i det hele tatt som at byggebransjen har en utfordring når det kommer til det å holde seg i tøylene for å unngå å starte byggeprosessen for tidlig. Det kan være at mange aktører tenker at jo tidligere de starter byggingen jo tidligere blir de ferdige. Det kan imidlertid virke helt motsatt, i og med at man da ikke er forberedt på alle problemer som oppstår underveis. Er dette generelt tilfelle for bransjen tyder det på at det kan være hold i påstanden om lav effektivitet og produktivitet.

Holm mente også at for mye silotenking og suboptimalisering i bransjen er bidragsytere til disse utfordringene. Altfor mange aktører involvert i byggeprosjekter tenker kun på hva som er best for dem selv, og evner, eller vil ikke se helheten i prosjektene de er en del av. Erfaringen han har gjort seg er at alt i et byggeprosjekt henger sammen. Dette viser seg igjen og igjen, og det vil dermed være mer kontraproduktivt enn produktivt å arbeide i silo. Dette er enda et punkt som bekrefter funnene, og som tyder på lav effektivitet og produktivitet i bransjen. Holm mente alle de involverte jevnlig må arbeide og kommunisere på tvers av fag- og bedriftsmiljøene. For å nå ut bredt med informasjon er det fordelaktig at oversikter og planer visualiseres på lett tilgjengelige store tavler og plakater. For Holm var det viktig å presisere at et transparent system fremmer tilliten, oversikten, helhetsbildet og støtten mellom de involverte, noe som vil skape en tilhørighet til prosjektet. Hans påstand var at underentreprenører, leverandører og andre aktører nesten alltid vil prøve å maksimere sin egen profitt, noe som vil være kontraproduktivt sett i lys av et flytperspektiv. Han mente videre at byggherren må involvere seg mer og ha et større helhetsperspektiv på byggeprosjektene. Dette lar seg ikke kombineres perfekt trodde han, men han mente at man uansett må prøve å finne den mest optimale løsningen på problemet.

Alt i alt peker resultatene fra både spørreundersøkelsen og dybdeintervjuene i samme retning, og det er at byggebransjen i Norge sliter med lav effektivitet og produktivitet, og dermed kan ha et stort forbedringspotensial. Det er selvsagt viktig å samle inn mer data før man kan konkludere for sikkert. Likevel bekrefter den empiriske dataen i stor grad funnene fra litteraturen, noe som øker reliabiliteten til resultatene.

5.2 Er Lean Construction løsningen?

Mye tyder altså på at byggebransjen har flere utfordringer som hindrer en optimal effektivitet og produktivitet. Det vil derfor være interessant å diskutere i hvilken grad Lean Construction kan være et hjelpemiddel for å motvirke disse utfordringene. Mye av litteraturen regner Lean Construction, per i dag, som en av de bedre måtene å optimalisere byggeprosesser på (Viana et al., 2010; Wandahl, 2014). I tillegg har flere studier vist at bedrifter som har implementert metoder og teknikker fra Lean Construction, har opplevd gode resultater (AlSehaimi et al., 2009; Ballard et al., 2009, 2007; Formoso og Moura, 2009; Friblick et al., 2009). De få studiene som indikerer at Lean Construction ikke har ført til prosessforbedringer hos byggebedrifter, som for eksempel de Wandahl (2014) refererer til, kan veldig ofte forklares ut ifra feil i implementeringen, eller at konseptet blir utnyttet på feil måte som følge av utilstrekkelige kunnskaper om Lean-filosofien.

Selv om man ikke skal stole blindt på disse studiene, peker tendensene ofte i den retningen av at Lean Construction kan bidra til å forbedre effektivitet og produktivitet i byggebransjen gjennom å i større grad vektlegge prosessforbedringer. Dette er årsaken til at forsknings-spørsmål 1 ble utformet og besvart i kapittel 3. Det ble sett på som hensiktsmessig å ha en kjennskap til Lean-filosofien for å diskutere om det faktisk hadde noe for seg.

Fra teorien

Lean Construction er som nevnt tidligere i oppgaven forankret i produksjonsindustrien og Lean Production. I stedet for å basere seg på ny teknologi, baserer den seg på tanken om flytbasert produksjon (Liker, 2004; Ohno, 1988). Lean-filosofiens generelle idé er forholdvis enkel: Ved å designe produksjonssystemene slik at man tilrettelegger for en bedre flyt, i stedet for å legge vekten på de isolerte aktivitetene, vil man lettere kunne minimere sløsing som mer eller mindre alltid oppstår i en produksjonsprosess (tabell 5 på side 21). På den måten vil man også generere mest mulig verdi for kunden (Koskela, 1992). Lean Construction søker derfor å tilrettelegge for bedre flyt i de prosessene som foregår i et byggeprosjekt, for på den måten å være i stand til å fjerne sløsing som oppstår. Ifølge Bertelsen (2004) vil behovet for forbedringer i byggebransjen være å tilby bedre kvalitet i resultatene, redusere kostnadene, og tilby en bedre prosess til kunden, noe som samsvarer godt med Lean-filosofien.

Kan Lean Construction motvirke sløsing?

Lean Construction har med andre ord to hovedoppgaver: Det skal minimere sløsing som oppstår i byggeprosessene, samtidig som det tilrettelegger for bedre flyt mellom aktivitetene på byggeplassen.

Ifølge Gaute Hørlyk finner man alle kildene til sløsing overalt på en byggeplass. Det tyder med andre ord på at kildene til sløsing som man finner i produksjonsindustrien også finnes på byggeprosjekter. Hørlyk mente at feilretting og ineffektive prosesser er de som går oftest igjen. Feilretting og ineffektive prosesser kan ofte være en konsekvens av for dårlig planlegging fordi man starter å bygge før man har nok informasjon, noe som ofte vil føre til omarbeid eller dårlig flyt. Dette stemmer godt overens med det som kom fram i forrige underkapittel. Hørlyk trakk frem et eksempel der en gruppe NTNU-studenter skulle måle sløsing på et rehabiliteringsprosjekt på en blokk i Oslo. Det ble montert GPS-klokker på håndverkerne slik at man i ettertid kunne se bevegelsesmønstrene på byggeplassen. Hørlyk beskrev at resultatet ble et spagetti-diagram av en helt vanvittig karakter, der den ene håndverkeren hadde gått bort over syv kilometer og kastet bort 1/3 av arbeidsdagen sin. Dette er et svært godt eksempel på en ineffektiv prosess som bidro til masse sløsing.

Med en vektlegging av Lean Construction kan det tenkes at planlegging og organisering på byggeplassen hadde vært bedre og mer gjennomtenkt. Dermed kunne denne sløsing ha blitt minimert. Det er imidlertid ikke sikkert alt blir perfekt ved bruk av Lean Construction. På KHiB-prosjektet i Bergen kunne Hans Thomas Holm fortelle at det forekom sløsing i større og mindre grad, på tross av den omfattende implementeringen av forskjellige Lean-prinsipper. En av de mest vanlige kildene til sløsing var venting på grunn av utilstrekkelig flyt mellom enkelte aktiviteter. Andre eksempler han trakk frem var entreprenører som kom med trailere med større lass materialer. Dette bidro direkte til sløsing i form av overlaging, og videre førte det indirekte til sløsing i form av unødvendig tidsbruk til transportering av materialene fram og tilbake. I tillegg bidro denne unødvendige transporteringen til skader på materialene. Prosjektet hadde også, på tross av en meget grundig planlegging, måtte tåle enkelte ombygginger (dog i mindre grad enn tidligere).

Dette kan tyde på at Lean ikke er noen mirakelkur for et byggeprosjekt. På tross av at det legger vekt på å løse disse problemene, er prosessene på en byggeplass såpass sammensatte og komplekse at det vil være store utfordringer å fjerne dem helt. Likevel var både Hørlyk og Holm svært positive til at Lean kunne gi store forbedringer bare bedriftene tok seg tid til å bli vant med de nye måtene å jobbe på. Og det at de forskjellige kildene til sløsing så tydelig forekommer også i byggebransjen virker å være et tegn på at Lean også kan være nyttig her.

Resultatene fra spørreundersøkelsen bidrar også til å styrke denne antagelsen. I tabell 7 på side 50 fremkommer det tydelig at respondentene var enige i de forskjellige påstandene som var vinklet positivt i forhold til Lean Construction. Og i tabell 10 på side 55 fremkommer også oppfattelsen av Lean som noe positivt. Tendensene fra litteraturen og den empiriske dataen peker dermed alle i den retning av at Lean Construction kan bidra til å øke effektivitet og produktivitet i byggeprosjekter. Det er imidlertid mulig at resultatene fra undersøkelsen har blitt påvirket av at alle spørsmålene hadde en positiv vinkling og at noen i stedet burde vært vinklet negativt for å sjekke om tendensene var de samme. Det er imidlertid viktig at kunnskapen om filosofiene blir bedre slik at det benyttes på en riktig måte.

Hans Thomas Holm trodde ikke at Lean Construction nødvendigvis er den mest optimale løsningen på produktivitet utfordringene i byggebransjen. Likevel mente han at det er en veldig

god løsning fordi det i langt større grad enn dagens praksis legger vekt på flyt og tilføring av mest mulig kontinuerlig verdi til byggeprosjekter. Vektleggingen av flyt er viktig for å forbedre de ineffektive prosessene i bransjen mente han, mens tilføringen av kontinuerlig verdi er viktig for å minimere sløsing som man vet finnes i ethvert byggeprosjekt.

For å oppsummere virker det som at datamaterialet også her er relativt samstemte. Det meste peker i retning av at Lean Construction kan bidra til forbedringer i produksjonsprosessene på en byggeplass. Sløsing kan minimeres og flyten forbedres, og på den måten verdien for kunde og bruker maksimeres.

5.3 I hvilken grad blir Lean Construction benyttet i norske byggebedrifter?

Lean Construction virker altså å kunne ha gunstige effekter for byggebransjen. Litteratur og teori tyder likevel på at det enda ikke er svært utbredt. Dette var noe som ble bekreftet i samtalen med Hørlyk og Holm. De mente at Lean Construction blir benyttet i svært varierende grad i norske byggebedrifter. På grunnlag av dette ble forskningsspørsmål 2 utarbeidet:

I hvilken grad blir Lean Construction implementert i norske byggebedrifter?

Ifølge figur 15 på side 48 virker det å være en relativt god kjennskap til Lean Construction i bransjen. Risikoen er imidlertid stor for at svarene er farges av respondentenes subjektive meninger, og disse resultatene regnes derfor ikke som veldig pålitelige. Likevel kan de gi en liten pekepinn på at Lean er noe de fleste i bransjen iallfall har hørt om og kjenner noe til. Dette blir også støttet av figur 16 og 17 på henholdsvis side 48 og 49. Her fremkommer det at en god del av bedriftene ikke bare har implementert Lean, men også inkludert større deler av bedriften i implementeringsprosessen. I tillegg kan det styrke resultatene at mange respondenter har lang erfaring i bransjen. Dette kan gi svarene mer pålitelighet. Ting tyder uansett på at kunnskapen og bruken av Lean kan være relativt utbredt blant norske byggebedrifter, og at resultatene dermed er mer pålitelige enn først antatt. Likevel bør det tas hensyn til at det kan være stor unøyaktighet i akkurat disse resultatene.

Noe som imidlertid var litt overraskende var at relativt få av respondentene hadde hørt om LC-NO, IGLC og LCI (figur 18 på side 51). Det virker naturlig å tenke at flere respondenter vill ha kjennskap til disse når såpass mange oppgir at de har kjennskap til Lean Construction. Spesielt få hadde kjennskap til IGLC og LCI, noe som kanskje kan tyde på at flere respondenter er i overkant optimistiske når de mener de kjenner til Lean.

Resultatene fra figur 18 stemte bedre med meningene til Hørlyk og Holm, de var nemlig begge litt uenige resultatene fra figur 15-17. Deres oppfatning var at den norske byggebransjen generelt har mye å gå på når det kommer til implementering av Lean-filosofien. Hørlyk fortalte at det er stor variasjon i bruken av Lean Construction i norske byggebedrifter. Hans erfaring var at det for det første er stor forskjell mellom forskjellige bedrifter, noe som kanskje er naturlig med tanke på at forskjellige bedrifter sitter på mye forskjellig kunnskap på området og at det derfor alltid vil være forskjell mellom bedriftene. For eksempel kan det være flere småbedrifter som sitter på lite erfaring, noe som vil gjøre det vanskelig for dem å implementere Lean. Noe som virket mer unaturlig var det faktum at Hørlyk mente det også er store forskjeller

i bruken av Lean innenfor de større entreprenørene som man vet legger mer vekt på det. Det er store variasjoner fra byggeplass til byggeplass, der noen avdelinger har stor tro på Lean og ser nytten av det, mens andre avdelinger igjen ser helt eller delvis bort ifra det. Noe av årsaken til dette mente Hørlyk kan være fordi det er en kultur for at prosjektlederen på et prosjekt bestemmer veldig mye, og hvis denne ikke synes Lean er en god ide så benyttes det veldig ofte ikke. Det at han mener bransjen generelt er relativt konservativ, der mange har godt innarbeidet arbeidsmåter bidrar heller ikke til en enklere implementeringsprosess.

Hørlyk burde sitte på mye pålitelig kunnskap om dette i og med at han har jobbet som Lean-konsulent for en rekke forskjellige bedrifter. En årsak til at resultatene kan være upålitelige er at Hørlyk mente mange aktører påstår at de jobber på måter innen Lean, men at de har en altfor løs struktur og at det da ikke gir samme effekt. Resultatene fra undersøkelsen kan være farget av dette, og tendensene kan dermed virke mer positive enn det som er realiteten. Generelt hadde Hørlyk observert at mange av de bedriftene som lykkes med å implementere Lean, ofte er de som vokser. Da har de nemlig ett motiv til å forenkle måten å jobbe på, og de må forbedre seg for å unngå å bli overarbeidet. Av resultatene så det også ut til at de mindre bedriftene hadde en mer positiv innstilling til Lean, noe som kan være med å bekrefte dette.

Holm hadde mye av den samme oppfatningen som Hørlyk, og mente at de selv i Statsbygg har en lang vei å gå. Implementering og bruk av Lean på de forskjellige prosjektene avhenger i veldig stor grad fortsatt av han og noen få andre ildsjeler. Dette er noe som også kan ha farget resultatene fra undersøkelsen. Ansatte som brenner for Lean kan kanskje ha en større tilbøyelighet for å svare positiv enn andre ansatte, og det er vanskelig å få oversikt over dette. Holm brukte metaforen kritisk masse, der den kritiske massen er det punktet hvor en ny prosess er så innarbeidet at den begynner å gå av seg selv. Holm mente at byggebransjen som helhet er langt unna den kritiske massen i forbindelse med Lean i dag. Han fortalte i likhet med Hørlyk at det ofte er enkeltentreprenører, og gjerne de litt mindre som har begynt å jobbe med Lean fordi det kan gi konkurransefortrinn fordi de jobber mer riktig og reduserer sløsing.

Et annet poeng er at Holm også har en oppfatning av at mange private byggherrer først og fremst tenker på økonomi og at Lean dermed fremheves i enda mindre grad enn hos for eksempel Statsbygg. Han mente i likhet med Hørlyk at mange av de største entreprenørene ikke alltid er like flinke til å ha den strukturen som kreves for å dra nytte av Lean-filosofien. Disse erfaringene peker i samme retning som Hørlyk og tyder på at selv om mange bedrifter mener de benytter seg av Lean, er ikke gjennomføringen alltid god nok til at de opplever merkbare resultater.

En annen grunn til at Lean ikke benyttes i større grad kan være at selve navnet er lite attraktivt. Holm mente begrepet og ordet Lean er for vidt til at det slår an. Han mente det ville være bedre å legge vekt på effektene og fordelene Lean gir. At det setter prosessplanlegging i sentrum, minimerer sløsing og forbedrer byggeprosessene. Dette trodde han vil gjøre at flere vil teste det ut. Dette kan være en god ide, og sjansen for at bedrifter tar filosofiene til seg kan godt øke hvis man faktisk forteller dem hvilke faktiske forbedringer Lean tilbyr.

Det kan også tenkes at det hjelper å kalle det for noe annet enn Lean. For eksempel bruker HENT ordet trimmet gjennomføring, mens Veidekke bruker involverende planlegging på sine

prosjekter. Disse benevningene forteller kanskje litt mer om hva som faktisk inngår i filosofiene, og dermed kan det være enklere å ta dem til seg. Holm ville imidlertid presisere at det fort kan bli mange forskjellige benevninger som egentlig betyr det samme. Det kan gjøre at folk fort snakker forbi hverandre og misforståelser kan oppstå. Med Lean så har de fleste en anelse om hva man snakker om, og derfor så Holm på det som hensiktsmessig å bruke den benevningen.

For å oppsummere kort virker det, på bakgrunn av spørreundersøkelsen, til at mange i norsk byggebransje har hørt om og benytter seg av Lean Construction. Likevel viker det til å være tendenser til motsigelser, noe som kanskje tyder på at kunnskapene egentlig ikke er så gode. Etter informasjonen som frem i intervjuene virker det til at mange av aktørene i bransjen ikke helt har forstått konseptet, og at de derfor ikke har tilstrekkelige kunnskaper for å implementere Lean fullt ut. Dette kan være med å underbygge antagelsene om at mange tror de har mer kunnskaper enn de faktisk har. Tendensene fra dybdeintervjuene peker iallfall i den retningen, og svarene fra spørreundersøkelsen viker for unyansert til at de regnes på som veldig pålitelige.

For å øke kunnskapene om Lean i den norske byggebransjen nevnte Holm at temadager kan være effektivt. Fer kan eksperter på fagfeltet lære bort grunntankene i Lean-filosofien, samt metoder og teknikker man kan bruke. Et annet nyttig tiltak kan være å ta med bedrifter eller studenter på befaringer på forskjellige byggeplasser som driver med Lean for å oppleve hvordan det er å jobbe med det i praksis. Et tiltak som også kan være nyttig er at man i større grad legger vekt på hvordan selve implementeringen skal foregå, noe som bringer denne diskusjonen over på selve implementeringsprosessen.

5.4 Kritiske suksessfaktorer og barrierer ved implementering

Hittil har det blitt diskutert om byggebransjen har utfordringer når det kommer til effektivitet og produktivitet, om Lean Construction kan være en løsning på disse utfordringene, og i hvilken grad Lean blir implementert i norsk byggebransje i dag. Både litteratur og empiriske data peker i retning av at disse utfordringene er reelle, og at Lean kan være med å gjøre byggeprosjekter mer effektive og produktive. Det virker likevel til at implementeringen av Lean Construction forekommer i relativt begrenset omfang i norsk byggebransje, og deler av diskusjonen har allerede tatt for seg de mulige årsakene til dette. Fra litteraturstudiet har det blitt antydnet at deler av årsaken kan være at det er mange utfordringer knyttet til selve implementeringsprosessen. Det har blitt funnet flere suksessfaktorer og barrierer som alle kan spille inn og avgjøre om bedrifter vil implementere Lean Construction på en god måte. For en bedrift som er interessert i å implementere Lean vil det derfor være svært viktig å være klar over alle disse faktorene, slik at tiltak kan gjøres for å legge til rette for at suksessfaktorene oppfylles og at mulige barrierer motvirkes. Det siste forskningsspørsmålet som skal diskuteres i denne masteroppgaven er derfor:

Hvilke suksessfaktorer og barrierer er kritiske for en vellykket implementering av Lean Construction i norske byggebedrifter?

Mange suksessfaktorer og barrierer har blitt identifisert gjennom litteraturstudiet. Disse ble inkludert i spørreundersøkelsen, og ved hjelp av disse resultatene har noen av faktorene blitt regnet som kritiske (figur 20 på side 54). På dette grunnlaget vil alle disse faktorene, inkludert noen flere som ble identifisert som viktige gjennom arbeidet med intervjuene og casestudien, bli diskutert nærmere her. På denne måten vil det, på bakgrunn av alt datamaterialet, være mulig å komme med en endelig konklusjon på hvilke suksessfaktorer og barrierer som kan regnes som kritiske for en implementering av Lean Construction i norske byggebedrifter.

Enighet i litteraturen

Det er tilsynelatende ganske stor enighet blant sentrale forskere om hva som er de viktigste faktorene for en vellykket implementering. Flere studier, gjort på forskjellige steder i verden, for eksempel i Europa (Wandahl, 2014), Asia (Kim et al., 2005) og Afrika (Ahiakwo et al., 2013), støtter opp om hverandre, og man kan se at mange av suksessfaktorene og barrierene går igjen flere steder. Dette burde være en sterk indikasjon på at faktorene som er funnet og presentert i teorikapitlet har en påvirkning på implementeringsprosessen. Likevel er det viktig å være kritisk til resultatene som fremkommer, i og med at Lean Construction-miljøet fortsatt er under utvikling, og at flere studier må bli gjort før man kan trekke for bastante konklusjoner. Det er blant annet flere bedrifter som rapporterer om mindre gode resultater ved implementering, og selv om Liu og Ballard (2009) og Wandahl (2014) antyder at dette kan komme av mangelfull eller feil implementering, kan det også være en indikasjon på at Lean Construction har sine svakheter.

Dette underkapitlet vil derfor diskutere de kritiske suksessfaktorene og barrierene som forfatteren har utarbeidet. Diskusjonen vil være basert på både litteratur og teori, men også den empiriske dataen som er innhentet gjennom spørreundersøkelsen, dybdeintervjuene og casestudien. Spesielt intervjuene og casestudien vil bli vektlagt da disse er svært relevante for problemstillingen, og at de i mye større grad enn undersøkelsen går i dybden rundt problemstillingen.

De forskjellige suksessfaktorene og barrierene som er blitt regnet som kritiske og som skal diskuteres er ordnet i ni forskjellige kategorier:

- Ledelse
- Planlegging
- Involvering
- Transparens
- Kommunikasjon i leveringskjeden
- Kontinuerlig forbedring
- Endringsmotstand
- Ryddig og organisert byggeplass
- Delvis implementering

Disse er blitt sett på som de mest sentrale faktorene på bakgrunn av litteratur og empirisk data. Det kunne vært interessant å diskutere flere, men som forklart i kapittel 1.4 har disse av tidsmessig hensyn vært nødvendig å avgrense oppgaven slik at bare disse blir inkludert.

Ledelse

Den første suksessfaktoren som vil bli diskutert er ledelse. De fleste implementeringsprosesser i en bedrift er avhengig av en ledelse som inkluderer seg og som viser motivasjon og støtte for de nye endringene, og det er kritisk at ledelsen viser denne støtten i dialog med de ansatte (Brady et al., 2011; Patricia Lotich, 2014). Bygballe og Swärd (2014) fant ut at engasjementet til ledelsen smittet over på de ansatte. Dette kommer av at ansatte utvikler en komfortabel holdning når de ser støtte fra ledelsen. På mange måter kan man si at den innstillingen ledelsen har smitter over på de ansatte. Av figur 20 på side 54 kan man se at denne faktoren har den tredje høyeste gjennomsnittscoren, men med et noe høyt standardavvik. Dette tyder på at det er en av de viktigste suksessfaktorene for en implementeringsprosess.

At ledelsen er dedikert i implementeringen også viktig for at man ikke skal gi opp nye tiltak for fort. Gaute Hørlyk mente at det er svært viktig at ledelsen virkelig forstår hva Lean Construction er, at de forstår konseptet, går foran og at de har energi til å følge opp tiltakene som blir satt i gang. På denne måten hindrer man at det ikke går en viss tid før man så kaster seg på en annen hurrabølge som kanskje handler om noe helt annet. Det er med andre ord helt essensielt at ledelsen er dedikert overfor nye endringsprosesser for at man ikke gir opp etter kort tid. Her er altså Hørlyk helt enig med både litteratur og resultater fra undersøkelsen. Som tidligere nevnt mente han bruken av Lean er manglende flere steder fordi det er en kultur for at prosjektlederen bestemmer det meste, og at nye tiltak som Lean Construction ofte blir valgt bort hvis prosjektlederen ikke klarer å se nytten av disse tiltakene. Dette samsvarer med oppfatningen som Cano et al. (2015a) gjorde i sin casestudie av kolombianske entreprenørbedrifter og tyder på at prosjektledere kan ha for mye påvirkningskraft når det kommer til valg av arbeidsmåter. En konservativ prosjektleder som ikke evner å ta til seg nye tanker og ideer kan derfor være problematisk for en implementering. Det samme synet bekreftes delvis av Holm. På KHiB-prosjektet var det han selv som var øverste leder. Det at han hadde et sterkt ønske om at prosjektet skulle benytte Lean gjorde implementeringen mye lettere. Alle disse dataene peker i retningen av at ledelsen spiller en svært stor rolle for implementeringsprosessen, og viser at dette kanskje er en av de aller viktigste faktorene.

Bhatt (2001) forteller at ledelse også legger til rette for menneskelig interaksjon, flyt av informasjon, og erfaringsoverføring. Ledelsen kan sørge for at dynamiske og komplekse systemer blir mer oversiktlige, og har på den måten effekt på andre faktorer som transparens. Det virker i det hele tatt som om engasjementet i ledelsen påvirker de andre faktorene i svært stor grad. Ledelsen legger til rette for alle nye tiltak i en bedrift og det tyder derfor at en engasjert ledelse kan regnes som en kritisk faktor for implementeringsprosessen.

Implementeringen behøver imidlertid ikke starte med ledelsen som en *top-down*-gjennomføring som vist i figur 11 på side 40. Arbulu og Zabelle (2006) så fordelene av å starte med en *bottom-up*-tilnærming (figur 12 side 41) i noen få prosjekter av gangen, noe også Holm så på som positivt. Dette for å minske presset på organisasjonen som helhet. Hva som er best er vanskelig å konkludere med, og det kan være at enkelte bedrifter vil dra fordel av en *top-bottom*-tilnærming, mens andre bedrifter vil dra nytte av en *bottom-up*-tilnærming. Størrelse og kulturen i de forskjellige bedriftene kan gi mange forskjellige løsninger, og det vil være opp til ledelsen i den enkelte bedrift å se hva som passer best.

Planlegging

En sterk ledelse er også viktig for å legge til rette for god planlegging før og underveis i et byggeprosjekt. Av figur 20 på side 54 fikk planlegging en noe overraskende lav score. Årsakene til dette er uvisst, men det kan hende spørsmålsformuleringen var for dårlig.

I litteraturen ble planlegging sett på som viktig ved de fleste implementeringsprosesser, og ble regnet som en forutsetning for at nye metoder og teknikker skal kunne fungere på best mulig måte ved førstegangs- og videre bruk (Hansson, 2003; Silvestro og Westley, 2002). Holm mente at ved å på forhånd ha klart for seg den løypa med aktiviteter som må til for å nå det endelige resultatet vil det være mye lettere å gjøre forbedringer. I tillegg til dette minsker man sjansen for å gjøre noe feil.

Planlegging er først og fremst viktig for at man på et tidlig stadium i en prosess skal kunne være i stand til å avklare mulige hindringer og problemer, og på den måten legge til rette for å løse dem på best mulig måte. Planlegging kan foregå på flere forskjellige måter. I litteraturen ble planlegging sett på som en vesentlig del av implementeringsprosessen. Viana et al. (2010) skriver at det i forbindelse med Last Planner-systemet er viktig å ha regelmessige planleggingsmøter mellom ledelse og andre ansatte. Dette er for at alle skal vite hva som skjer, og for at de skal få en følelse av samhold og eierskap. Et element som nevnes er å bruke ukentlige arbeidsplaner, noe som også Ballard og Howell (1997, 1994) mener er viktig.

Viktigheten av tilstrekkelig planlegging ble bekreftet i dybdeintervjuene. Hørlyk mente en ordentlig planlegging der man får oversikt over aktiviteter som skal utføres og varighetene til disse gir en veldig stor effekt, og derfor vil det være viktig å motvirke støpesjuken. Hørlyk fortalte videre at det å starte så tidlig som mulig med selve byggefasen for så å planlegge sporadisk underveis ville være en feil tilnærming, og er med det enig i synspunktene til Holm. Han fortalte at en grundig planlegging vil gjøre at selve byggingen vil starte opp senere, men at man i de aller fleste tilfeller vil bli ferdig tidligere fordi man i mye større grad er forberedt på alle store og små problemer oppstår underveis mens prosjektet er i gang. Dette er et paradoks som mange byggefirmaer ikke helt forstår fortalte han videre.

Viktigheten av planlegging kom også godt til syne gjennom casestudien. Både Taktplanleggingen og den såkalte KHiB-plogen er veldig gode eksempler på at en grundig planlegging tidlig i prosjektet vil være både tids- og kostnadsbesparende. Årsaken til dette er at slik planlegging legger til rette for en god flyt i byggeprosessene. Dette gjør igjen at sløsing i form av venting og omarbeiding minimeres. I tillegg til det Holm selv forklarte med å gå fra å være reaktiv til proaktiv. En god planlegging gjør at man i mye større grad vil kunne være forberedt på problemer som vil oppstå underveis. Erfaringene fra prosjektet var at planleggingen i forkant og underveis kanskje var den viktigste årsaken til at Lean ble implementert på en god måte.

Det at begge intervjuobjektene var såpass positive til en forbedret planlegging tyder veldig sterkt på at dette er en av de viktigste faktorene, på samme måte som en engasjert ledelse. Spesielt Holm sine erfaringer fra KHiB-prosjektet peker i den retningen. En god planlegging ser dermed ut til å være en kritisk faktor for implementeringsprosessen.

Transparens

Transparens er en annen suksessfaktor som har vist seg å være viktig. I Et transparent system innebærer at prosesser, aktiviteter, frister og resultater er synlige, visuelle og lett tilgjengelige for alle ansatte i en bedrift, og alle som jobber på et byggeprosjekt. Dette kan gjøres ved bruk av for eksempel tavler der man noterer informasjon, eller henger opp lapper under planleggingsmøter. Det at de kan ses og forstås likt av alle involverte er veldig viktig.

Ifølge litteraturen er et transparent system en viktig suksessfaktor, og transparens ble sett på som en stor fordel i implementeringsprosessen (Brady et al., 2011; Moser og Santos, 2003; Salem et al., 2006). Transparens og visuell ledelse kan man i Lean-sammenheng spore helt tilbake til Toyota, og er et av fundamentene for Toyota Production System (figur 5 på side 23) (Liker, 2004; Moore, 2011). Hovedsakelig bidrar et transparent system til at informasjon spres slik at folk vet hva som skal gjøres, samt at de, på samme måte som ved en høy gard av involvering, får en større tilhørighet til prosjektet. En transparent bedrift vil strebe etter å visualisere og gjøre ting synlig for alle ansatte i bedriften, for eksempel prosesser og beslutningstaking.

Dette støttes i stor grad av Holm. Hans erfaring er at komplekse byggeprosjekter vil dra stor fordel av at informasjon gjøres tilgjengelig for så mange som mulig fordi det da er mye lettere å ta hensyn til hva man skal gjøre. Hvis du ikke aner hva andre gjør kan det være at du selv gjør ting feil, for tidlig, for sent, ikke i tide eller at du ødelegger andres arbeid, som for eksempel at man trækker på noe som ikke var tørt. Holm var svært tydelig på at dette er noe som kan påvirke implementeringen i stor grad, noe han baserte på mange tidligere erfaringer. Dette kan tyde på at transparens er en kritisk faktor.

Av den grunn var et transparent system noe som ble vektlagt i størst grad på KHiB-prosjektet. Noen av de positive eksemplene på transparens i prosjektet var taktplanen og supertirsdagene. Taktplanen var for Holm en utradisjonell måte å arbeide på, men det viste seg å være en veldig effektiv måte å visualisere arbeidsoperasjonene på. Taktplanen ble hengt opp overalt og gjorde at informasjon nådde ut til alle som jobbe på prosjektet. Supertirsdagene var også uvant, men fungert godt fordi de kunne ligge i forkant av problemene som oppstod underveis. På denne måten kan et transparent system også være en god måte å sørge for at planleggingen følges opp underveis, noe som tyder på at dette er en viktig faktor for implementeringen. Det er også verdt å trekke frem BIM-kioskene. Disse fungerte spesielt godt for de tekniske entreprenørene og deres håndverkere fordi de nå kunne se 3D-modeller av noe som vanligvis bare er 2D-tegninger. Alt i alt var Holm svært positiv til å sørge for at prosessene på et byggeprosjekt er transparente. For han var dette en av de viktigste faktorene for at KHiB-prosjektet hadde fått implementert Lean såpass vellykket. En annen positiv effekt som Holm erfarte fra dette prosjektet var at man lettere så om noen prøver å gjemme seg bort fordi man hele tiden arbeidet på en veldig åpen måte.

Den samme oppfatningen hadde imidlertid ikke Hørlyk. For han er ikke transparens så viktig for en implementering. Det viktigste, ifølge han, er at beslutningene blir tatt på et så lavt nivå som mulig, gjerne på et direkte tavlemøte eller lokalt av leder. På denne måten kan de som har mest kunnskap ta relevante beslutninger. Det at Hørlyk ikke så de positive effektene stod i stor

kontrast til Holm sine meninger og kan tyde på at Hørlyk rett og slett ikke har hatt noen erfaringer fra prosjekter som har lagt stor vekt på et transparent system, og derfor ikke helt ser nytten av det. Det må også nevnes at transparens ikke var en av de faktorene som ble regnet som kritiske ut ifra figur 20 på side 54. Derfor er det høyst usikkert om det faktisk kan regnes som en kritisk faktor

Likevel vil det kanskje være mest hensiktsmessig ta mest hensyn til Holm sine meninger, i og med at han hadde såpass gode erfaringer med transparente systemer. Uansett kan det tyde på at et transparent system ikke er kritisk for implementeringsprosessen, men at det er svært fordelaktig å legge vekt på denne faktoren.

Involvering av ansatte

I tillegg til et transparent system tyder mye på at et en høy grad av involvering vil bidra til å gjøre implementeringsprosessen lettere. Involvering er derfor en annen suksessfaktor som har vist seg å være viktig. Involvering går både ut på å involvere alle ansatte i bedriften i de prosjektene som pågår og beslutninger som tas, men det går også ut på å involvere alle aktørene i hele leveringskjeden. Som for planlegging er det bevist at en høy grad av involvering øker de ansattes motivasjon og tilhørighet til de prosjektene de deltar i (Cano et al., 2015b; Koskela, 1992; Salem et al., 2006). I tillegg til dette vil de i større grad være i stand til å utføre de arbeidsoppgavene de er satt til å gjøre. Risikoen for feil og defekter blir mindre og flyten blir større.

Involvering av egne ansatte kan gjøres ved å inkludere dem i planleggingsmøter gjennom hele prosjektets levetid. Holm hadde gode erfaringer med dette fra KHiB-prosjektet. Erfaringene her var at man gjerne fikk flere gode innspill fordi problemet ble sett fra flere vinkler. I tillegg til dette ble de ansatte gjerne mer motiverte fordi de så en større helhet i prosjektet og de følte de hadde en viktigere rolle og bidro i større grad. Dette var dermed en viktig faktor for at folk på prosjektet hadde tatt til seg Lean såpass fort. Dette støttes også av resultatene som er gjengitt i tabell 7 på side 50. Her er peker tendensene tydelige i retning av at Lean Construction både bidrar til å øke de ansattes innsikt og kunnskaper om prosjektene, samt at det bidrar til å øke de ansattes følelse av eierskap til prosjektene. Dette tyder på at en høy grad av involvering er viktig for de ansattes motivasjon, på samme måte som ledelsens engasjement er det.

Gaute Hørlyk trakk fram at involveringen også kunne ha en positiv effekt på endringsmotstanden i bedriften. Han mente at en høy grad av involvering i planleggingen vil medføre at de ansatte foreslår en god del av forbedringene selv. Dette vil føre til at ledelsen opplever en mye mindre motstand mot de nye tiltakene, enn om ledelsen bare planlegger for seg selv. Hørlyk mente dermed at man på sett og vis får den endringsmotstanden man fortjener, og at graden av involvering har mye å si for endringsmotstanden. Dette tyder dermed på at involvering av både ansatte, men også hele leveringskjeden er en veldig viktig suksessfaktor.

Det meste tyder dermed på at involvering er viktig, men at det kanskje ikke bør regnes som en direkte kritisk faktor for implementeringen. Involvering av ansatte i bedriften er uansett noe en bedrift bør vektlegge i så stor grad som mulig hvis man skal legge datamaterialet i denne oppgaven til grunn.

Involvering og kommunikasjon i leveringskjeden

I tillegg til å involvere ansatte er det viktig å også involvere de andre aktørene i leveringskjeden. Bygballe og Swärd (2014) fant ut at samarbeidet i leveringskjeden på et prosjekt ble bedre av at underentreprenører og leverandører ble inkludert i implementeringsprosessen. De gode relasjonene mellom underentreprenør og leverandør bidro til at de gjorde en bedre jobb. Og kan være en sterk indikasjon på at dette også er en viktig suksessfaktor.

Også Han Thomas Holm presiserte viktigheten av involvering på tvers i leveringskjeden. På KHiB-prosjektet hadde Veidekke ansvar for en del av entreprenørarbeidet. Erfaringene til Holm var at dette som regel bare dekket deres egne ansatte, og ved flere anledninger kom det frem at underentreprenører og leverandører ikke ble inkludert i den involverende planleggingen. Dette er et generelt problem ifølge han. Mange bedrifter er ofte mye flinkere å involvere egne ansatte enn de er til å involvere forskjellige underentreprenører. Det fører ofte til at disse må innfinne seg i det som står i kontraktene de blir tildelt, uten at de har fått være med på utformingen. En mangelfull involvering i planleggingsfasen av underentreprenører ser Holm på som svært negativt da dette i de fleste tilfeller vil motvirke god flyt i prosjektene. Dette er dermed med på å styrke antagelsen om at involvering er en kritisk suksessfaktor for implementeringsprosessen.

Holm mente også at en omfattende involvering av brukere vil være hensiktsmessig. På KHiB-prosjektet hadde de lyktes godt med dette gjennom den systematiske ferdigstillingen. Dette bidro til en bred og naturlig involvering gjennom blant annet tabletestene. Disse testene var for øvrig eksempler på hvordan aktører fra hele leveringskjeden ble involvert i forskjellige møter. Der kunne de diskutere, oppdage og løse problemer i samråd. Som all annen planlegging var det viktig at disse testene ble holdt så tidlig som mulig, derfor var det viktig at entreprenørene kontraherte sine leverandører i tide slik at riktig kompetanse kunne bidra i testene.

Som nevnt henger involvering sterkt sammen med kommunikasjon, noe Bygballe og Swärd (2014) trekker frem. Her ser de på kommunikasjonen mellom underentreprenører, leverandører og bruker som svært viktig. Involvering i seg selv er bra, men hjelper lite hvis det ikke er tilstrekkelig kommunikasjonen mellom aktørene. Andre eksempler fra litteraturen er de nye kildene til sløsing som ble utarbeidet for byggebransjen. Disse var *Make Do* (Koskela, 2004) samt *Not Listening* og *Not Speaking*. (Macomber og Howell, 2004) og går alle på dårlig kommunikasjon. Kommunikasjon henger igjen sammen at man ikke får god nok informasjon og heller ikke får følelsen av inkludering og eierskap i prosjektet. Likevel kommer det frem i litteraturen at den kanskje viktigste effekten av god kommunikasjon er at det ivaretar flyten mellom aktørene og aktivitetene på et prosjekt. Ved god kommunikasjon vet alle hva som skal leveres til hvilke tidspunkt, og man slipper dermed å lagre materialer som ikke kan brukes enda, eller vente på materialer som ikke blir levert tidnok. Litteraturen er altså veldig enig i at kommunikasjon er viktig, men det kommer ikke tydelig fram om det regnes som en kritisk faktor.

Kommunikasjon var imidlertid den nest viktigste suksessfaktoren ifølge spørreundersøkelsen (figur 20), noe som tyder på at det likevel kan være en kritisk faktor. Holm bekreftet i stor grad dette, og at det henger sammen med involvering og transparens. Kommunikasjon er viktig fordi

en byggeplass er svært kompleks, og har et stort omfang av leverandører. For å få alt til å flyte godt, og at alle skal kunne forstå hva og til hvilken tid noe skal gjøres er god kommunikasjon helt essensielt. På samme måte er det viktig at prosjekteringsprosessen og byggeprosessen ikke foregår atskilt med lite samarbeid og integrasjon. Her hadde også Holm mange erfaringer fra tidligere prosjekter som tilsier at dette kan være en kritisk faktor.

Hørlyk var i stor grad enig i dette. Han mente byggebransjen har et enormt forbedringspotensial på dette området. Det tar for eksempel lang tid å få beslutninger fra det ene til det andre, noe som kan gi dårlig byggbarhet. Det er helt klart en fordel at disse prosjektering og bygging burde jobbe så tett på hverandre som overhode mulig, noe Holm var helt enig i. Det ser altså ut til at det vil være svært nyttig å bringe Lean-prosessen inn allerede i prosjekteringen. Holm mener man ville bomme dersom man som rådgivende ingeniør eller arkitekt leverer ferdige tegninger til entreprenør uten å ha samarbeidet med dem i forkant. Da er sannsynligheten stor for at man bommer fordi man ikke tenker hva som kan være fornuftig for entreprenøren.

Det er vanskelig å avgjøre hvorvidt dette kan regnes som en kritisk faktor på bakgrunn av datamaterialet i og med at lite av informasjonen peker i retningen av at det er helt nødvendig for at implementeringen skal gå feilfritt. Det kan derfor være rimelig å anta at god involvering og kommunikasjon i leveringskjeden ikke er en kritisk faktor, men at det, på samme måte som involveringa av ansatte og transparens, er en svært fordelaktig suksessfaktor å ta hensyn til.

Kontinuerlige forbedringer

En suksessfaktor der datamaterialet spriker litt er kontinuerlige forbedringer. Det at man må drive med kontinuerlige forbedringer er et av hovedelementene i Lean-filosofien. Man må hele tiden søke å forbedre seg, og en produksjonsprosess krever kontinuerlige forbedringer for å lykkes. Spørsmålet er om kontinuerlige forbedringer kan regnes som en suksessfaktor for implementeringen, eller om det heller bør regnes som en effekt av implementeringen.

Mye av litteraturen ser på kontinuerlige forbedringer som en suksessfaktor. Bygballe og Swärd (2014) påstår blant annet at implementering av Lean Construction best skjer gjennom en læringsprosess der de involverte tar i bruk filosofien over tid, og med dette muliggjør å ta filosofien i bruk internt og eksternt over hele prosjektorganisasjonen. Dette blir bekreftet av Wandahl (2014) som forteller at det er essensielt å ha en forståelse for at implementeringsprosessen aldri skal bli ferdig. Lite av litteraturen motsier dette direkte, og det virker som at forskerne i stor grad er enige her. Ballard et al (2007) forteller at Lean Construction er en reise, ikke en destinasjon. For at en bedrift eller organisasjon skal bli Lean, kan en aldri slutte jakten på idealet som Lean Construction tilbyr.

Det at bedriften legger stor vekt på kontinuerlige forbedringer fikk også svært gode resultater i spørreundersøkelsen. I figur 20 kan man faktisk se at dette var den faktoren som både fikk høyest gjennomsnittsscore og også lavest standardavvik. Standardavviket skilte seg faktisk litt ut i forhold til de andre, noe som betød at respondentene i stor grad var enige her. Dette var likevel noe som ikke ble trukket like mye fram i samtalene med Hørlyk og Holm. Hørlyk var rett og slett ganske skeptisk til å regne kontinuerlige forbedringer som en suksessfaktor. For han er kontinuerlige forbedringer ofte målet ved å sette i gang med Lean. I stedet for å se på

det som en faktor for suksess, så han mer på det som en effekt av å benytte Lean. På mange måter gir dette mening og man kan kanskje se på det på flere måter. En bedrift må vektlegge kontinuerlige forbedringer, den må hele tiden søke å forbedre prosessene sine, dette gjelder da også endringsprosesser som en implementeringsprosess er. Men kontinuerlige forbedringer kan også komme naturlig så lenge man benytter seg av Lean, og på den måten kan det også sees på som en effekt. Holm delte dette synet med Hørlyk, og mente at kontinuerlige forbedringer er noe som tvinger seg frem underveis mens man lærer, og at det mer er en konsekvens av å benytte Lean. Han forklarte likevel at man må ha et mål om å stadig forbedre seg, slik at man ikke gjentar feilene sine. Ofte gjør bedriftene de samme feilene om og om igjen som følge av en ustrukturert og usystematisk håndtering av arbeidsprosesser som ikke fungerer.

Det kan dermed tyde på at kontinuerlige forbedringer ikke er en like viktig faktor som flere av de andre, og at man heller kanskje kan se på det som en naturlig effekt av det å tenke langsiktig. Likevel kan det være lurt å ha det i bakhodet, for det å hele tiden søke forbedringer viker å være svært viktig, og det kommer mest sannsynlig ikke helt av seg selv. Det viktigste er at bedrifter faktisk ser at en endringsprosess ikke blir ferdig over natten, men at det er en endring som mest sannsynlig aldri blir ferdig og som må forbedres hele tiden. Det er også viktig å igjen presisere at ledelsen her spiller en svært viktig rolle. En bedrift vil ha mye lettere for å drive kontinuerlige forbedringer dersom ledelsen drar det i gang og fortsetter å legge vekt på det.

Motstand mot endring

En av de mest sentrale barrierene som ble funnet gjennom litteraturstudien var bedriftens motstand til endring. En gjennomgående påstand som har gått igjen både i litteraturen, og som også har kommet frem gjennom den empiriske dataen, er at byggebransjen er relativ konservativ og som har vanskelig for å ta til seg nye ideer. Den tilsynelatende endringsmotstanden som finnes i bransjen blir av mange sett på som en stor barriere for implementering av nye produksjonsprosesser som Lean, noe Howell (1999) diskuterer. Årsaken kan være tanken bransjen selv har om at byggeprosjekter er unike og spesielle (Howell, 1999; Koskela et al., 2002; Salem et al., 2006). Det at de er prosjektbaserte, komplekse, og ikke minst det faktum at produktet blir produsert der det skal bruke, blir ofte trukket frem som årsak til at byggebransjen har sett bort ifra filosofier fra blant annet produksjonsfilosofien.

Dette ble imidlertid tilbakevist i spørreundersøkelsen, som man kan se av de to første påstandene i tabell 10 på side 55. Tendensene her peker tydelig i retning av at respondentene ikke ser på dette som hindringer for en implementering av Lean.

Holm mente omfanget av endringsarbeidet har mye å si for endringsmotstanden. En bedrift må være forsiktig med å ta for store steg i begynnelsen, da kan det fort føre til at de ansatte føler at endringene kommer for fort og brått, og at de dermed blir negativt innstilt. Et annet viktig poeng er at ledelsen må forklare endringene på en god måte og vise at endringsarbeidet faktisk har en hensikt. Gjør du endringen for endringens skyld eller for at ting faktisk skal bli bedre. Byggebransjens motstand mot endring handler mye om uvane mente Holm. Han så på det som en viktig faktor å ta hensyn til, men hans erfaring var at det ikke var så vanskelig å skape endringsprosesser. Det viktigste er at ledelsen er åpne for disse endringene. Det ble tidligere nevnt at ledelsens har stor påvirkningskraft fordi de ansatte fort tar etter og gjør som sine ledere.

Det virker derfor som at man til en viss grad kan utelukke dette som en kritisk barriere hvis bare ledelsen går foran som et godt eksempel, og at den største utfordringen ligger i å endre ledelsens endringsmotstand.

Hørlyk mente at hvis man driver med Lean så vil man få en kultur for endring. Hvis man gjør nye ting mange nok ganger så vil kulturen begynne å endre seg, og det er derfor ikke sikkert at man er helt klar over det selv. Innstillingen som de ansatte i en bedrift har mot endringsarbeid kan derfor være like mye et resultat av Lean, som det kan være en barriere for implementeringen, på samme måte som det kan være det for kontinuerlige forbedringer. Det virker derfor i det hele tatt som at dette ikke burde regnes som en kritisk barriere.

Utilstrekkelig implementering

En annen barriere mot en vellykket implementering av Lean Construction kan også være en mangelfull eller utilstrekkelig implementering (Liu og Ballard, 2009). Wandahl (2014) påpeker at mange bedrifter mangler kunnskaper om hva Lean faktisk er. Han viser til en studie i Danmark der mange bedrifter oppga at de ikke benyttet seg av metodene eller teknikkene, selv om de faktisk gjorde det. Andre oppga igjen at de benyttet seg av Lean, men forskerne oppdaget at det kun hadde blitt implementert delvis eller feil, og at resultatene derfor lot vente på seg. Ifølge litteraturen delvis implementering altså ut til å potensielt være en kritisk barriere, men resultatene fra den empiriske dataen pekte imidlertid en annen retning.

Av figur 20 ser man helt tydelig at dette var en barriere som scoret relativt lavt, og med relativt lavt standardavvik. Dette tyder på at respondentene var ganske enige og at dette kanskje ikke bør regnes som kritisk. Både Holm og Hørlyk var enige i at en delvis eller utilstrekkelig implementering kan være en barriere, selv om de tar noen forbehold. For å implementere en ny produksjonsprosess som Lean er det viktig at man ikke tar for seg altfor mye i starten. Holm sin oppfatning var at det er best å begynne i den ene enden med noe, og at man må implementere det fra bunnen av og i noen få prosjekter for ikke å gi opp etter kort tid. Dette er i tråd med *bottom-up*-tilnærmingen som er illustrert i figur 12 på side 41. En delvis implementering kan derfor være positivt til å begynne med mente de. Hvis dette er sant kan kanskje ikke delvis implementering regnes som en kritisk faktor, men bare hvis man selv er klar over at man kun har implementert Lean delvis. Hvis man ikke er klar over dette er det mulig at det bør regnes som en kritisk faktor, men dette har ikke kommet klart frem gjennom datamaterialet.

Ryddig og organisert byggeplass

Den siste faktoren som vil diskuteres i denne oppgaven er organiseringen av byggeplassen. Med dette menes at byggeplassen er oversiktlig og at det ikke ligger for mye materialer rundt og flyter. Et viktig element med dette er at det er direkte farlig fordi arbeidere kan tråkke på eller snuble og skade seg. Et annet element er at det direkte bidrar til sløsing fordi man bruker lengre tid på å ta seg rundt på byggeplassen, samt at det kreves tid for å frakte materialer som ikke ligger der de skal. Med en godt organisert byggeplass legges det til rette for flyt mellom aktivitetene, effektiviteten blir bedre og man gjøre byggeplassen tryggere.

En av Lean-teknikkene som tar for seg organisering av byggeplassen er 5S som forklart tidligere i oppgaven. Følger man disse vil bevegelse av maskiner og arbeidere bli tryggere, tilgjengelighet av materialer blir bedre. I tillegg kan det bedre lokalisering av nyankommet materiale og redusere gangavstand for arbeiderne. På bakgrunn av litteraturen virket ikke dette å være en av de viktigste faktorene, men at det var noe man kunne legge vekt på etter hvert som man fikk kontroll på de mer kritiske elementene.

Dette sa Hørlyk seg enig i. han har erfart at det kan være negativt å vektlegge organiseringen på byggeplass for mye. Årsaken til dette er at mange byggeplassledere har gitt opp tiltak som 5S for lett fordi byggeplassen allerede var effektiv og de dermed ikke så raske resultater av de nye tiltakene. Dette kan dermed tyde på at det er negativt å vektlegge dette for mye, og at det dermed i hovedsak burde legges vekt på hvis byggeplassen sliter spesielt mye med organiseringen. Behovet for slike tiltak bør nok derfor diskuteres i forkant, slik at man kan gjøre en grundig redegjørelse for nytten.

Heller ikke Hans Thomas Holm mente at dette var mer en middels viktig. For han er en uryddig byggeplass kun et forstyrrende element som likevel lar deg få gjennomføre arbeidet. Det meste tyder dermed på at dette ikke er en kritisk suksessfaktor for implementeringsprosessen.

For å oppsummere virker det ikke til at organiseringen på byggeplass er en kjempeviktig faktor vor om implementeringen av Lean Construction blir vellykket. Det vil sannsynlig være en fordel å legge vekt på det, men om dette ikke gjøre viker det mer som et irritasjonsmoment enn som en direkte barriere.

6 Konklusjon og videre arbeid

Denne masteroppgaven startet med en påstand om at byggebransjen har et stort forbedringspotensial når det kommer til effektivitet og produktivitet. Mye litteratur, teori og annen forskning støtter dette, og det vil derfor være hensiktsmessig å komme disse utfordringene i møte.

Av denne grunn har enkelte ildsjeler i bransjen utviklet en ny produksjonsfilosofi som har fått navnet Lean Construction. Lean Construction har sin teoretiske og praktiske forankring i Lean-filosofien som i sin tid ble utviklet av Toyota, og senere tatt i bruk av produksjonsindustrien som Lean Production. Lean-filosofien legger til rette for bedre flyt i produksjonsprosessen, for så å kunne minimere sløsing som oppstår, og med det optimalisere kunde verdien. De potensielle fordelene med Lean Construction har blitt godt dokumentert, og det viser seg at implementering av Lean kan bidra til å blant annet øke byggekvalitet, redusere prosjekterings- og byggetid, redusere prosjektkostnad, samt skape større tilhørighet og engasjement blant aktørene. Årsakene til dette kommer trolig av at de flytbaserte prosessene i mye større grad avdekker sløsing enn det som har vært tilfelle med tidligere arbeidsmåter.

Likevel tyder den empiriske dataen på at Lean Construction blir brukt i svært variert grad både internasjonalt og i Norge, og mye tyder på at for mye fortsatt avhenger av enkelte ildsjelers engasjement. En annen grunn til at Lean Construction ikke er implementert i større grad kan være at det er en krevende implementeringsprosess. Det kan derfor være hensiktsmessig å at bedrifter som ønsker å implementere Lean-filosofien er klar over kritiske suksessfaktorer og barrierer relatert til implementeringsprosessen. I denne masteroppgaven har disse blitt forsøkt identifisert gjennom å innhente informasjon fra litteratur og teori, samt empiriske data fra en spørreundersøkelse, to dybdeintervjuer og en casestudie.

Erfaringene som har blitt gjort er at mye av litteraturen ser på ledelsens engasjement, god planlegging, involvering og kommunikasjon i leveringskjeden, kontinuerlige forbedringer, ansattes motstand mot endring, utilstrekkelig implementering som noen av de viktigste faktorene.

Det har vist seg at flere av disse går igjen i den empiriske dataen, og de mest kritiske faktorene er derfor utarbeidet på bakgrunn av litteratur og empiri. Det har blitt lagt stor vekt på informasjonen som har kommet fram i dybdeintervjuene og casestudien, da dette har blitt sett på som meget pålitelige kilder. Spørreundersøkelsen har ikke blitt sett på som en like troverdig kilde, blant annet på grunn av lav svarprosent, og informasjonen som har kommet frem her har dermed blitt vektlagt i noe mindre grad. Den mest kritiske suksessfaktoren har blitt identifisert til å være ledelsens engasjement og involvering i implementeringsprosessen. Årsaken til dette er at ledelsens engasjement smitter over på resten av de ansatte, i tillegg til at det gjør dem tryggere og mer motiverte på de nye endringene. Den neste faktoren som har blitt identifisert som kritisk er en grundig planlegging både i forkant og underveis i prosjektet. Dette for å hele tiden ligge i forkant av problemer, skape en god flyt, og med det redusere byggetid og byggekostnader. I tillegg til dette vil involvering av alle aktørene i leveringskjeden, og

kommunikasjonen mellom disse kunne regnes som kritiske faktorer. I likhet med en grundig planlegging legger dette også til rette for god flyt, samt at det øker informasjonsoverføring og skaper en følelse av tilhørighet. En høy grad av involvering krever igjen et transparent system, som visualiserer denne informasjonen og gjør den lett tilgjengelig. Dette har likevel ikke blitt identifisert som en like viktig faktor som de øvrige. Ingen av barrierene ble indentifisert som kritiske, men det er likevel viktig å ta hensyn på å motvirke motstand mot endring, samt være klar over dersom implementeringsprosessen ender opp med å være delvis eller utilstrekkelig.

Helt til slutt er det viktig å presisere at alle suksessfaktorene og barrierene i stor grad henger sammen og påvirker hverandre. En optimal implementering er mest sannsynlig avhengig av at det blir tatt hensyn til de aller fleste suksessfaktorene og barrierene. Det regnes derfor som svært nyttig at byggebedrifter som ønsker å implementere Lean Construction tilegner seg gode kunnskaper om hva Lean-filosofien er, hvilke potensielle forbedringer det kan bidra til, og ikke minst de suksessfaktorene og barrierene som har blitt identifisert i denne oppgaven.

Pålitelighet til resultatene

Denne masteroppgaven består av mye forskjellig informasjon og mange kilder av varierende kvalitet og pålitelighet, og det har vært utfordrende å vurdere de forskjellige kildene

Litteratur og teori har blitt vurdert etter VIKO sine retningslinjer for kildekritikk i en egen litteraturstudie. Konklusjonen som ble gjort her var at denne informasjonen var pålitelig og av god kvalitet, grunnet kunnskapsrike forskere og forfattere. Den empiriske dataen har vært noe mer krevende å bedømme. Datamaterialet som ble tilegnet gjennom spørreundersøkelsen har blitt regnet som den mest upålitelige av flere grunner. For det første var det en lav svarprosent, noe som gjorde at feilmarginen er stor og at den ikke kan regnes som tilstrekkelig representativ for populasjonen. Det har heller ikke vært noen spesiell form for utvelgelse, og forfatteren har dermed svært lite kontroll på respondentenes kunnskaper rundt temaet, som kan være svært varierende. Det må også presiseres at forfatteren aldri før har utformet lignende undersøkelser, noe som kan bety at spørsmålsformuleringene kan være upresise og dermed gi upresise svar. Dybdeintervjuene regnes som mer pålitelige, da begge intervjuobjektene hadde mye faglig kunnskap og mange års erfaring fra bransjen. Likevel blir Hans Thomas Holm sett på som en noe mer pålitelig kilde enn Gaute Hørlyk av den enkle grunn at han har lengre erfaring fra byggebransjen, og at han kan vise til et spesifikt prosjekt der Lean Construction ble vektlagt i veldig stor grad. Dokumentanalysene i forbindelse med casestudien blir regnet som den mest relevante og pålitelige kilden. Her var resultater og erfaringer svært godt dokumentert, og det er liten grunn til å ikke stole på informasjonen som ble tilegnet gjennom dokumentanalysene.

Alt i alt regnes informasjonen som har blitt innhentet som relativt pålitelige. Dette kommer av at det har blitt benyttet mange forskjellige forskningsmetoder, og at tendensene fra alle disse i ganske stor grad peker i samme retning ved metodetrianguleringen som har blitt gjennomført. Dette gir resultatene både validitet og reliabilitet.

Videre arbeid

Denne masteroppgaven har identifisert en rekke kritiske suksessfaktorer, samt noen mindre viktige suksessfaktorer og barrierer for en vellykket implementering av Lean Construction i norske byggebedrifter. Det videre arbeidet på området kan være å i større grad få bekreftet at disse faktisk er kritiske, samt finne eventuelle nye faktorer som ikke er identifisert i denne oppgaven. Det vil også være hensiktsmessig å få bedre oversikt over i hvilken grad Lean Construction faktisk blir implementert i norske byggebedrifter, da dette er noe som vil kreve mye mer omfattende forskning enn hva arbeidsmengden til denne oppgaven tillot. Dette vil i stor grad være avhengig av både kvantitativ og kvalitativ forskning i form av mer omfattende spørreundersøkelser og langt flere dybdeintervjuer enn det som ble utført til denne oppgaven.

I tillegg til dette vil det være viktig å få dokumentert bedre hvilke fordeler Lean Construction kan tilby, slik at man i større grad kan bruke dette til å få bedrifter til å benytte Lean-filosofien. Informasjon om dette kan deles ut på seminarer og temadager der bedrifter møtes. I tillegg vil det sannsynligvis være en fordel å inkludere Lean Construction i en mye større grad i utdanningsammenheng, slik at studentene, som jo er bransjens fremtid, får mulighet til å bli opplært i Lean fra et så tidlig stadium som mulig.

Bibliografi

- Achanga, P., Shehab, E., Roy, R. og Nelder, G. (2006) Critical Success Factors for Lean Implementation Within SMEs. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17(4) 460–471.
- Ahiakwo, O., Oloke, D., Suresh, S. og Khatib, J. (2013) A Case Study of Last Planner System Implementation in Nigeria. In: *Proceedings of the 21st annual conference of the International Group for Lean Construction*. 2013 699–707.
- Alarcón, L.F., Diethelm, S. og Rojo, O. (2002) Collaborative implementation of lean planning systems in Chilean construction companies. In: *Proceedings of the 10th annual conference of the International Group for Lean Construction*. 2002 Brazil: , 1–11.
- AlSehaimi, A.O., Tzortzopoulos, P. og Koskela, L. (2009) *Last planner system: Experiences from pilot implementation in the Middle East*.
- Arbulu, R. og Zabelle, T. (2006) *Implementing Lean in construction: How to succeed*. In: 2006 Chile: ,.
- Aziz, R.F. og Hafez, S.M. (2013) Applying lean thinking in construction and performance improvement. *Alexandria Engineering Journal*, 52(4) 679–695.
- Ballard, G. (1997) Lookahead planning: the missing link in production control. In: *Proc. 5 th Annl. Conf. Intl. Group for Lean Constr.* 1997.
- Ballard, G., Hammond, J. og Nickerson, R. (2009) Production control principles. In: *Proceedings of the 17th annual conference of the International Group for Lean Construction*. 2009 Citeseer,.
- Ballard, G. og Howell, G. (1997) Implementing Lean Construction: Improving Downstream Performance. In: *Lean Construction*. Rotterdam, The Netherlands: A.A. Balkema, 111–125.
- Ballard, G. og Howell, G. (1994) Implementing Lean Construction: Stabilizing Work Flow. *Lean Construction*, 101–110.
- Ballard, G. og Howell, G. (1998a) *Implementing Lean Construction: Understanding and Action*. In: 13 August 1998 Guarujá, Brazil: Lean Construction Institute,.
- Ballard, G. og Howell, G. (2003) Lean Project Management. *Building Research & Information*, 31(2) 119–133.
- Ballard, G. og Howell, G. (1998b) Shielding Production: Essential Step in Production Control. *Journal of Construction Engineering and management*, 124(1) 11–17.
- Ballard, G. og Howell, G. (1995) Towards Construction JIT. *Lean Construction*, 291–300.

- Ballard, G., Iris D. Tommelein, Lauri Koskela og Howell, G. (2002) Lean Construction Tools and Techniques. In: *Design and Construction: Building in Value*. Oxford, England: Butterworth-Heinemann, 227–255.
- Ballard, G., Kim, Y.W., Jang, J.W. og Liu, M. (2007) Roadmap for lean implementation at the project level. *The Construction Industry Institute*,.
- Ballard, G., Koskela, L., Howell, G. og Zabelle, T. (2001) Production system design in construction. In: *Proceedings of the 9th annual conference of the International Group for Lean Construction*. 2001.
- Ballard, H.G. (2000) *The last planner system of production control*. The University of Birmingham.
- Barshan, A., Abdelhamid, T. og Syal, M. (2004) Manufactured housing construction value using the analytical hierarchy process. In: *Proc. Twelfth Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. 2004.
- Belassi, W. og Tukel, O.I. (1996) A new framework for determining critical success/failure factors in projects. *International journal of project management*, 14(3) 141–151.
- Benner, M.J. og Tushman, M.L. (2003) Exploitation, exploration, and process management: The productivity dilemma revisited. *Academy of management review*, 28(2) 238–256.
- Bertelsen, S. (2002) Bridging the Gaps – Towards a Comprehensive Understanding of Lean Construction. *IGLC-10*,.
- Bertelsen, S. (2003) Construction as a complex system. In: *proceedings of IGLC*. 2003.
- Bertelsen, S. (2004) Lean Construction: Where Are We Now and How to Proceed? *Lean Construction Journal*, 1(1) 46–69.
- Bhatt, G.D. (2001) Knowledge management in organizations: examining the interaction between technologies, techniques, and people. *Journal of knowledge management*, 5(1) 68–75.
- BIBSYS (2016) *Søketjenesten Oriano* Available from <http://www.bibsys.no/produkter-tjenester/produkter/soketjenesten-oriano/> [accessed 5 October 2016].
- Brady, D.A., Tzortzopoulos, P. og Rooke, J. (2011) *An examination of the barriers to last planner implementation*.
- Bryman, A. (2015) *Social research methods*. Oxford university press.
- Bygballe, L.E. og Swärd, A. (2014) *Implementing lean Construction: A Practice Perspective*. In: 23 June 2014 Oslo, Norway: Lean Construction Institute, 3–14.
- Byggeindustrien (2017) *100 Største, 2015* Available from <http://www.bygg.no/100-storste> [accessed 13 April 2017].
- Byggeindustrien (2016) *Anerkjent Lean-ekspert til Norge* Available from <http://www.bygg.no/article/1266759> [accessed 26 April 2017].

- Cano, S., Delgado, J., Botero, L. og Rubiano, O. (2015a) Barriers and Success Factors in Lean Construction Implementation - Survey in Pilot Context. In: *Proc. 23rd Ann. Conf. of the Int'l. Group for Lean Construction*. 2015 Perth, Australia: .,
- Cerveró-Romero, F., Napolitano, P., Reyes, E. og Teran, L. (2013) Last Planner System® and Lean approach process®: experiences from implementation in Mexico. In: *21st Annual Conference of the International Group for Lean Construction, IGLC*. 2013 709–718.
- Dalland, O. (2007) *Metode og oppgaveskriving for studenter*. Gyldendal akademisk.
- Eastman, C.M., Eastman, C., Teicholz, P. og Sacks, R. (2011) *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*. John Wiley & Sons.
- Egan, J. (1998) *Rethinking Construction, Construction Task Force Report for Department of the Environment, Transport and the Regions*. HMSO, London.
- Elsevier (2016a) *Features - Engineering Village* Available from https://www.elsevier.com/solutions/engineering-village/features?_ga=1.48348774.1599110386.1475668814 [accessed 5 October 2016].
- Elsevier (2016b) *Scopus* Available from <https://www.elsevier.com/solutions/scopus> [accessed 5 October 2016].
- Fangen, K. (2015) *Kvalitativ metode* Available from <http://www.etikkom.no/FBIB/Introduksjon/Metoder-og-tilnarminger/Kvalitativ-metode/> [accessed 6 December 2016].
- Formoso, C.T. og Moura, C.B. (2009) Evaluation of the impact of the last planner system on the performance of construction projects. In: *Proceedings of 17th Annual Conference of the International Group of Lean Construction*. 2009 153–164.
- Friblick, F., Olsson, V. og Reslow, J. (2009) Prospects for implementing last planner in the construction industry. In: *Proceedings of 17th Annual Conference of the International Group of Lean Construction*. 2009 197–206.
- Google (2016a) *About Google Scholar* Available from <https://scholar.google.no/intl/en/scholar/about.html> [accessed 5 October 2016].
- Google (2017) *Google Norge* Available from <https://www.google.no/> [accessed 13 April 2017].
- Google (2016b) *Google Scholar Metrics Help* Available from <https://scholar.google.no/intl/en/scholar/metrics.html#metrics> [accessed 5 October 2016].
- Green, S.D. og May, S.C. (2005) Lean construction: arenas of enactment, models of diffusion and the meaning of ‘leanness’. *Building Research & Information*, 33(6) 498–511.
- Hamzeh, F.R. (2009) *Improving construction workflow-The role of production planning and control*. University of California, Berkeley.

- Hansson, J. (2003) Total quality management—Aspects of implementation and performance. *Investigations with a focus on small organizations. Published doctoral dissertation, Division of Quality & Environmental Management, Lulea University of Technology, Lulea, Sweden.*
- Holm, H.T. (2016) *KHIB intro til LEAN BYGGING.*
- Holm, H.T. (2017a) *KUNST- OG DESIGNHØGSKOLEN i BERGEN (KHIB).*
- Holm, H.T. (2017b) *LEAN Strategi.*
- Holm, H.T. (2017c) *SYSTEMATISK FERDIGSTILLELSE: en oversikt, KHIB info-hefte nr 2.*
- Howell, G. (1999) What is Lean Construction. *Proceedings IGLC-7*, 7 1–10.
- Howell, G. og Ballard, G. (1996) Managing uncertainty in the piping process. *Source Document (number to be applied). Construction Industry Institute, Austin, Texas (publication pending).*
- IGLC (2016) *Conference Papers* Available from <http://iglc.net/Papers> [accessed 6 December 2016].
- IGLC (2015) *IGLC.net - About* Available from <http://www.iglc.net/Home/About> [accessed 3 December 2016].
- IMDi (2010) *3.3 Svarprosent og frafall* Available from <https://www.tolkeportalen.no/no/brukerundersokelser/Kapittel-3/33-Svarprosent-og-frafall/> [accessed 14 April 2017].
- Josephson, P.-E. og Björkman, L. (2010) *31 recommendations for increased profit-reducing waste.* Chalmers University of Technology.
- Kim, Y.-W., Jang, J.-W. og andre (2005) Case study: An application of last planner to heavy civil construction in Korea. In: *13th International Group for Lean Construction Conference: Proceedings.* 2005 International Group on Lean Construction, 405.
- Koskela, L. (2000) *An Exploration Towards a Production Theory and its Application to Construction.* Dissertation for degree of Doctor of Technology thesis. Espoo, Finland: Helsinki University of Technology.
- Koskela, L. (1992) *Application of the New Production Philosophy to Construction.* Stanford, CA: Center for Integrated Facility Engineering, Stanford University.
- Koskela, L. (2004) *Making-do—The eighth category of waste.*
- Koskela, L., Howell, G., Ballard, G. og Tommelein, I.D. (2002) The foundations of lean construction. In: *Design and Construction: Building in Value.* Oxford, England: Butterworth-Heinemann, 227–255.
- Koskela, L. og Huovila, P. (1997) On Foundations of Concurrent Engineering. In: *Proceedings Concurrent Engineering in Construction CEC'97.* 3 July 1997 London: The Institution of Structural Engineers, 22–32.

- Krafcik, J.F. (1988) Triumph of the lean production system. *MIT Sloan Management Review*, 30(1) 41.
- LCI (2016a) *About Us* Available from <https://www.leanconstruction.org/> [accessed 3 October 2016].
- LCI (2016b) *Glossary* Available from <https://www.leanconstruction.org/learning/education/glossary/> [accessed 14 December 2016].
- LC-NO (2017) *Om LC NO* Available from <https://www.bi.no/forskning/finn-institutt-og-forskningssenter/forskningssentre/senter-for-byggenaringen/lc-no/om/> [accessed 28 May 2017].
- Leigard, A. og Pesonen, S. (2010) Defining the path: A case study of large scale implementation of last planner. In: *18th Annual Conference of the International Group for Lean Construction IGLC*. 2010.
- Liker, J.K. (2004) *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. 1st edition. New York, NY: McGraw-Hill Education.
- Liu, M. og Ballard, G. (2009) Factors affecting work flow reliability—A case study. In: *Proc., 17th Annual Conf. of the Int. Group for Lean Construction (IGLC-17)*. 2009.
- Longva, H.M. (2010) *Kvalitative intervjuundersøkelser* Available from <http://www.holbergprisen.no/holbergprisen-i-skolen/kvalitative-intervjuundersokelser.html> [accessed 13 April 2017].
- Macomber, H. og Howell, G. (2004) Two great wastes in organizations. *IGLC, Denmark*.
- Macomber, H. og Howell, G.A. (2003) Foundations of Lean Construction: Linguistic Action. In: *IGLC*. 2003 182–213.
- Mastroianni, R. og Abdelhamid, T. (2003) The Challenge: The Impetus for Change to Lean Project Delivery. *Proceedings of the 11th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Blacksburg, Va.*, 418–426.
- Misfeldt, E. og Bonke, S. (2004) Quality control in lean construction. In: *12th Conf. of the Int. Group for Lean Construction*. 2004 Copenhagen,.
- Moore, R. (2011) *Selecting the right manufacturing improvement tools: what tool? when?* Butterworth-Heinemann.
- Moser, L. og Santos, A. dos (2003) Exploring the role of visual controls on mobile cell manufacturing: a case study on drywall technology. In: *Proc., Int. Group for Lean Construction 11th Annual Conf.(IGLC-11)*. 2003 IGLC Blacksburg, Va., 11–23.
- Mossman, A. (2013) Last Planner: 5+ 1 crucial & collaborative conversations for predictable design & construction delivery. *The Change Business Ltd., UK*, 26.
- Mossman, A. (2009) Why isn't the UK construction industry going lean with gusto? *Lean Construction Journal*, 5(1) 24–36.

- Neto, J. de P.B. og Alves, T. da C.L. (2007) *Strategic issues in lean construction implementation*. In: 2007 Annual Conference of the International Group for Lean Construction,.
- Ohno, T. (1988) *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Cambridge, MA: Productivity Press.
- Olsson, N. (2011) Praktisk rapportskrivning. *Trondheim: Tapir akademisk*,.
- Patricia Lotich (2014) 8 Steps to Implementing Successful Organizational Change. The Thriving Small Business.
- Polesie, P., Frödell, M. og Josephson, P.-E. (2009) Implementing Standardisation in Medium-Sized Construction Firms: Facilitating Site Managers' Feeling of Freedom through a Bottom-up Approach. In: *Proceedings for the 17th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. 2009 317–326.
- Rooy, I.J. van (2010) *Should Lean Construction be part of a construction company's objective in South Africa?* Pretoria: University of Pretoria.
- Sage, D., Dainty, A. og Brookes, N. (2012) A 'Strategy-as-Practice' exploration of lean construction strategizing. *Building Research & Information*, 40(2) 221–230.
- Salem, O., Solomon, J., Genaidy, A. og Minkarah, I. (2006) Lean Construction: From Theory to Implementation. *Journal of management in engineering*, 22(4) 168–175.
- Santos, A. dos (1999) *Application of flow principles in the production management of construction sites*. University of Salford.
- Santos, A., Torres Formoso, C. og Tookey, J.E. (2002) Expanding the meaning of standardisation within construction processes. *The TQM Magazine*, 14(1) 25–33.
- Sarhan, S. (2011) *A Strategy for Overcoming Barriers to the Successful Implementation of Lean Construction in the UK*. University of Plymouth.
- Sarhan, S. og Fox, A. (2013) Barriers to implementing lean construction in the UK construction industry. *The Built & Human Environment Review*, 6(1).
- Silvestro, R. og Westley, C. (2002) Challenging the paradigm of the process enterprise: a case-study analysis of BPR implementation. *Omega*, 30(3) 215–225.
- Statsbygg (2015a) *LEAN i Statsbygg – bottom up og drevet av ildsjeler: LEAN PROSJEKTGJENNOMFØRING I STATSBYGG*.
- Statsbygg (2015b) *LEAN I VÅRE PROSJEKTER*.
- Statsbygg (2014) *Vellykket om LEAN* Available from <http://www.statsbygg.no/Nytt-fra-Statsbygg/Nyheter/2014/Vellykket-om-LEAN/> [accessed 3 December 2016].
- Stoeckel, A.B. og Quirke, D. (1992) *Services: Setting the Agenda for Reform: a Report*. Centre for International Economics.

- Tangen, L. (2010) *Kildekritikk* Available from <http://www.ntnu.no/viko/kildekritikk> [accessed 1 October 2016].
- Thomas, J.R., Silverman, S. og Nelson, J. (2015) *Research methods in physical activity*, 7E. Human kinetics.
- Tommelein, I.D. og Ballard, G. (1997) Look-ahead planning: screening and pulling. *Seminário Internacional sobre Lean Construction*, 2.
- Veidekke (2016a) *Involverende planlegging - lean construction* Available from <http://veidekke.no/om-oss/kompetanse/article8308.ece> [accessed 3 December 2016].
- Veidekke (2016b) *Lean Construction - Involverende Planlegging* Available from <http://veidekke.no/jobb/article65465.ece> [accessed 3 December 2016].
- Veidekke (2016c) *Veidekke Entreprenør - Trondheim* Available from <http://veidekke.no/kontakt/midt-norge/article55558.ece> [accessed 3 December 2016].
- Viana, D.D., Mota, B., Formoso, C.T., Echeveste, M., Peixoto, M. og Rodrigues, C.L. (2010) A Survey on the Last Planner System: impacts and difficulties for implementation in Brazilian companies. In: *Proceedings of the 18th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, IGLC*. 2010 497–507.
- Wæhle, E. og Sterri, A.B. (2016) case-studie. Store norske leksikon.
- Walpole, R.E., Myers, R.H., Myers, S.L. og Ye, K. (1993) *Probability and statistics for engineers and scientists*. Vol. 5. Macmillan New York.
- Wandahl, S. (2014) Lean Construction With or Without Lean - Challenges of Implementing Lean Construction. In: *Proceedings IGLC-22, June 2014*. 2014 Oslo, Norway: , 12.
- Wikipedia (2017a) Manufacturing. Wikipedia.
- Wikipedia (2017b) Production (economics). Wikipedia.
- Womack, J.P., Jones, D.T. og Roos, D. (1991) *The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production*. New York, NY: MacMillan Publishing.
- Yin, R.K. (2013) *Case study research: Design and methods*. Sage publications.

Vedlegg

Vedlegg A: Spørreundersøkelse

I dette vedlegget ligger alle spørsmålene fra spørreundersøkelsen i kronologisk rekkefølge. Totalt 20 spørsmål med svaralternativer. Symbolene før hvert svaralternativ betyr som følger:

- Kun ett svaralternativ kunne velges
- Flere svaralternativer kunne velges
- Likert-skala

Spørsmål 1: Hva slags bedrift jobber du for?

- Byggherre
- Entreprenør
- Konsulent
- Leverandør
- Kunde
- Andre

Spørsmål 2: Hvor mange ansatte har bedriften totalt?

- < 100
- 100 - 500
- 500 - 1000
- > 1000

Spørsmål 3: Hva var den totale omsetningen for bedriften i 2016 (i millioner NOK)

- < 100
- 100 - 500
- 500 - 1000
- 1000 - 10.000
- > 10.000

Spørsmål 4: Innenfor hvilke virksomhetsområder er bedriften engasjert?

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Prosjektledelse | <input type="checkbox"/> Rehabilitering |
| <input type="checkbox"/> Konsulentvirksomhet | <input type="checkbox"/> Energivirksomhet |
| <input type="checkbox"/> Eiendomsutvikling | <input type="checkbox"/> Samferdsel |
| <input type="checkbox"/> Betongarbeider | <input type="checkbox"/> Vindkraft |
| <input type="checkbox"/> Stålarbeider | <input type="checkbox"/> Vannkraft |
| <input type="checkbox"/> Olje og gass | <input type="checkbox"/> Havneanlegg |
| <input type="checkbox"/> Tunnel og fjellanlegg | <input type="checkbox"/> Offshore |
| <input type="checkbox"/> Riving | <input type="checkbox"/> Andre |

Spørsmål 5: Hvilken stilling har du i din nåværende bedrift?

- Toppledelse
- Styre
- Distriktsledelse
- Funksjonær
- Fagarbeider
- HR-ansvarlig
- HMS-ansvarlig
- Andre

Spørsmål 6: Hvor mange års erfaring har du i nåværende bedrift?

- < 1 år
- 1 - 4 år
- 5 - 9 år
- 10 - 15 år
- > 15 år

Spørsmål 7: Hvor mange års total arbeidserfaring har du i byggebransjen?

- < 1 år
- 1 - 4 år
- 5 - 9 år
- 10 - 15 år
- > 15 år

Spørsmål 8: Hvor enig eller uenig er du i følgende utsagn?

- Svært enig • Enig • Nøytral • Uenig • Svært uenig
- Dagens byggebransje preges av ineffektivitet og stort forbedringspotensial
- Byggebransjen sliter med lange ledetider, uklarinformasjonsflyt, varierende kvalitet og høye byggekostnader

Spørsmål 9: Hvor god kjennskap har du til Lean Construction?

- God kjennskap
- Noe kjennskap
- Ikke kjennskap

Spørsmål 10: Har bedriften som helhet forsøkt å implementere Lean Construction?

- Ja
- Ja, men det har ikke vært vellykket
- Nei
- Vet ikke

Spørsmål 11: Hvem i bedriften har vært involvert i implementeringsprosessen

- Kun toppledelsen
- Toppledelsen, samt prosjektledere og anleggsledere
- Alle ingeniører
- Alle ansatte
- Alle ansatte og samarbeidspartnere (leverandører, kunder o.l.)
- Har ikke implementert Lean Construction

Spørsmål 12: Hvor enig eller uenig er du i følgende påstander?

- Svært enig • Enig • Nøytral • Uenig • Svært uenig
- Lean Construction øker effektiviteten i et byggeprosjekt, noe som igjen øker kunde verdien og lønnsomheten til bedriften
- Lean Construction fører til bedre overblikk på byggeplassen
- Lean Construction sørger for en mer stabil leveringskjede i byggeprosjekter
- Lean Construction bidrar til at de ansatte får bedre innsikt og kunnskaper om prosjektene de er involvert i
- Lean Construction fører til bedre samarbeid mellom alle aktørene gjennom hele byggeprosessen
- Lean Construction bidrar til at de ansatte føler et større eierskap til prosjektene de er involvert i
- Lean Construction øker fortjenesten til bedriften
- Jeg foretrekker å jobbe med prosjekter som benytter seg av Lean Construction
- Lean Construction øker motivasjonen til alle ansatte

Spørsmål 13: Kjenner du til noen av disse?

- Lean Construction Norge (LC-NO)
- Lean Construction Institute (LCI)
- The International Group for Lean Construction (IGLC)
- Kjenner ikke til noen av disse

Spørsmål 14: Har det vært noen form for systematisk opplæring innenfor Lean i bedriften?

- Nei
- Noe opplæring finnes, men ingen mulighet til å sette dette ut i livet
- Opplæring finnes kun for ledelsen
- Opplæring finnes for ledelse og funksjonærer
- Opplæring finnes for alle ansatte

Spørsmål 15: Hvor enig eller uenig er du i at følgende kan regnes som suksessfaktorer eller barrierer for en vellykket implementering av Lean Construction i din bedrift?

- Svært enig
 - Enig
 - Nøytral
 - Uenig
 - Svært uenig
- Ledelsen viser forpliktelse, motivasjon og deltakelse i implementeringsprosessen
 - Bedriften legger vekt på grundig planlegging i forkant og underveis i prosjektene sine
 - Bedriften legger stor vekt på kontinuerlige forbedringer i prosjektene
 - Bedriften legger vekt på å standardisere arbeidsprosesser- og aktiviteter i prosjektene
 - Bedriften er transparent, der avgjørelser og informasjon gjøres lett tilgjengelig for alle ansatte
 - Bedriften involverer sine egne ansatte i stor grad i prosjektene
 - God kommunikasjon mellom forskjellige aktører i leveringskjeden på alle prosjekter
 - Det er stor forskjell på om bedriften legger vekt på å implementere Lean fra toppen eller fra bunnen i organisasjonen
 - Det finnes en kultur og motivasjon for endring i bedriften
 - Byggeplassen holdes ryddig, renslig og oversiktlig
 - Utilstrekkelig/delvis implementering av Lean Construction
 - Bedriften har tilstrekkelig kapital
 - Bedriften gir distriktskontorene for høy grad av selvstyring, noe som gjør implementering vanskelig

Spørsmål 16: I hvilken grad er du enig eller uenig i påstandene nedenfor?

- Svært enig
 - Enig
 - Nøytral
 - Uenig
 - Svært uenig
- Lean-konseptet passer ikke i byggebransjen pga. kundens krav om raske og billige prosjekter
 - Lean-konseptet passer ikke i byggebransjen da et hvert byggeprosjekt er unikt, komplekst og kun er en midlertidig multiorganisasjon
 - Det er ikke viktig å forbedre prosesser som ikke viser tegn til problemer
 - Lean må implementeres gjennom hele organisasjonen og verdikjeden for å levere resultater
 - Kvalitet bør prioriteres foran fortjeneste
 - Lean er mer enn verktøy og teknikker. Det krever en endring av tanker og prosesser samt et bredt og langsiktig fokus
 - Delvis implementering av Lean-filosofien er tilstrekkelig
 - Alle aktiviteter på byggeplass burde gjennomgå kontinuerlig forbedring
 - Det er viktigere å tilrettelegge for en god flyt mellom aktivitetene i et byggeprosjekt i stedet for å fokusere på aktivitetene hver for seg
 - Det er viktig å gjøre alle ansatte kjent med endringsprosesser i bedriften
 - Tradisjonelle suksesskriterier i byggeprosjekter, som kostnad og tidsbruk, legger ikke til rette for kontinuerlig forbedring

Spørsmål 17: Hvilke av følgende fordeler kan best oppnås ved å anvende Lean-prinsipper i byggebransjen? (Vennligst velg kun opp til FEM fordeler)

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Økt pålitelighet | <input type="checkbox"/> Forbedret HMS |
| <input type="checkbox"/> Høyere kundetilfredshet | <input type="checkbox"/> Raskere beslutningstaking |
| <input type="checkbox"/> Økt forutsigbarhet | <input type="checkbox"/> Forbedret levetidskostnader |
| <input type="checkbox"/> Kortere tidsplaner | <input type="checkbox"/> Forbedret bærekraft |
| <input type="checkbox"/> Mindre sløsing | <input type="checkbox"/> Forbedret samarbeid i leveringskjeden |
| <input type="checkbox"/> Høyere fortjeneste | <input type="checkbox"/> Større tilfredshet blant ansatte |
| <input type="checkbox"/> Forbedret prosjektering | <input type="checkbox"/> Høyere anerkjennelse av bedriften |
| <input type="checkbox"/> Økt fortjeneste | <input type="checkbox"/> Andre |
| <input type="checkbox"/> Færre defekter og forbedret kvalitet | |

Spørsmål 18: Kunne du tenke deg å ta del i et oppfølgingsintervju?

- Ja
- Nei

Vedlegg B: Intervjuguide

- **Individuelt, semistrukturert intervju**
- **Varighet: 30-45 min**

Tema

Suksessfaktorer og barrierer ved implementering av Lean Construction i norske byggebedrifter

Problemstilling

Hvilke suksessfaktorer og barrierer er det viktigste ved implementering av Lean Construction i din bedrift?

Form

En forsker møter respondenten. Intervjueren tar ikke notater, men tar opp hele intervjuet på lydbånd. Intervjueren starter intervjuet med en kort og uformell samtale, og leder respondenten gjennom intervjuet med noen nedskrevne spørsmål, samt oppfølgingsspørsmål som tas på sparket.

1. Rammesetting
 - Uformell samtale (2 min)
 - Informasjon om prosjektet og problemstillingen
2. Erfaringer
 - Overgangsspørsmål (5-10 min)
 - Avdekke erfaring og kjennskap til problemstillingen
3. Fokusering
 - Nøkkelspørsmål (20-30 min)
 - Oppfølgingsspørsmål eller sjekkliste
4. Tilbakeblikk
 - Oppsummering (3 min)
 - Avklaring

1. Rammesetting

- *Uformell samtale (3min)*
 - Informasjon om prosjektet og problemstillingen
 - Bakgrunn og formål for samtalen
 - Forklar hva intervjuet skal brukes til
 - Avklar spørsmål rundt anonymitet og taushetsplikt
 - Spør om respondenten har spørsmål eller om noe er uklart
 - Informer om lydopptak hvis aktuelt, sørge for samtykke til evt. opptak

Start lydopptak

2. Erfaringer

- *Overgangsspørsmål (5-10 min)*
 - Avklar og ta utgangspunkt i respondentens erfaring med eller kjennskap til temaet / problemstillingen
 - Navn, bedrift, stilling, års erfaring, utdanning, hvem er kundene deres?
 - Hva slags erfaringer har du med Lean Construction?
 - Hvordan jobber bedriften din med Lean Construction?
 - Har du noen personlige erfaringer med Lean?
 - Har andre i bedriften erfaringer med Lean?

3. Fokusering

- *Nøkkelspørsmål (20-30 min)*
 - Jeg har gjort en lengre litteraturstudie og der har det kommet fram at det er en ganske utbredt oppfatning om at byggebransjen preges av ineffektivitet og stort forbedringspotensial. I hvilken grad mener du at Lean Construction kan være en løsning på disse problemene?
 - I hvilken grad føler du at Lean Construction blir benyttet i den norske byggebransjen i dag?
 - Prinsippene innen Lean er relativt enkle, hvorfor er det da problemer med forståelsen av det?
 - For de viktigste suksessfaktorene som er funnet gjennom spørreundersøkelsen; Hvordan og hvorfor oppstår de?
 - For de viktigste suksessfaktorene som er funnet gjennom spørreundersøkelsen; hvordan kan vi på best mulig måte sørge for å legge til rette for dem?
 - Hva vil du selv si er de viktigste suksessfaktorene for en vellykket implementering av Lean Construction og andre av nye filosofier/prosesser i en bedrift?
 - For de viktigste barrierene som er funnet gjennom spørreundersøkelsen; Hvordan og hvorfor oppstår de?

- For de viktigste barrierene som er funnet gjennom spørreundersøkelsen; hvordan kan vi på best mulig måte sørge for å forhindre at de oppstår eller løse dem?
- Hva vil du selv si er de viktigste barrierene for en vellykket implementering av Lean Construction og andre av nye filosofier/prosesser i en bedrift?
- Hva vil du selv si er de viktigste barrierene man må unngå for en vellykket implementering av Lean Construction og andre av nye filosofier/prosesser i en bedrift?
- Sånn du ser det, hva er de største fordelene Lean Construction tilbyr?
- Hvar betyr ordet sløsing for deg?
- Hvor god kjennskap har du til de 7 kildene av sløsing?
 - Overproduksjon
 - Omarbeid/Defekter
 - Venting
 - Mellomlagring/lagring
 - Bevegelse
 - Transportering
 - Overprosessering/behandling
 - Utnyttet kreativitet og ikke utnyttet kunnskap
- Hva er din oppfattelse av sløsing i byggebransjen
- Så vidt jeg vet har vi et rent fag som tar for seg Lean Construction. Synes du det burde være et større fokus på Lean i universitetspensumet for å øke bevisstheten og forståelsen rundt Lean?
- Finnes det andre måter å øke bevisstheten og forståelsen rundt Lean i bransjen?
- Vil du anbefale bedrifter å ansette eksterne Lean-konsulenter? Og i så fall hvorfor?

4. Tilbakeblikk

- *Oppsummering (3 min)*
 - Intervjuer oppsummerer muntlig og går gjennom de viktige punktene som kom frem i løpet av intervjuet
 - Avklaring
 - Avklare misforståelser, spørre om man har forstått riktig dersom noe er uklart
 - Spørre om det er noe mer respondenten ønsker å legge til

Stopp lydopptak

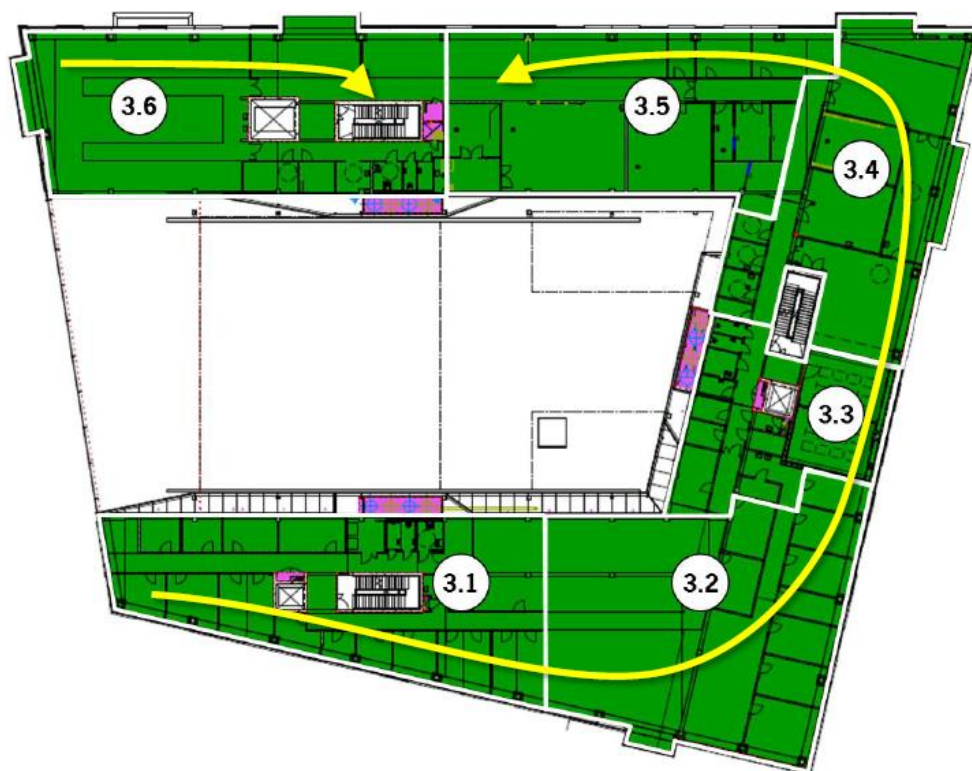
Vedlegg C: Taktplanlegging på KHiB-prosjektet



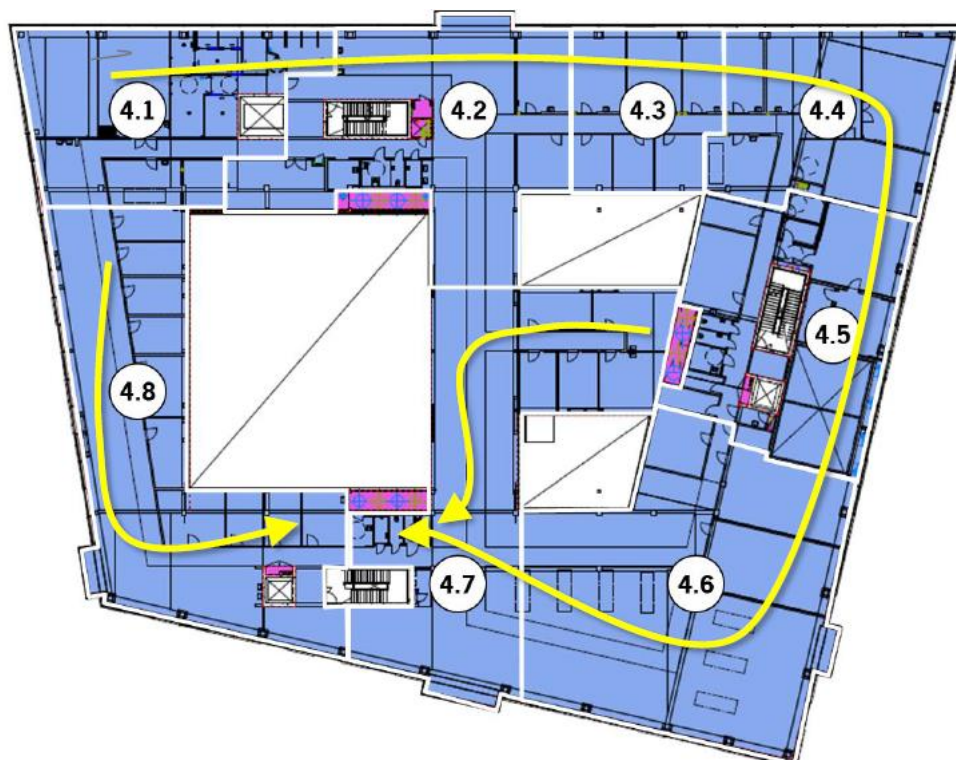
Figur C.1: Oversikt over ulike konstruksjonsområder



Figur C.2: Arbeidsretning for tog i hele bygget



Figur C.3: Arbejdsretning for tog i 3. etasje



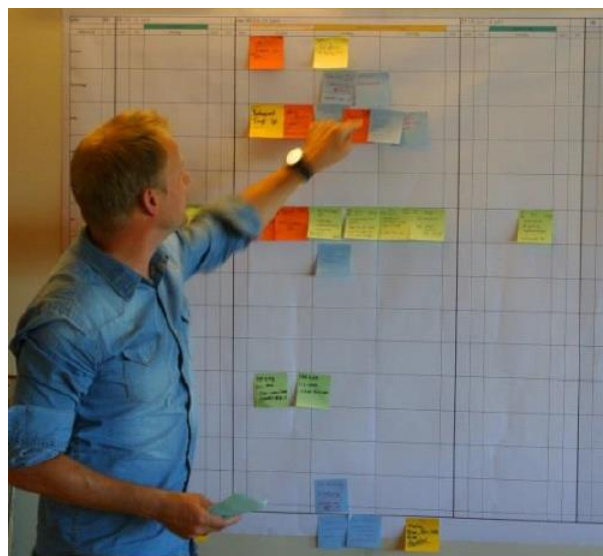
Figur C.4: Arbejdsretning for tog i 4. etasje

Vedlegg D: Bilder fra KHiB-prosjektet

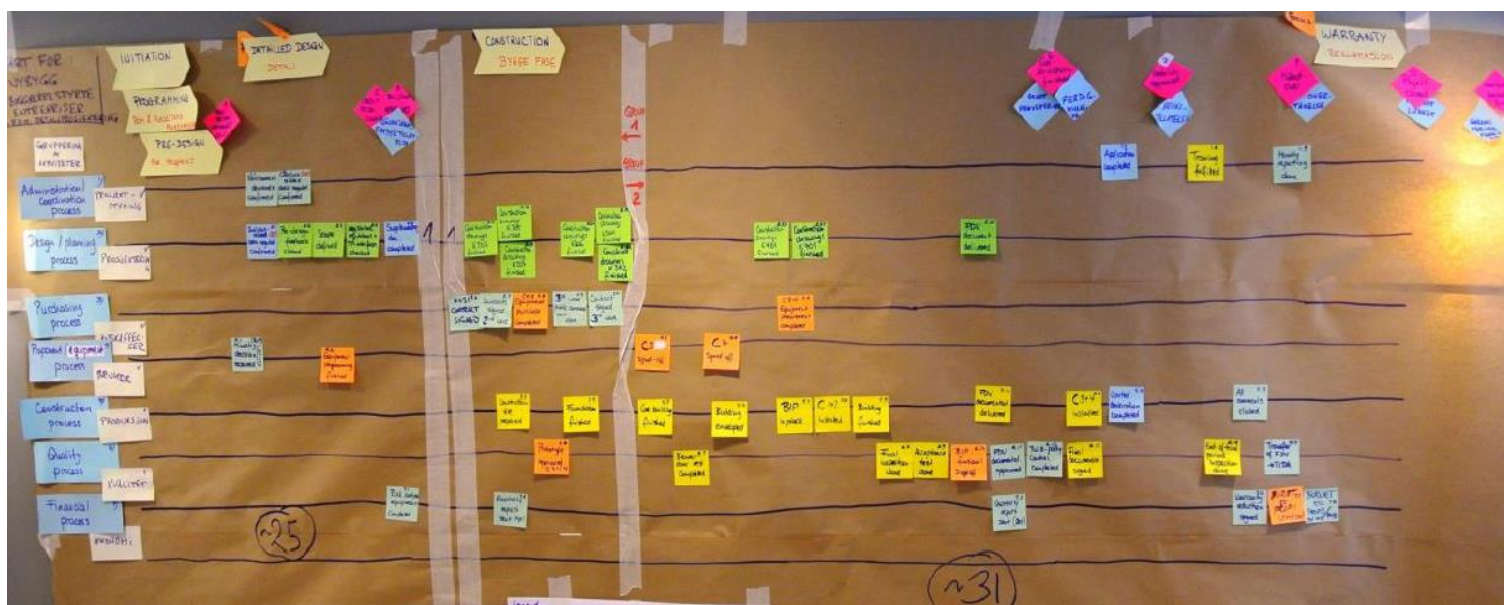
- Bakoverplanlegging ved hjelp av prosesskart



Figur D.1: Utarbeiding av prosesskart



Figur D.2: Utarbeiding av prosesskart



Figur D.311: Prosesskart



Figur D.4: Arbeid med BIM-kiosk (Foto: Snøhetta, Holm, 2016)



Figur D.5: Arbeid med BIM-kiosk (Foto: Snøhetta, Holm, 2016)