



Universitetet
i Stavanger

DET TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

BACHELOROPPGAVE

Studieprogram/spesialisering:
Byggingeniør / Teknisk Planlegging

Vårsemesteret, 2021
Åpen / ~~Konfidensiell~~

Forfatter: Abilasch Vicknakumar



(Signatur Forfatter)

Veileder(e):
Chandima Ratnayake Mudiyanse (UiS)

Tittel på bacheloroppgaven: Hvilke utfordringer og erfaringer finnes det ved implementering av Lean i byggebransjen, samt muligheter for digitalisering av Lean i bransjen.

Engelsk tittel: Challenges and experiences in implementing Lean in the construction industry, as well as opportunities for digitization of Lean in the industry

Studiepoeng: 20

Emneord:
Lean
Last Planner System
Involverende Planlegging
Toyota Kata
Lean Construction
Digitalisering

Sidetall: 72
+ vedlegg/annet: 4

Stavanger, 15.05.2021 dato/år

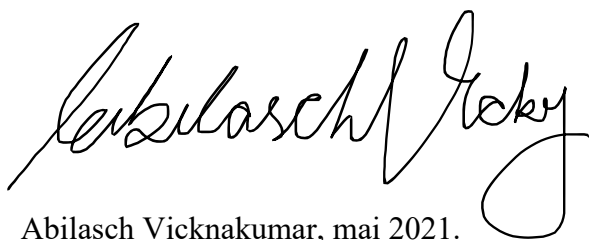
Forord

Denne bacheloroppgaven markerer slutten på et bachelorstudium, skrevet ved det teknisk-naturvitenskapelige fakultet ved Universitetet i Stavanger. Dokumentet er et selvstendig arbeid som er skrevet i løpet av våren 2021.

Denne oppgaven har som formål å utforske hvilke utfordringer og erfaringer det finnes ved implementering av Lean i byggeprosjekter, samt se på muligheter for digitalisering av dette. Den initiale planen var å få et innblikk inn i pågående prosjekter og analysere disse, men med tanke på dagens situasjon og den pågående pandemien, ble det omgjort til et teoretisk dokument.

Jeg vil rekke en stor takk til Backe AS som hjalp til med å finne relevante tema til bacheloroppgaven under et semester utenom det vanlige. I tillegg var det svært behjelpelig med å gi svar på eventuelle spørsmål gjennom intervjuobjektene, til besvarelse til oppgaven.

I tillegg vil jeg uttrekke en stor takk til kontaktpersonen på UiS, Ari Krishna, som har bidratt med stor hjelp grunnet utfordringer knyttet til det eksterne utenfor oppgaven.



Abilasch Vicknakumar, mai 2021.

Sammendrag

Bygg- og anleggsbransjen har i flere år forsøkt å bremse produktivitsnedgangen den har hatt de siste årene. Derfor kikkles det kontinuerlig på å forskjellige måter å gjøre både prosjekter og prosesser digitaliserte på. I forbindelse med dette er det blitt introdusert en metodikk/filosofi og tankegang som heter Lean innad bransjen. I denne oppgaven skal det forsøkes å besvare problemstillingen:

«Hvilke utfordringer og erfaringer finnes det ved implementering av Lean i byggebransjen, samt muligheter for digitalisering av Lean i bransjen.»

Ved utarbeidelse av problemstillingen nevnt ovenfor er det hovedsakelig gjennomført en litteraturstudie, i tillegg til intervju med 5 ulike personer i byggebransjen fra ulike aktører (se **tabell 3**) med kjennskap til Lean metodikken og som hyppig tar i bruk digitale verktøy for å gjøre hverdagen enklere.

Ettersom Lean er et relativt nytt konsept i bygg-bransjen, har den lenge vært en sentral del av bedriftsstyringen i Japan og da spesielt i Toyota Motor Company. Det er forsøkt å implementere metodikken i varierende grad i resten av verden, og det som går igjen i ulike prosjekter er at det stadig gir gode resultater og erfaring innenfor filosofien.

I Toyota Motor Company (TMC) sin tilnærming av Lean, ser vi at denne metodikken mest blir benyttet innen produksjonsteknikken. Derfor varierer det i alle bedrifter når de skal omforme denne metodikken over i prosjektering og prosjektbasert produksjon. Det finnes for eksempel eksterne aktører som Lean Construction som aktivt jobber med å få til overgangen blant ulike bedrifter. Last Planner System er en sentral del av Lean Construction, som en måte å planlegge og styre prosjekter på.

Ulike erfaringer oppgitt under intervju tilsier at en implementering av Lean viser seg å være langt fra problemfritt, og i litteraturstudiet kommer det altså frem at det fort kan være problematisk å vise gevinsten til alle involverte.

Involverende Planlegging (IP) er en tolkning av Last Planner System som Veidekke har utført og implementert i mange av sine ulike prosjekter gjennom årene. I denne oppgaven har jeg

valgt å få en innsikt inn i hva Involverende Planlegging (IP) er og hva erfaringene til Veidekke er, som har tatt dette i bruk.

I tillegg til implementering av Lean i byggebransjen, søkes det aktivt etter måter å potensielt kunne digitalisere prinsippene i Lean, eventuelt gjøre Lean lettere å ta i bruk ved å ta i bruk digitale hjelpemidler/verktøy. Intervjuobjektene har blandede relasjoner til digitaliseringen, da digitale verktøy er under utvikling, og ikke optimalt tilpasset per dags dato. Ettersom Lean er en metodikk og en holdning som må implementeres i alle ansatte for å kunne samkjøres i plenum, er det viktig at denne modenheten utvikles og en forbedringskultur skapes, før man kan gå over på det digitale.

Gjennom oppgaven kommer det frem både gode og ikke så gode erfaringer med bruk av Lean, ulike måter å få dette implementert på og digitale prosesser som kan være med på å påvirke den positive implementeringen. I tillegg kommer det også fram at en implementering av Lean har gitt store gevinster, og at man fort kan få et skifte i hvordan planlegging er strukturert.

Summary

The construction industry has for several years tried to slow down the decline in productivity it's been experiencing the last few years. Therefore, we are constantly looking at different ways to digitize both projects and processes. In connection with this, a methodology/philosophy and way of thinking called Lean within the industry has been introduced. In this thesis, an attempt will be made to answer the main issue:

"What challenges and experiences are there, when implementing Lean in the construction industry, as well as opportunities for digitization of Lean in the industry".

In preparing the problem mentioned above, a literature study has mainly been carried out, in addition to interviews with 5 various people in the construction industry from different companies (**table 3**) with knowledge of the Lean methodology and who frequently use digital tools to make everyday life a little easier.

As Lean is a relatively new concept in the construction industry but has long been a central part of corporate governance in Japan and especially in Toyota Motor Company. Attempts have been made to implement the methodology to varying degrees in the rest of the world, and what is repeated in various projects is that it constantly gives good results and experience within the philosophy.

In Toyota Motor Company's (TMC)'s approach to Lean, we see that this methodology is mostly used in production technique. Therefore, it varies in all companies when they are to transform this methodology into project and project-based production. There are, for example, external players such as Lean Construction who are actively working to bring about the transition among various companies. Last Planner System is a central part of Lean Construction, as a way to plan and manage projects.

Various experiences stated during the interview indicate that an implementation of Lean turns out to be far from problem-free, and in the literature study it thus emerges that it can quickly be problematic to show the benefit to everyone involved.

Involving Planning (IP) is an interpretation of Last Planner System that Veidekke AS has carried out and implemented in many of their various projects over the years. In this

thesis, I have chosen to gain an insight into what Involving Planning (IP) is and what the experiences of Veidekke AS are, which have used this.

In addition to the implementation of Lean in the construction industry, there is an active search for ways to potentially be able to digitize the principles in Lean, possibly making Lean easier to use by using digital aids/tools. The interviewees have mixed relationships with digitalization, as digital tools are under development, and not optimally adapted as of today. As Lean is a methodology and a mentality that must be implemented in all employees in order to be able to coordinate in plenary, it is important that this maturity among the workers are developed and a culture of improvement is created, before one can move on to digitalize this.

The thesis reveals both good and not so good experiences with the use of Lean, different ways to get this implemented and digital processes that can help to influence the positive implementation. In addition, it also emerges that an implementation of Lean has yielded great gains, and that one can quickly get a change in how planning is structured.

Tabell-liste

<i>Tabell 1 - Forskningsspørsmål til oppgaven</i>	5
<i>Tabell 2 - Oppgavens Utforming</i>	6
<i>Tabell 3 - Oversikt over treff i litteratursøk gjennomført i Oria og Google Scholar</i>	11
<i>Tabell 4 - Oversikt over Intervjuobjektene</i>	13
<i>Tabell 5 - Erfaringer</i>	38

Figur-liste

<i>Figur 1 – Strategi for litteratursøk</i>	12
<i>Figur 2 - De 5 hovedprinsippene innenfor Lean</i>	17
<i>Figur 3 - "The 7 wastes + 1"</i>	19
<i>Figur 4 - Elementene i Last Planner System</i>	28
<i>Figur 5 - Pull-planning ved bruk av Post-it lapper</i>	30
<i>Figur 6 - Ullersmo Fengsel; Bygg M2015</i>	40
<i>Figur 7 - Radisson Blu Atlantic Stavanger</i>	42
<i>Figur 8 - SUS2023 Prospekt</i>	44

Akronymer

BIM - Building Information Modeling

WIP – Work in Progress

LCI - Lean Construction Institute

PDCA – Plan Do Check Act

TPS - Toyota Production System

IP - Involverende Planlegging

TMC - Toyota Motor Company

CPM – Critical Path Method

JIT – Just in Time

Innholdsfortegnelse

Forord	II
Sammendrag	III
Summary	V
Tabell-liste	VII
Figur-liste	VII
Akronymer	VII
Kapittel 1: Introduksjon	4
1.1 Digitalisering av bygge bransjen.....	4
1.2 Formål og problemstilling.....	5
Tabell – Forskningssspørsmålene i oppgaven	5
1.4 Utfordringer	5
1.5 Standardisering: Frigjør kreativitet og er mer økonomisk.....	6
1.6 Oppgavens utforming	6
1.7 Deklarasjon og avgrensninger av oppgaven	8
Kapittel 2 – Metodebeskrivelse	9
2.1 Metode	9
2.1.1 Kvalitativ og kvantitativ metode.....	9
2.1.2 Tilnærming (Induktiv og deduktiv).....	10
2.2 Anvendte metoder	10
2.2.1 Litteraturstudie.....	10
2.2.2 Kvalitative intervjuer	12
2.2.3 Intervjuobjekter.....	13
2.3 Metodekvalitet	14
2.3.1 Reliabilitet.....	14
2.3.2 Validitet	14
2.3.3 Fordeler og ulemper ved metodene.....	15
Kapittel 3 – Lean	16
3.1 Bakgrunn	16
3.2 Hovedprinsippene innenfor Lean.....	16
01 Definere Verdi	17
02 Kartlegg verdistrømmen	17
03 Lag flyt (Flow).....	18
04 Etablere Trekk (Pull)	18
05 Perfeksjon	18
3.3 «The Seven Wastes».....	18
Mangler (Defects).....	19
Overproduksjon (Overproduction).....	19

Venting (Waiting)	20
Transport (Transportation)	20
Inventar (Inventory)	20
Unødvendig bevegelse (Motion)	20
Unødvendig arbeid (Extra Processing)	21
Underutnyttelse av arbeidernes kunnskap (Unused Talent)	21
<i>3.4 Lean Construction</i>	21
<i>3.5 Bruk av Lean i praksis</i>	22
<i>3.6 Utfordringer knyttet til bruk av Lean</i>	22
Kapittel 4: Toyota	24
<i>4.1 Toyota Kata</i>	24
<i>4.2 Improvement Kata</i>	24
<i>4.3 Implementering av kata</i>	25
<i>4.4 Fordeler og Ulemper ved implementering av «Improvement Kata»</i>	26
Kapittel 5: Last Planner Schedule og Involverende Planlegging	27
<i>5.1 Koskelas Teori</i>	27
<i>5.1 Plannivåer i Last Planner System (LPS)</i>	28
5.2.1 Beskrivelse av de 5 ulike elementene i LPS, basert på (Richert, 2017)	29
<i>5.2 Pull Planning</i>	30
5.3.1 Lage milepæler	31
5.3.2 Legge til aktiviteter	31
5.3.3 Vurdere begrensninger	31
<i>5.3 Prosent Planlagt Utført (PPU)</i>	31
<i>5.5 Sunne aktiviteter</i>	32
5.5.1 Beskrivelse av de syv forutsetningene som omtegner en sunn aktivitet.	32
<i>5.6 Last Planner System videre</i>	33
<i>5.7 Involverende Planlegging (IP)</i>	34
5.7.1 Involverende Planlegging handler primært om basert på (Veidekke Entreprenør AS, 2015)	34
5.7.2 Hovedelementene i Involverende Planlegging	34
5.7.3 Rullerende Tidsplanlegging	35
5.7.4 Last Planner System (LPS) mot Involverende Planlegging (IP)	36
<i>5.8 Initial Implementering av Involverende Planlegging (IP)</i>	36
<i>5.9 Prosjekter (Pilot)</i>	37
<i>5.10 Videreutvikling av Involverende Planlegging (IP)</i>	39
Kapittel 6 – Prosjekter som har tatt i bruk Lean	40
<i>6.1 Ullersmo Fengsel – Akershus</i>	40
<i>6.2 Radisson Blu Atlantic – Stavanger</i>	42
<i>6.3 SUS2023 - Stavanger Universitetssykehus på Ullandhaug</i>	44
Kapittel 7 – Synergier mellom Lean og Digitalisering	46
<i>7.1 Visualisering</i>	46
<i>7.2 Fleksibilitet</i>	46
<i>7.3 Samarbeid</i>	47

7.4 Involvering av aktører	47
7.5 Reduksjon av inventar	47
Kapittel 8 – Resultater	49
8.1 Kunnskap og holdninger til Lean.....	49
8.1.1 Utviklingen av Lean i framtiden	49
8.1.2 Suksessfaktorer og barrierer for vellykket implementering av Lean	50
8.1.3 Synergier mellom Lean og digitalisering av Lean	50
Kapittel 9 – Diskusjon	52
9.1 FS1: Hva er premissene for implementering av Lean og digitalisering av Lean?	52
9.2 FS2: Hvordan benyttes Lean og digitalisering om hverandre og hvilke fordeler gir dette?	53
9.3 Utfordringer med Lean.....	54
9.4 Erfaringer med Lean	55
9.5 Digitalisering av Lean	56
Kapittel 10: Konklusjon	58
10.1 Anbefalinger for videre arbeid.....	60
Bibliografi.....	62
Vedlegg:	64
Vedlegg A:.....	64

Kapittel 1: Introduksjon

1.1 Digitalisering av bygge bransjen

I dagens samfunn benytter vi oss i stor grad av teknologi og digitaliserte programmer. Dette gjelder også for byggebransjen. Ifølge en undersøkelse utført av Norstat, på vegne av Cramo og Construction city kom det fram at 89 prosent sier at de jobber med innovasjoner innen teknologi (COMPUTERWORLD, 2020). Herunder tilsier også at 59 prosent jobber med Bygningsinformasjonsmodellering (BIM), 47 prosent oppgir smarte sensorer og 24 prosent oppgir bruk av droner (COMPUTERWORLD, 2020). Dette tilsier at det stadig jobbes mer strategisk og systematisk med innovasjon i bransjen. Økt bruk av digitalisering i byggebransjen bidrar til flere samarbeid på tvers av bransjer hvor alle har et felles mål, å levere et produkt med høy livskvalitet, kortere gjennomføringstid og lavere prosjektkostnad.

Gjennom lang tid har Norge vært å regne som pionerer innen bruk av Bygningsinformasjonsmodellering – eller BIM. Det norske miljøet består av ulike aktører fra forskjellige deler av næringen som tidlig dannet et samarbeidsforum for å lære mer om BIM, ta i bruk løsningene dette innebærer – og ikke minst være delaktige i å utvikle dette verktøyet både her hjemme og ute. I 2019 var det 400 år gamle japanske selskapet Takenaka på besøk hos Backe Entreprenør for å lære om bruken av BIM på byggeplass. Japanske Takenaka bruker åpen BIM, men ønsker å lære mer om hvordan det faktisk fungerer ute på byggeplass, og da så de til Norge.

Prosjektering og byggeplassen med en mer digitalisert tilnærming har vist seg å gi positive effekter, blant annet økt økonomisk bærekraft og mer miljøvennlig. I tillegg minsker feilmarginen under byggeprosessene. Det som også må understrekes, er at det ikke bare er byggeprosessen, men også innholdet i bygningene. I dette området kan tilgjengelige digitale verktøy bidra til å få en bedre oversikt over levetid, materialbruk, energibruk, maksimalt ønskede klimagassutslipp, dimensjoner, funksjoner og ikke minst driftskostnader. Prosesser kan enkelt effektiviseres og ressursbruk kan rettferdiggjøres ved hjelp av denne digitaliseringen.

1.2 Formål og problemstilling

Formålet i oppgaven er å ta i bruk litteraturstudie og kvalitativ metode til å evaluere utfordringer og erfaringer ved implementering av Lean i byggebransjen, samt muligheter for digitalisering av Lean. Problemstillingen til oppgaven lyder som følger:

«Hvilke utfordringer og erfaringer finnes det ved implementering av Lean i byggebransjen, samt muligheter for digitalisering av Lean i bransjen.»

Tabell – Forskningsspørsmålene i oppgaven

Tabell 1 - Forskningsspørsmål til oppgaven

FS1:	Hva er premissene for implementering av Lean og digitalisering av Lean?
FS2:	Hvordan benyttes Lean og digitalisering om hverandre og hvilke fordeler gir dette?

1.4 Utfordringer

Selv om digitalisering er den nye veien å gå, krever dette omstillinger blant de ansatte i bransjene. Ettersom dette krever innføring av nye programmer enn det ansatte er vant til den dag i dag, vil dette følge med varierte holdninger. Det vil si at det fort kan være noen som vil stille seg imot å ta dette i bruk, til andre som for eksempel har vansker med å forstå og lære. Dette fører til at dette kreves grundig opplæring til de ansatte, spesielt de eldre. Dette vil igjen føre til større kostnader for bedriften, jo lengre tid dette tar å få implementert.

Andre utfordringer kan være digitale håndholdte enheter som ofte brukes på byggeplassen nå for tiden. Dette brukes for å viderefremme meldinger og annen nyttig informasjon rundt omkring på byggeplassen. Utfordringer én kan møte på er at skjermen som blir brukt er for liten for å få mest mulig informasjon, eller at værforhold kan påvirke de elektriske elementene på nettbrettet. Siden det også er påbud med hansker og annet verneutstyr, kan navigering og manøvrering av programmer på digitale håndholdte enheter bli vanskelig eller nesten umulig, med mindre det lages hansker til berøringsskjerm som innfrir standarden for verneutstyr på byggeplassen (Halvorsen, 2021).

Det er i tillegg anstrengende å finne programmer som går i et med hverandre, det vil si det å flytte filer frem og tilbake mellom programmer uten at noe går galt i kommunikasjonen

mellom filene. Ettersom det er forskjellige underaktører som jobber sammen innad det samme prosjektet er dette feltet et sted hvor man stadig møter på problemer.

1.5 Standardisering: Frigjør kreativitet og er mer økonomisk

Ved digitalisering blir metoder som automatisering og standardisering ofte brukt. Selv om dette kan tyde på at bygg opptrer ensartede og kjedelige på den ene siden, vil heller dette være en metode som effektiviserer bygget. Ressurser og tid flyttes til der verdi skapes. Arkitekter og ingeniører kan finne brukervennlige og gode designløsninger som fungerer estetisk og funksjonelt. Så ved å standardisere og effektivisere deler av prosessen, frigjøres kreativ kapasitet til det som hever kvaliteten til et bygg.

Standardisering av metoder og bruk av digitale verktøy i forbindelse med byggeprosessen, vil være med på å minske ressurser tilknyttet dette. Lean er en av metodene som blir brukt i dag, hvor det settes et stort fokus på nettopp standardisering, slik at nødvendige prosesser blir ferdig på mest effektiv og minst tidskrevende måte. Ved bruk av denne metoden, kan det benyttes ressurser på andre ting som øker verdien til det som er ferdigstilt.

1.6 Oppgavens utforming

Tabell 1 Oppgavens Utforming

Kapittel	Kapittelets kontekst
1. Introduksjon	Dette kapitlet gir en introduksjon til bakgrunnen, tema for oppgaven, samt dens avgrensinger, oppbygging og til slutt en deklarasjon
2. Metode	I dette kapitlet vil det bli gjort rede for vanlige forskningsmetoder. Videre vil det bli beskrevet hvilke metoder som anvendes i denne oppgaven og vurderingene som ligger til grunn for valg av metoder
3. Lean	I dette kapitlet vil det bli presentert hvordan bygg industrien har tatt i bruk prinsippene i produksjonssystemet til Toyota Production System og omgjort til prinsippene til filosofien i Lean Construction. Det vil i tillegg bli presentert

	grunnleggende prinsipper i Lean og to forskjellige Lean metodikker.
4. Toyota	I dette kapitlet tar vi for oss historien bak Toyota Production System sin historie og tankegang som seinere blir implementert i Lean Construction.
5. Last Planner System & Involverende Planlegging	I dette kapitlet definerer vi de to metodikkene i Lean Construction. Her går vi litt i dybden innad de ulike metodikkene og avslutter med hvordan disse to skiller seg ut ifra hverandre.
6. Prosjekter	I dette kapitlet tar vi et innblikk i pågående og tidligere prosjekter som har tatt i bruk Lean.
7. Synergier	I dette kapitlet skal samspillet mellom Lean og digitalisering av Lean forstås, og hvordan disse to kombinert kan gi stor effekt.
8. Resultater	I dette kapitlet vil resultater fra litteraturstudie og resultater fra intervjuobjekter fremstilles.
9. Diskusjon	Her vil problemstillingen i oppgaven bli drøftet med bakgrunn i litteraturen i teorikapitlene og funnene gjort.
10. Konklusjon	I dette kapitlet vil oppgavens konklusjon bli presentert. Konklusjonen oppsummerer oppgaven og besvarer oppgavens problemstilling. I tillegg vil det bli gitt et forslag til videre arbeid.
Bibliografi	Her vil det bli presentert en oversikt over all litteratur i oppgaven bli presentert.
Vedlegg	Det vil kun være ett vedlegg til denne oppgaven, intervjuguiden som ble benyttet under intervjuene.

1.7 Deklarasjon og avgrensninger av oppgaven

Funnene gjort i litteraturstudiet er basert på undertegnedes tolkninger. Derfor vil innholdet skrevet i resultat-, og konklusjonsdelen basere seg på disse tolkningene. Derfor kan det hende at det har blitt gjort feiltolkninger av de empiriske dataene som er opparbeidet gjennom litteraturstudie og intervjuene. Dermed kan ikke intervjuobjektene som har deltatt i studien stilles ansvarlig for innholdet i oppgaven.

Begrensinger i oppgaven vil blant annet være tidsperspektivet til oppgaven, da en er nødt til å begrense antall casestudier og intervjuer for å få et håndterbart omfang. Spesielt med en pågående pandemi, vil en møte på utfordringer knyttet til casestudier. Interne ressurser i pågående prosjekt eller entreprenører vil ikke nødvendigvis fortelle den fulle sannhet hvis dette setter bedriften eller prosjektet i et dårlig lys. Grunnet COVID-19 har det ikke vært mulig å opparbeide erfaringer ved fysiske befaringer av byggeprosjekt til casestudier.

Kapittel 2 – Metodebeskrivelse

2.1 Metode

I dette kapitlet vil metodene som er benyttet i denne bacheloroppgaven belyses. Formålet med dette er å fremme forskningsmetodene som er blitt tatt i bruk til innhenting av informasjon for å kunne besvare problemstillingen. Leseren skal da gjennom beskrivelsen kunne vurdere grunnlaget som resultatet er utformet på. Det vil også bli gjort beskrivelser av andre metoder som ikke har blitt brukt og vurderinger vedrørende dette.

Definisjon av Aubert, gjengitt i Hellevik:

«En metode er en fremgangsmåte, et middel til å løse problemer og komme fram til ny kunnskap. Et hvilket som helst middel som tjener dette formålet, hører med i arsenalet av metoder.» (Hellevik, 2002)

2.1.1 Kvalitativ og kvantitativ metode

Metodene som benyttes kan enten være kvalitative eller kvantitative. Kvalitative metoder brukes når hensikten er å studere eller gå i dybden av en idé, en case eller en teori (Holme & Solvang, 1997). Ved å ta i bruk kvalitative metoder er hovedmålet å tilegne seg en god og bred helhetsforståelse. Dette kan oppnås ved å undersøke og analysere data fra intervjuer, observasjoner, dokumentanalyser og casestudier.

Kvalitativ metode er forskningsmetoder som brukes ved innsamling og analyse av kvalitative data. Dette er data som vanligvis foreligger i form av tekst, i motsetning til kvantitative data, som uttrykkes i form av tall eller andre mengdetemer. Hensikten med kvalitative studier er gjerne å oppnå dybdekunnskap og helhetlig forståelse av spesifikke kontekster, eller å utvikle begreper, kategorier og typologier. Slike studier kan også ta sikte på å formulere hypoteser og teorier eller å foreta teoretisk generalisering (Grønmo, 2020).

Kvantitativ forskning tar utgangspunkt i store mengder data som ofte presenteres i tabeller, figurer og statistikk. Dersom det eksisterer større mengder forskningsdata, sekundærdata eller empirisk data man samler inn selv, kan denne metoden tas i bruk (Kaiser, 2015). Kvantitative metoder er ofte avhengige av gode tolkninger da dataen kun blir presentert gjennom dataanalyser av numre og statistikk. Ettersom byggeprosjekt aldri er like, vil det være vanskelig å utføre kvantitative studier på byggeprosjekter.

Kvantitative forskningsmetode vil ikke bli benyttet i denne oppgaven da det ikke er nok tilgjengelig data innenfor temaet for å kunne besvare oppgaven.

2.1.2 Tilnærming (Induktiv og deduktiv)

Vitenskapelig metode er en kontinuerlig prosess, og måten man velger å besvare hypotesene sine på avhenger av hvor godt samlingen av data henger sammen med forutsigelsene. Grunnet dette, skilles det ofte mellom induksjon og deduksjon. De ulike begrepene forteller hvordan beslutninger blir tatt på bakgrunn av en logisk analyse. I en eventuell deduktiv metode går man ut ifra en teori og gjør tilnærmingen for å teste styrken til den satte teorien.

Den induktive fremgangsmåten går ut på å samle inn kunnskap ved å gå fra empirisk data som for eksempel undersøkelser, til å opparbeide seg en teori. Denne oppgaven vil ta for seg en induktiv tilnærming da konklusjoner vil bli trukket på grunnlag av et begrenset datagrunnlag.

2.2 Anvendte metoder

I denne oppgaven har jeg valgt å ta i bruk den kvalitative forskningsmetoden for å besvare problemstillingen. Ved den kvalitative metoden vil det først bli utført et litteraturstudium, hvor kunnskap om temaene fra flere synspunkter tilegnes. Deretter vil det bli gjennomført intervjuer for å supplere informasjonen til litteraturen. Dette vil bli utført ved å spørre intervjuobjektene om det man spesifikt lurer på. Til slutt vil det være mulig å diskutere problemstillingen ved å kombinere teorien i litteraturen og erfaringer fra ulike aktører i den norske byggebransjen.

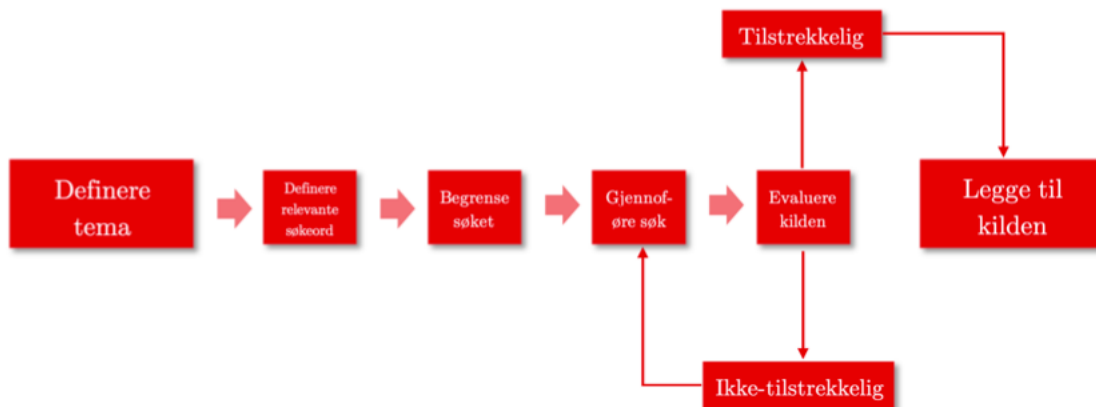
2.2.1 Litteraturstudie

Informasjonen som blir brukt for å danne det teoretiske grunnlaget for oppgaven er innhentet gjennom et litteraturstudium. Etersom det finnes flere ulike måter å finne relevant litteratur på, startet selve prosessen med å planlegge hvilke søkemotorer som skulle benyttes. Valget falt naturlig på Oria og Google Scholar. Oria er Universitetsbibliotekets søkemotor og har tilgang til det meste av artikler, bøker og masteroppgaver. Mens Google Scholar supplerer Oria godt ved å besitte store mengder internasjonal akademisk litteratur. Oppsummeringen av valgte søkeord presenteres i **tabell 2**.

Tabell 2: Oversikt over treff i litteratursøk gjennomført i Oria og Google Scholar

Søkeord	Oria	Google Scholar
Lean	672 597	3 830 000
Lean Construction	81 447	1 840 000
Last Planner System	143 035	358 000
Involverende Planlegging	838	17 600
Toyota Way	87 598	460 000
Toyota Production System	44 913	301 000
Kata	64 365	17 000
Improvement Kata	4190	64 500
Digitalisering	2581	32 800
Digitalisering bygg	326	15 800
Lean Digitalisert	1	1960
DigiLean	6	0

Tallene presentert i tabell 2 viser til at det er mange verk innenfor de store hovedtemaene som går igjen i oppgaven. Ved å spesifisere de ulike temaene mer, ser vi at et stort antall søk bortfaller. Hver for seg, kan vi se at Lean og digitalisering har mange artikler, men kombinert finnes det veldig få. Det ble derfor valgt å se på avhandlinger og store publikasjoner ved hovedtemaene for å så sjekke referansene deres. Ved å gjøre det på denne måten var det mulig for meg å kontrollere og sikre kvaliteten til litteraturen. **Figur 1** viser en veldig oversiktlig fremgangsmåte for litteratursøket.



Figur 1 – Strategi for litteratursøk

Figur 1 – Strategi for litteratursøk

2.2.2 Kvalitative intervjuer

Det ble bestemt å holde intervjuer for å få en direkte oppfatning fra personer i bygge bransjen om deres tanker og meninger rundt implementeringen av Lean og digitalisering av Lean. Det ble valgt å gå for en semistrukturert tilnærming, selv om det finnes flere måter å gjennomføre kvalitative intervjuer på.

I intervjuer basert på semi-strukturert tilnærming er spørsmålene forhåndsbestemte og det er de samme spørsmålene som blir stilt til samtlige intervjuobjekter. Oppfølgingsspørsmål og mer detaljerte spørsmål blir stilt ut ifra det kandidaten forteller. Dette gir intervjuobjektet muligheten til å kommentere det som blir sagt ytterligere. Ulempen ved bruk av semistrukturert intervjuform er at svar varierer avhengig av intervjuobjekt.

Den vanligste formen for intervjuer kalles gjerne semistrukturerte intervjuer (ordet semistrukturert betyr "halvstrukturert, delvis strukturert"). Denne typen intervju kan best beskrives som en samtale mellom forskeren og en respondent, der gangen i samtalen er styrt av forskeren. På forhånd har forskeren laget en intervjuguide, en plan for hvilke temaer hun ønsker å snakke om. Intervjuguiden lages med utgangspunkt i problemstillingen (Andersen, 2020).

I en semi-strukturert intervjuguide er temaene som dekkes i all hovedsak fastlagt på forhånd. Rekkefølgen kan i midlertidig bli bestemt underveis. Dette fører til at intervjuer kan følge intervjuobjektets fortelling og samtidig få informasjon om fastlagte tema. Flexibiliteten

denne typen struktur tilbyr gjør at spørsmålene kan knyttes opp mot intervjuobjektets forutsetninger og samtidig gir rom for at det kan tas opp temaer som ikke er planlagt på forhånd (Wikipedia, 2019).

Det ble utarbeidet en intervjuguide for å holde de semistrukturert intervjuene. Spørsmålene baserte seg på problemstillingen jeg hadde valgt å fordype meg i. Intervjuguiden ble på forhånd av intervjuet, tilsendt involverende intervjuobjekter. Dette ga dem muligheten til å få en kort oversikt over innholdet i bacheloroppgaven og samtidig få en oppfatning av hvilke spørsmål som skal besvares. På denne måten fikk intervjuobjektene forberede seg før intervjuet og intervjuene ville bli utført på best mulig vis.

2.2.3 Intervjuobjekter

Intervjuobjektene ble valgt med utgangspunkt i deres bakgrunn og stilling i organisasjonen. Firmaene ble valgt etter tidligere kjennskap til noen av intervjuobjektene, i tillegg til hjelp fra Backe AS til å finne ulike intervjuobjekter med ulik erfaring innad temaet. Intervjuene foregikk over Microsoft Teams, hvor jeg intervjuet én og én. Årsaken til at disse personene ble utvalgt var grunnet deres blandede roller i ulike firma, som jeg følte var behjelpelig til å danne et helhetlig bilde av erfaringer gjort gjennom Lean.

Tabell 3 Oversikt over Intervjuobjektene

Navn	Firma	År i bransjen	Rolle	Prosjekt
Alisa Nilsen	Backe AS	3	Prosjektleder Trainee	Lyse Nett
Jonas Wilson	Backe AS	17	Kategorisjef Prosessutvikling	Radisson Blu Atlantic Stavanger
Aleksander Thrane Lura	Backe AS	3	Prosjekteringsleder	
Even Kravik	SV Betong	3	Prosjektingeniør	SUS2023
Rune Sørheim	Backe AS	6,5	Anleggsleder	

For å kunne analysere og vurdere innholdet i intervjuene som ble gjort, ble intervjuene tatt opp. Dette ble intervjuobjektene informert om i intervjuguiden, slik at det fikk muligheten til

å gi samtykke. Deretter ble intervjuene transkribert og analysert slik at informasjonen kunne brukes i oppgaven.

2.3 Metodekvalitet

Ettersom metodene som blir valgt i oppgaven legger grunnlaget for kvaliteten, er det viktig å sikre seg troverdighet av informasjonen som er innhentet. Derfor må reliabiliteten og validiteten til informasjonen vurderes. Det er denne informasjonen som skal anvendes for å trekke slutninger, det er derfor viktig å være kritisk til informasjonen.

2.3.1 Reliabilitet

Pålitelighet eller reliabilitet gir en indikasjon om troverdigheten til det som skal undersøkes. Reliabiliteten konstaterer om resultater oppnådd, gir et tilstrekkelig grunnlag for å besvare problemstillingen. Når en kilde har lav reliabilitet, vil ikke kilden egne seg til å benyttes til å besvare problemstillingen. Ved høy reliabilitet kan flere benytte seg av samme kilde og samtidig få de samme resultatene.

I denne oppgaven er det forsøkt å oppnå høy reliabilitet til kildene som er blitt benyttet. I litteratursøket har kildene blitt vurdert etter utgivelsesdato, publiseringskanal og kredibilitet til forfatteren. Kilder som blir benyttet i flere avhandlinger er et godt eksempel på en kilde med høy reliabilitet. Men ved bruk av kvalitative intervjuer kan reliabiliteten være utfordrende. Intervjuobjektene kan være påvirket av faktorer som subjektivitet og personlig erfaring. Dette er noe man må være bevisst på når man bestemmer seg for hvilke personer som skal intervjues, hvordan spørsmålene stilles og hvordan svarene som blir avgitt, tolkes. Hvis flere av intervjuene tilsier den samme informasjonen vil reliabiliteten øke.

2.3.2 Validitet

Gyldighet eller validitet, gir en indikasjon om hvor relevant og anvendelig informasjonen som innhentes er for problemstillingen. Hvis en studie har en ytre validitet, kan resultatene av et begrenset omfang generaliseres. Ved en god indre validitet eller definisjonsvaliditet gis en kontroll over mulige partiskheter. Den indre validiteten vurderer om en valgt indikator faktisk måler det som er ønsket å måle.

For å sikre validitet til kildene brukt i oppgaven har man gått igjennom introduksjonen, sammendraget og konklusjonen til kildene. Det er enklere å sikre validitet til de kvalitative intervjuene da fleksibiliteten er høyere. Ved intervju kan man endre spørsmål eller stille oppfølgingsspørsmål. Der kan man sikre at man får den informasjonen som ønskes. Intervjuobjektene er blitt valgt ut ved at de har en stilling eller rolle som omhandler bruken av Lean på ulike måter. Dette gir et bredt spekter av kunnskap innenfor de respektive temaene, og dermed kan man sørge for høyere validitet. Intervjuguiden som ble sendt ut til intervjuobjektene var også med på å sikre høy validitet, da de fikk muligheten til å forberede seg.

2.3.3 Fordeler og ulemper ved metodene

Fordelen ved å utføre en litteraturstudie er at det finnes et stort utvalg av litteratur innenfor hovedtemaene Lean og digitalisering i bygge bransjen. Derfor er det mulig å sammenligne litteraturen opp mot hverandre. Det ble valgt litteratur med flere siteringer. Fordelen med dette er at det å bruke anerkjente forskere, gir et bedre grunnlag for diskusjon av de empiriske dataene.

En svakhet ved litteraturstudier kan være at noen av kildene som er valgt ut, bygger på hverandre. Dette vil da føre til at temaene kan få en ensidig tilnærming. Ettersom de fleste kildene også var internasjonale, og ettersom det finnes kulturforskjeller i bygge bransjen mellom ulike land, kan det hende at det forekommer noen forskjeller som påvirker fremstillingen. Men det skal sies at Lean er et internasjonalt som har blitt implementert i Norge fra utlandet, og at det derfor ikke burde være store forskjeller.

Den store styrken ved bruk av kvalitative intervjuer er som sagt utformingen av intervjuguiden. Denne fører til at intervjuobjektene får komme forberedt til intervjuet, og misforståelser kan unngås. Bruken av et slikt semistrukturert intervju, gir muligheten for å konkretisere påstander. Hvis intervjuobjektene er på vei ut av spørsmålet, kan man lede dem tilbake til spørsmålet. En annen svakhet er den manglende erfaringen i å gjennomføre intervju. For eksempel kunne det være vanskelig å komme med gode oppfølgingsspørsmål til riktig tidspunkt.

Kapittel 3 – Lean

3.1 Bakgrunn

Begrepet Lean stammer fra produksjonsfilosofien til den japanske bilfabrikanten Toyota Motor Company (TMC) kalt Toyota Production System (TPS) som oppstod på 1950-tallet i Japan. Japan var i etterkrigstiden et land med manglende ressurser som kapital, kvalifisert arbeidskraft og naturareal. For å kunne nøye seg med andre verdenseliter innad bilbransjen måtte da Toyota utvikle nye og innovative teknikker for å drive bilproduksjonen. For å få en bedre oversikt over hvordan dette ble gjort andre steder, bestemte en ung japansk ingeniør ved navn Eiji Toyoda seg for å dra på en 3 måneders pilegrimsreise til USA for å hente inspirasjon fra den veletablerte Ford Motor Company. Ford Motor Company var allerede kjent for sin produksjonseffektivitet (Womack, Jones, & Roos, 1991).

Enkelt fortalt omhandler Lean reduisering av sløsing på alt som finnes av ressurser, dette tilsier da altså tid og kostnad og ser på kundens fullstendige opplevelse av produktets verdi fremfor kostnadselementene. Prinsippene oppfordrer til å skape en bedre flyt i arbeidsprosesser og utvikle en kontinuerlig forbedringskultur. En bedrift kan oppnå å forbli konkurransedyktige ved å praktisere disse prinsippene og samtidig øke verdien levert til kundene og redusere kostnadene som igjen vil øke lønnsomheten til bedriften. (DO, 2017).

Lean kan ofte bli sett på som et sett med redskaper som brukes til å identifisere og kontinuerlig eliminere faktorer som bidrar til sløsing. Etter hvert som disse effektivt elimineres, jobbes det for å forbedre kvaliteten og i tillegg redusere kostnads- og produksjonstiden. Kanban og Value-stream mapping er eksempler på verktøy som blir brukt i fabrikkene til Toyota, men dette kommer vi mer inn på videre i oppgaven.

3.2 Hovedprinsippene innenfor Lean

I boken «The Machine That Changed The World», kom Womack og Jones med en definisjon for de fem prinsippene for Lean produksjon. Prinsippene anses som en oppskrift for å forbedre effektiviteten på arbeidsplassen. Disse oppfordrer til å skape en bedre flyt i arbeidsprosesser og utvikle en kontinuerlig forbedringskultur.



Figur 2 - De 5 hovedprinsippene innenfor Lean

Figur 2 - De 5 hovedprinsippene innenfor Lean (DO, 2017)

01 Definere Verdi

Før man definerer kundens verdi, er det viktig å definere hva verdi er. Å finne verdi handler i bunn og grunn om å oppdage kundens faktiske behov og det de er villige til å betale for. Når kunden har et behov for nye produkter eller teknologier kan det hende at de ikke helt hva de trenger. En kunde er en som venter å resultatet av ditt arbeid. Da er det essensielt å ta i bruk kvalitative eller kvantitative metoder for å avdekke det eksakte behovet.

02 Kartlegg verdistrømmen

I dette prinsippet skal man kunne bruke behovet til kunden for å identifisere aktivitetene som bidrar til å dekke behovet til kunden. Aktiviteter som ikke bidrar til verdi, bør fjernes om de kan. Disse aktivitetene kan deles inn i to undergrupper: ikke-verdifulle aktiviteter som er nødvendige og ikke-verdifulle aktiviteter som ikke er nødvendige. Førstnevnte burde reduseres mest mulig, mens sistnevnte bør elimineres. Dette bidrar til at kunden får dekket behovet sitt, samtidig som at kostnader blir redusert.

03 Lag flyt (Flow)

Ettersom de verdiskapende aktivitetene nå er identifisert, må man sikre flyten av disse uten forstyrrelser eller forsinkelser. For å få dette til, må segmentering av produksjonen og rekonfigurasjon av produksjonstrinnene komme på plass, slik at de utjevner arbeidsmengden. Det vil også være en fordel å skape tverrfunksjonelle avdelinger hvor de ansatte er tilpasningsdyktige med bred kompetanse.

04 Etablere Trekk (Pull)

Lagerbeholdning regnes som et av de største avfallskildene i ethvert produksjonssystem. Målet med et trekkbasert system er å begrense varelageret og arbeid i prosess (WIP) – artikler, samtidig som det sikres nødvendig materiale og informasjon for en jevn arbeidsflyt. Med andre ord tillater et Just-in-time levering (varer ankommer nærmest mulig aktivitetsstart) og produksjon der produkter blir produsert på det tidspunktet det er behov for og akkurat i de mengdene som trengs. Trekkbaserte systemer er alltid opprettet ut ifra kundens sluttbehov. Ved å følge verdistrømmen og jobbe bakover gjennom produksjonssystemet, kan man sikre at de produserte produktene vil være i stand til å tilfredsstille kundens behov.

05 Perfeksjon

Det siste prinsippet er kanskje det mest essensielle. Når de fire foregående prinsippene er fulgt, må man sørge for at disse praktiseres med et mål om forbedring. Man må sørge for at Lean-prinsippene blir en del av hverdagen og organisasjonskulturen. Dette krever at de ansatte streber mot perfeksjon og leverer produkt basert på kundens behov.

3.3 «The Seven Wastes»

Fra de 5 hovedprinsippene til Lean, nevnt ovenfor, kan vi se at fokuset ligger på å kutte aktiviteter som ikke gir en verdi (men danner sløsing). Sløsing er enhver aktivitet eller handling som ikke tilfører verdi for kunden. De syv kildene for sløsing (originalt «muda» på japansk) ble utviklet av Taiichi Ohno, sjefingeniør hos Toyota, som en del av Toyota Production System (TPS). I nyere tid har det kommet en åttende kilde for sløsing. De forskjellige kildene er illustrert i **figur 3** og beskrevet ytterligere under figuren.



Figur 3 - "The 7 wastes + 1"

Figur 3 - «The 7 wastes + 1» (Skhmot, 2017)

Mangler (Defects)

Mangler oppstår som regel når et produkt ikke er egnet for bruk. Dette fører ofte til bearbeiding eller forkastelse av et produkt. Begge tilfelles resulterer i en ekstra kostnad uten noen form for verdi. For å unngå slike mangler er det viktig å se etter feilen som oppstår hyppigst og fokusere på den. Man burde kanskje implementere en prosess som oppdager avvik og ikke lar disse nå produksjonsprosessen. For eksempel ødelagte deler eller defekte deler som må returneres og fikses. En løsning på dette kan være å ta i bruk standardiserte prosesser som sikrer en jevn og feilfri produksjonsprosess.

Overproduksjon (Overproduction)

Når et produkt eller delprodukt blir produsert før det er nødvendig eller etterspurt, kaller vi det overproduksjon. Dette kan ofte skje når man har ledig produksjonskapasitet. Dette fører igjen til høyere lagringskostnad og forhindrer en jevn flyt av arbeid. Dette krever høyere kapitalutgifter for å finansiere produksjonen. Her burde man heller benytte seg av «Just-in-time»-filosofien, hvor produkter kun blir produsert når det er etterspurt. Et eksempel på dette kan for eksempel være for mange goder produsert, «sånn i tilfelle».

Venting (Waiting)

Sløsing ved hjelp av venting inkluderer blant annet personer som venter på materialer eller utstyr, og utstyr som ikke blir brukt. Ventetid oppstår som regel når det er ujevnheter i produksjonssituasjonene. Dette kan ofte medføre til overproduksjon. Eksempler på venting kan være å vente på at datamaskinen skal laste inn et program eller vente på en leveranse.

Transport (Transportation)

Sløsing med transport omfatter transportering av mennesker, verktøy, inventar, utstyr eller produkter som ikke lenger er nødvendige. Overdreven bevegelse av materialer kan ofte føre til mangler og overdreven bevegelse av mennesker kan føre til unødvendige arbeid, utmattelse og kostnader knyttet til transport og arbeid. For eksempel flytte på objekter og materialer fra en plass til en annen.

Inventar (Inventory)

Overflødig lagerbeholdning anses som sløsing. I andre bransjer, som økonomi for eksempel, blir beholdning sett på som en eiendel og er positivt. Leverandører gir også rabatter for bulkkjøp. Dette er da fordi leverandøren da sparer seg selv for lagerplass og kan få til en jevnere flyt i produksjonen uten venting. Ved overflødig lagerbeholdning kan defekter blir skjult da det tar lang tid før produksjonsrelaterte problemer blir oppdaget. Et vanlig resultat av dette vil være å igangsette mer arbeid for å rette opp i feilene. For eksempel, deler og materiale som ikke har blitt levert. En løsning på dette kan være å opprette et køsystem for å forhindre overproduksjon.

Unødvendig bevegelse (Motion)

Unødvendig bevegelse defineres som alle unødvendige bevegelser av mennesker, utstyr eller maskiner. Oppgaver som krever overdreven bevegelse, bør bli omstrukturert for å oppnå et økt HMS-nivå for arbeiderne. Produksjon av bevegelse kan være en repeterende bevegelse som ikke tilfører verdi for kunden. Et eksempel på dette kan være distansen som må tas i bruk for å hente nødvendig utstyr. For eksempel unødvendig bevegelse av arbeidere eller maskineri. En løsning på dette kan være å sørge for at arbeidsplassen er godt organisert med utstyr i nærheten og ergonomiske plasseringer av materialer.

Unødvendig arbeid (Extra Processing)

Denne kategorien innebærer å utføre mer arbeid ved å ha flere trinn eller legge til flere komponenter i et produkt eller en tjeneste enn hva kunden krever. Dette kan for eksempel være produkter av altfor høy kvalitet med kapasitet utover det som kreves, gjennomføring av mer analyse enn nødvendig eller ha mer funksjonalitet i et produkt enn nødvendig. For å unngå dette må man ha en god forståelse av behovet til kunden. Man bør kunne produsere det kunden trenger til de nødvendige mengdene.

Underutnyttelse av arbeidernes kunnskap (Unused Talent)

Den åttende sløsingen var ikke originalt en del av TPS, men er fortsatt en kilde som har blitt anerkjent. Den åttende kilden handler om sløsning av menneskelig potensial. At man ikke benytter seg av menneskelig talent og oppfinnsomhet. Dette skjer ofte i organisasjoner som har et hierarki mellom ledelsen og de ansatte hvor det er lederens ansvar å planlegge, organisere og få til innovasjon av produksjonsprosessen. Arbeidernes ansvar blir bare å følge ordre og utføre planlagt arbeid. Det er ofte de som faktisk gjør arbeidet som er mest kapable til å identifisere problemer og komme med løsninger. Dette problemet er ofte synlig på steder hvor ansatte er lite trent og ikke vet hvordan de skal bruke utstyret effektivt. Eller når ansatte ikke blir utfordret til å tenke innovativt og forbedre arbeidet.

3.4 Lean Construction

Lean er i all hovedsak definert som noe som påvirker både produksjon og prosessene, men i dag finnes det bedrifter som tar for seg Lean på prosjekteringsbasis. Dette vil si at det i praksis er viktig å skape flyt på arbeidsplassen, som at ting går fremover uten forsinkelser eller stans. Ved å benytte seg av Lean Construction skal man altså prioritere flyt-effektivitet over ressurseffektivitet. Det er da også viktig å endre tankegangen man har om seg selv og heller fokusere på helheten.

Et sentralt punkt i denne tankegangen er hva som er målet og hva som skal leveres. Når Lean blir praktisert er det kunden som står i fokus, alt fra tilbakemeldingene til forslagene deres når man skal forme produktet eller tjenesten som blir bestilt. Dette tilsier at hvis man legger inn ressurser på det som faktisk skal levers, finnes det muligheter for å flytte eller fjerne ressurser fra andre områder som ikke blir så viktige.

Et sentralt punkt i Lean er standardisering. Ved standardisering er det optimalt å gjenkjenne prosesser som er gjentakende i et prosjekt, og deretter gjøre observasjoner og målinger på disse, i tillegg til å finne områder som kan utvikles og som har forbedringspotensialer.

Ved bruk av Lean på byggeplassen er det vanlig å ha fortløpende ferdigstillinger. Det vil si områder hvor noe er bygget ferdig, faktisk er ferdigstilt. Dette bidrar til at nødvendige tester og flyten i prosjektet opprettholdes. En annen viktig ting er å ta en titt på prosessene, og identifisere hovedpunktene slik at disse kan prioriteres, og i tillegg sette til side det som blir ansett som støtteprosesser.

3.5 Bruk av Lean i praksis

Lean blir spesifikt brukt både under planleggingsfasen, men også i ettertid på byggeplassen. Byggherren møtes med entreprenør, hvor det lages ukeplan. Ofte planlegges det 2-3 uker i forveien. Dette er med på å øke eierskapet til aktiviteten entreprenøren skal utføre. Dette bidrar til at entreprenøren får en mer aktiv rolle når noe skal planlegges. Dette kan føre til færre forsinkelser grunnet det økte eierskapet og gir et stort spillerom for egne innspill.

Det blir også tatt i bruk tavlemøter, dette er da med innspill og planer på Post-it lapper for bedre synlighet. Tavlemøter blir ofte holdt 3-4 ganger i uken. Her er det vanlig å ha med entreprenørene, slik at de kan komme med kommentarer og egne innspill til aktivitetene sine. Når disse entreprenørene ikke er med, er det helt normalt å gå rundt på byggeplassen, slik at man kan observere og få oppdateringer. I Lean filosofien er det jo dette som strebes etter, at isteden for rapporter og kommandoer, så skal man ut å observere.

3.6 utfordringer knyttet til bruk av Lean

Ved tavlemøtene, diskuteres det ofte rundt de forskjellige aktivitetene og hvor langt man har kommet ut ifra den fastsatte sluttdatoen. Ofte er det slik at aktiviteter avhenger av hverandre, derfor er det viktig at tidsfrister overholdes. Når en aktivitet er fullført, skal andre aktiviteter gjennomføres på samme område. Ved brudd på en frist er det fort gjort at det skaper ringvirkninger for andre aktiviteter som er avhengige av hverandre, som igjen skaper forsinkelser for hele prosjektet. Forsinkelser kan komme av ulike årsaker som at utstyret som skal brukes ikke er tilstrekkelig nok, at leveranser er forsinket eller at maskiner trenger vedlikehold.

Ved planleggelse av en aktivitet er det viktig at denne har en fast sluttdato, grunnet aktiviteter som må begynnes på rett etter. Det å ha entreprenører til å bidra med å sette realistiske frister vil bidra til at det kan være vanskeligere å utsette fristene da entreprenørene har vært med på å bestemme disse, på møter eller på byggeplassen.

Bortsett fra opprettholdelse av sluttdatoer og tidsfrister på aktiviteter, er det ikke store utfordringer ved bruk av Lean. Det er stort sett den samme tankegangen og metodikken som er blitt brukt i lang tid, men at det nå er relativt nylig at begrepet Lean brukes. Det er stort sett annen digitalisering som har flere utfordringer, som 3D/4D-modellering istedenfor plantegninger eller implementering av andre virkemidler fra den digitale verdenen.

Kapittel 4: Toyota

4.1 Toyota Kata

Kata er et japansk ord som beskriver et detaljert mønster av bevegelser som enten blir utført alene eller i flertall.

Bilprodusenten Toyota og bilfabrikkene deres la grunnlaget for begrepet Lean. Toyota har i en god stund blitt ansett som lederne innenfor produsering og produksjon. Gjennom kontinuerlig forbedring og frisinnet leder stil, har de fra tidlig av hevet seg til å være en av de største bilprodusentene i verden.

Selv om organisasjonsstrukturen til Toyota ikke er annerledes enn de andre bilprodusentene, er det andre faktorer som gjør at akkurat disse skiller seg ut. De legger konstant et veldig stort press på forbedringer gjennom det de kaller improvement Kata, som er en form for repeterende rutine som brukes til å både forbedre, utvikle og tilpasse produksjonen. Dette har vært veldig hjelpelig i måten folk jobber sammen og da mer spesifikt, hvordan å styre en organisasjon på mest mulig effektiv måte.

Hovedprinsippene til kataen er å sette en «target condition», det vil si en beskrivelse av en prosess som gjøres på en slik måte som er nødvendig for å oppnå det ønskede utfallet. Det er veldig viktig å ikke misforstå dette som en «target», da dette er et utfall, resultat eller mål. I fabrikkene starter de ikke med å forbedre eller gå fremover før «target condition» er satt. Det er i tillegg essensielt å forstå at «improvement kata» kun omhandler atferds rutiner, altså rutiner om tenkning og gjerninger som tar av våre egenskaper til å forbedre oss og løse problemer.

4.2 Improvement Kata

«Improvement kata» eller forbedrings kataen på godt norsk, er en rutine for å bevege seg fra dagens situasjon til en ny situasjon på en kreativ, målrettet og meningsfull måte. Denne er basert på en firedelts modell:

1. Tanken om en ny visjon eller retning
2. Ta Tak i den nåværende situasjonen
3. Definere det neste målet

4. Gå iterativt mot den nye prosessen, som avdekker hindringer som det må jobbes med.

Forbedrings kata opererer med en visjon som er langsiktig, og som kan representere en ideell situasjon som kanskje ikke kan oppnås. Denne blir sett på mer som en form for veiviser. Når veien er klar, blir ofte kataen brukt på prosess-nivå til å starte med. Deretter begynner man å utvikle en forståelse av den nåværende situasjonen i prosessen. Når denne forståelsen er i gang behøves det ofte førstehånds observasjon og analyse av situasjonen. Ved å ha et godt grep angående den nåværende situasjonen, og den generelle retningen eller målet som skal nås, vil det ta den neste «target conditionen» for prosessen bli beskrevet. Hvordan vil vi at denne prosessen skal gå?

Når denne prosessen er definert, blir det ofte satt i gang en rekke PDCA-sykluser (Plan-Do-Check-Act) tiltak mot «target condition» (måltilstanden). PDCA-syklusene avdekker utforutsatte hindringer som vi behøver å bearbeide for å nå måltilstanden vi har satt. Basert på tilbakemeldingene fra PDCA-syklusene, finner læring og tilpasning sted. De tre nivåene bygger på hverandre, og jo mer forståelse man har av den nåværende situasjonen, desto mer presis måltilstand vil forekomme. Dersom «target condition» er mer presis, vil det være lettere og raskere å gjenkjenne hindringer.

Når det kortsiktige target conditionen er nådd, vil PDCA-syklusen gjenta seg. Årsaken til gjentakelse av de fire nivåene er fordi det kun er de kortsiktige målene som blir nådd, og ikke det langsiktige i helhet. Så for å få best mulig resultat ut av langtidsmålet. Før vi beveger oss fremover er det viktig å reflektere over funn og løsninger fra tidligere forbedrings kata.

4.3 Implementering av kata

Toyota Motor Company har hatt stor suksess med implementering av kata i deres bedrift, men dette er ikke like enkelt å implementere i andre organisasjoner. Dette er det blitt gjort forsøk på flere ganger, og det ender sjeldent med hell. Det handler dessverre ikke bare om å implementere en metode, for å få dette til å funke er man også nødt til å endre tankegangen og rutinene som er nåværende i en organisasjon. Det finnes flere forskjeller i fremgangsmåten og aktivitetene til lederne hos Toyota Motor Company (TMC) enn hos andre ledere i andre organisasjoner. Ettersom alle jobber med mål og utfallsmetrikker, er dette kun starten for Toyota lederne/mentorene, som i tillegg har ansvaret for å lære bort.

Kravene som stilles til opplæring, skaper et bånd mellom over- og underordnede, hvor de avhenger, lærer og koordinerer med og av hverandre. Denne ordningen er ikke bare for få ansatte, dette er et prinsipp som gjelder for alle ansatte. Alle ansatte skal da ha sin egen mentor, slik som i Toyota. Men i nyere tid har dette bydd på problemer, da organisasjonen ekspanderer i stor grad, slik at det blir vanskelig for dem å opprettholde måten å kunne lære bort improvement kata til sine ansatte. Grunnet utvidelsen av selskapet har mentor/mentee fremgangsmåten støtt på problemer, ettersom dette krever flere erfarne mentorer som regnes som en begrenset ressurs og tid.

4.4 Fordeler og Ulemper ved implementering av «Improvement Kata»

For en organisasjon som kontinuerlig ønsker å forbedre og utvikle seg, er Toyotas «improvement kata» en god tankegang. Hos Toyota har de utviklet dette på en måte som gjør det til en universell og praktisk metode for utvikling langs uforutsigbare ferder mot generelt definerte langtidsplaner. Denne tankegangen fremmer lagarbeid samtidig som den styrker tilpasningsevnen hos de ansatte. Dette styrer også mot større fleksibilitet i et miljø med hindringer og utfordringer. Improvement kata får ansatte til å tenke på prosessen der og da i søken om perfektjon. Istedenfor å beskyldte enkeltpersoner for at noe ikke går som det skal, tar man heller en titt på prosessen i sin helhet og hvordan denne effektivt kan forbedres. Ved bruk av improvement kata går én inn med mentaliteten om at hvilken som helst ansatt kunne tatt for seg denne jobben og levert samme resultat som den forrige. Denne tankegangen vil i praksis føre til at prosessen utvikles og forbedres.

Ulempene med improvement kata er at dette ikke bare er en metode, teknikk eller lignende som kan bare kan implementere eller legge til og forvente at alt skal gå på skinner. Målet er å utvikle et konsekvent adferdsmønster tvers gjennom hele organisasjonen. Dette er en tidskrevende prosess, og det finnes heller ingen ferdig fasit på hvordan man oppnår dette. Dette er en varierende faktor fra organisasjon til organisasjon, og selv blant Toyotas leverandører, hvor de lenge har forsøkt å skape denne tankegangen uten stor fremgang. Den største ulempen er da at det ikke finnes en ferdig fasit på hvordan dette skal implementeres, da det finnes flere forskjellige fremgangsmåter avhengig av hver enkelt organisasjon.

Kapittel 5: Last Planner Schedule og Involverende Planlegging

Last Planner System (LPS) er et registrert varemerke eid av Lean Construction Institute (LCI). LPS blir sett på som et produksjonssystem som ble utviklet av Glenn Ballard og Greg Howell i 1992. Dette produksjonssystemet ble utviklet for å forbedre arbeidsflyt, pålitelig planlegging og forutsigbarhet i arbeidet. Ved å benytte seg av LPS reduserer prosjekteringsgruppen sløsing i designet, og kan dermed øke verdien for kunden. LPS er en sentral del av Lean Construction.

Last Planner er altså et system som brukes for å planlegge eller styre flyten i prosjektbasert produksjon. Dette refererer til at håndverkerne skal involveres i planleggingen av sin egen hverdag på arbeidsplassen. LPS har ingen offisiell versjon eller sertifisering, ettersom det blir omtalt som et tankesett og prinsipper som stadig er under utvikling.

På 90-tallet utarbeidet Glenn Ballard en manual for CPM (Critical Path Method). Der ble det målt at den tradisjonelle prosjektledelse og styring ikke var i stand til å levere forutsigbar arbeidsflyt. Det ble rapportert at kun 54% av alle planlagte aktiviteter i arbeidsplanen ble utført tidsnok (Ballard & Howell, *Implementing Lean Construction: Understanding and action*, 1998).

Ettersom dette har lett for å generere usikkerhet og variasjon for alle de som skal utføre oppgaver lengre ned i produksjonsskjeden, ga dette grunnlaget for å inkludere PPU (Prosent Planlagt Utført) i Last Planner.

5.1 Koskelas Teori

Utviklingen av Last Planner System baserte seg på Toyota Motor Companys produksjonssystem og Koskelas TFV-teori. Koskelas TFV-teori er svært sentralt for å forstå seg på produksjon i Lean Construction-miljøet, der T står for transformasjon, F er for flyt og V for verdi.

T – Transformasjon: Omfatter transformasjon av materialer og sammensetning av deler og komponenter.

F – Flyt: Tar for seg det som skjer i tillegg til transformasjonsarbeidet, slik som lagring og forskjellige typer indirekte arbeid. Dette omfatter rigging og henting av varer.

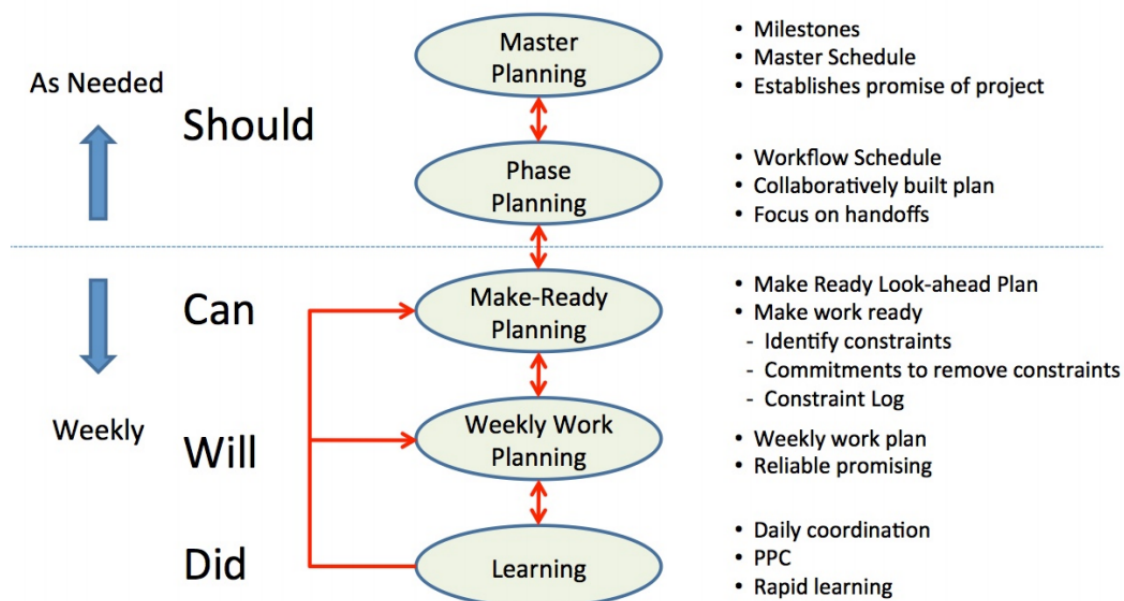
V – Verdi: Handler om å produsere verdi for kunden. Tilfredsstill byggherres og brukernes krav og behov.

Det er viktig å se på Last Planner System (LPS) som verdier og en tankegang, enn som et sett med verktøy. Tankegangen er det som er viktig når bedrifter skal konstruere sine egne versjoner, ikke nødvendigvis det essensielle som hovedplan, faseplan ol.

Det trengs en metode som kan bidra med rask respons i møte med alle uforutsigbare situasjoner som ikke er forhåndsbestemte, men som sikkert og visst vil inntreffe.

5.1 Plannivåer i Last Planner System (LPS)

Med utgangspunkt i «Should-Can-Will-Did»-prinsippet har det blitt opprettet fem elementer i LPS. Ettersom Last Planner system er et helhetlig system, betyr det at alle de fem elementene må utføres for å få en Lean-prosjektplanlegging.



Figur 4 - Elementene i Last Planner System

Figur 4 - Elementene i Last Planner System

5.2.1 Beskrivelse av de 5 ulike elementene i LPS, basert på (Richert, 2017)

5.1.1 Hovedplan – (Master Planning)

Denne delen formes i begynnelsen av et prosjekt. Under denne fasen er det viktig å identifisere de viktige milepælene som skal bidra til å fastsette tempoet i prosjektet (Ballard, 'Lean Project Delivery System', Lean Construction Institute. White Paper-8 (Revision 1), 2000). I denne fasen er ofte usikkerheten stor og detaljgraden lav. Dette er mest for å skape en best mulig pålitelig plan.

5.1.2 Faseplan – (Phase Planning)

Denne prosessen finner sted ved å dele prosjekteringen inn i faser av prosjektet som menes å være fornuftig å betrakte som en enhet. Oppdelingen vil ofte avhenge av størrelsen og kompleksiteten i arbeidet. Faseplanleggingen oppretter også en avtale mellom «last planners» om hvordan arbeidet mellom to faser skal fullføres. Faseplanene benytter seg av Pull Planning teknikker som bidrar til å sikre at planleggingen skjer til tilstrekkelig tid før prosjekteringen.

5.1.3 Utkvikksplan – (Make-Ready Planning)

Denne formen for plan deler igjen opp faseplanen i nye intervaller, som regel i seksukersplaner. Utkvikksplanen benytter seg også av «Pull-planning»-teknikken. Denne oppdateres hver uke, slik at nye aktiviteter kan tilføyes. I følge (Forbes & Ahmed, 2011) må det være tre oppfylte kriterier for at de skal kunne settes opp i utviklingsplanen:

1. Aktivitetene må ha en håndterbar størrelse (tilstrekkelig detaljert)
2. Aktivitetene må være enkelt målbare (varighet)
3. Aktivitetene må være sunne (Delkapittel 5.5)

5.1.4 Ukeplan – (Weekly Work Planning)

Denne planen legger sitt fokus på arbeid enhver «last planner» må gjennomføre for å fullføre aktivitetene som var planlagt i faseplanen. Under denne planen må alle involverte identifisere aktivitetene som de ulike arbeidslagene må jobbe med daglig i følgende uke. For å utvikle disse planene er pålitelighet ekstremt viktig (Richert, 2017). Ukeplanen er mer detaljert enn utviklingsplanen og inkluderer modeller og prosjekteringsdokumenter som benyttes i

produksjonen. Her skal aktivitetene som **kan** utføres transformeres til aktiviteter som **skal** gjennomføres den kommende uken. Ukeplanen blir også brukt som grunnlag til PPU.

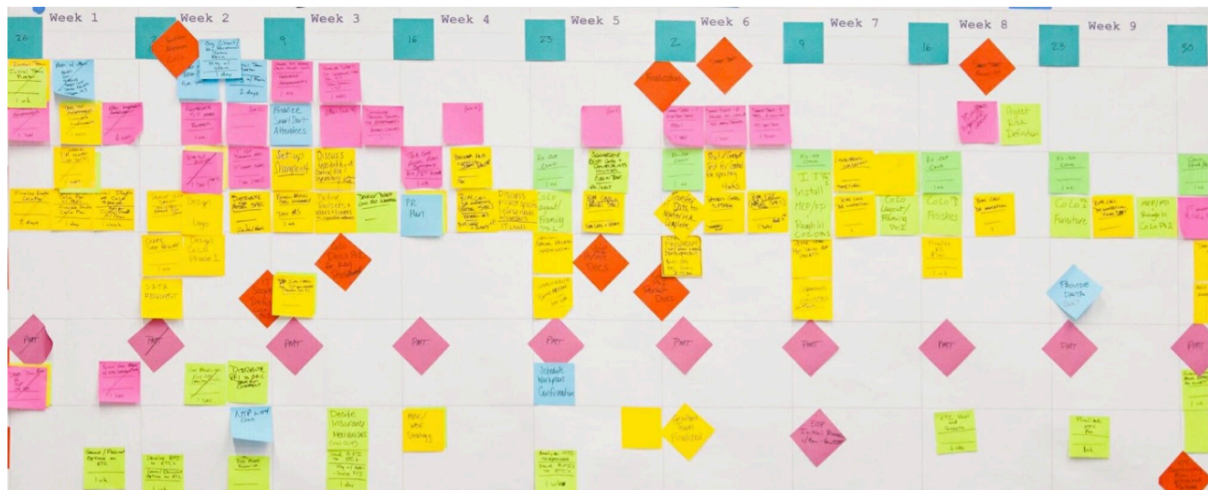
5.1.5 Læring – (Learning)

Det siste elementet omfatter å ta lærdom av det arbeidet som er blitt gjort. Ved å ta i bruk daglige møter kan «last planners» benytte seg av PPU for å registrere hvor mye arbeid som er blitt fullført. Hensikten med denne analysen er for å finne årsaker til hvorfor aktiviteter ikke fullføres til bestemt tid.

5.2 Pull Planning

Dette er en teknikk som benyttes i arbeid som er blitt gjort i LPS. Prosjekteringsgruppen benytter seg av bakover planlegging for å fastsette en ferdigstillelsesdato, med utgangspunkt i kundens behov. Teknikken Pull-planning planlegger da med hensyn til hvilke ressurser som er tilgjengelige. Formålet med dette er å forbedre forståelsen av ulike avhengigheter og viktigheten av å følge en plan. Utarbeidelsen er avhengig av tre steg:

1. Opprette en oversikt over milepælene
2. Legge til aktiviteter som skal gjennomføres
3. Vurdere begrensningene i aktivitetene



Figur 5 - Pull-planning ved bruk av Post-it lapper

Figur 5 - Pull-planning ved bruk av Post-it lapper (Cnstrctr, 2017)

5.3.1 Lage milepæler

Milepæler fremstilles som romber i pull-planning, slik som i **figur 5** ovenfor. Milepæler settes opp som en del av utarbeidelsen til hovedplanen. En milepæl er en dato i prosjektet hvor en aktivitet eller arbeidsoppgave skal være fullført. Disse må prioriteres avhengig av omfanget på aktiviteten og leveringstider.

5.3.2 Legge til aktiviteter

En milepæl består av flere aktiviteter som må gjennomføres. Disse planlegges fra milepælen og bakover. I planleggingen er alle fag representert, og de forskjellige arbeidslagene jobber sammen for å forme ukeplanene. Dette gjennomføres ved å bruke Post-it lapper hvor hvert fag får sin spesifikke farge, slik at det er lettere å få oversikt over hvem som gjør hva. Dette er blitt tatt i bruk i **figur 5**.

5.3.3 Vurdere begrensninger

Samtidig som milepæler og aktiviteter settes opp, vurderes begrensningene som der det er nødvendig. Disse begrensningene symboliseres ved bruk av en stjerne (*) og omfatter alle problemer som forhindrer planlagte aktiviteter i å bli gjennomført. Ved å ta i bruk pull-planning har man en oversikt over avhengighetene i prosjektet. Derfor er det veldig viktig med pålitelighet gjennom prosjektet, slik at alle aktivitetene blir gjennomført.

5.3 Prosent Planlagt Utført (PPU)

PPU – Prosent Planlagt Utført er en målemetode som benyttes i LPS. PPU brukes til å måle fremgangen og prestasjonen til planleggningssystemet. Dette blir sett på som en viktig faktor for å få til en kontinuerlig forbedring av planleggingen. Målingen som blir benyttet, som beskrevet i 5.1.4, i ukeplanen for å måle effektiviteten og kvaliteten av denne. PPU-en blir ofte hengt en plass i oversikten som er tilgjengelig for alle deltakere. Dette virker indirekte som et insentiv om å være trofast til planene som er blitt satt. Når deltakere ser hvor pålitelige andre er, tar man ofte hensyn til dette. Dette vil bidra til å øke arbeidsflyten i arbeidet.

Statistikken tilsier at bruken av PPU øker produktiviteten og minker variasjonen i produktiviteten (Ballard & Koskela, On The agenda of design management research, 1998)

Last Planner fokuserer sterkt på rotårsakene til avvik fra planen. Eksempler viser ofte at det er utenfor håndverkernes kontroll om det skulle oppstå komplikasjoner i produksjonen. Derfor

er det viktig å inkludere håndverkere i planleggingen, slik at det kan bidra med sine innspill og lære om eventuelle utfordringer som de kan komme på å møte innad de forskjellige fagene.

I tillegg til å ferdigstille påbegynte aktiviteter, er det essensielt å utføre arbeider uten feil, da det både vil være sløsing med tid og forstyrrende for arbeidsflyter, som igjen vil føre til et demotiverende miljø og irritasjon rundt prosjektet.

5.5 Sunne aktiviteter

Det er utkikkplanens oppgave å gjøre aktiviteter om til “sunne” aktiviteter. Dette utføres for å kunne utarbeide realistiske og forutsigbare arbeidsplaner. Lean Construction har fokus på at aktiviteter som startes opp, skal kunne fullføres og unngå at aktiviteter startes opp når de ikke er “sunne”, slik at de ikke kan ferdigstilles. Ved å starte en usunn aktivitet vil dette resultere i improvisasjon, opp- og nedrigging, gjerne litt kaos og rot, noe som fort kan bidra til mye sløsing av ressurser, tid og kostnader. Syv forutsetninger må være oppfylt for at en aktivitet skal regnes som sunn, disse er listet opp og beskrevet under.

5.5.1 Beskrivelse av de syv forutsetningene som omtegner en sunn aktivitet.

Arbeidskraft/Mannskap - Det kreves at mannskapet/ansatte har riktig kompetanse og kapasitet til å utføre det nødvendige arbeidet

Utstyr – Utstyret må tilfredsstillende behovet om sikkerhet, belastning og effektivitet.

Materialer – Riktig mengde og kvalitet av materialet må være tilgjengelig.

Tilstrekkelig plass – Arbeidsplassen må være klargjort og ryddet før arbeidet kan starte

Prosjekteringsgrunnlag – Tegninger og beskrivelser må inneholde riktig informasjon før arbeidet kan komme i gang.

Ytre forhold – Ytre forhold som vær eller offentlige tillatelser må være på plass før arbeidet kan forekomme.

Foregående aktivitet - Foregående aktiviteter må være ferdigstilt med riktig kvalitet før neste tres i gang.

Selv om en aktivitet er sunn på et tidspunkt i prosjektet, er den nødvendigvis ikke dette ved en senere anledning. Det er noe som stadig forandrer seg og kontinuerlig må jobbes med. Dette er en hovedårsak til hvorfor det er viktig å finne ansvarlige for aktiviteter, som skal holde seg oppdatert på situasjonen.

Hensikten med å omgjøre aktiviteter om til sunne aktiviteter før produksjonen, er bygg- og anleggsbransjens oversettelse av en mekanikk Toyota tar i bruk når de masseproduserer biler. Et kjøretøy under konstruksjon vil aldri gå videre til neste arbeidsstasjon før alt av arbeid tilknyttet den stasjonen den er på, er utført med en standardisert kvalitet. Ved å implementere den samme mekanikken i bygg- og anleggsbransjen tilsier det at om ikke alle de 7 forutsetningene (nevnt i 5.5.1) er til stede for å utføre arbeid på en sunn måte, skal ikke arbeid startes opp i utgangspunktet. Det er veldig krevende å få til den ideelle sunne aktiviteten, og grunnet kostnadmessige årsaker blir aktiviteter ofte startet opp selv om de ikke nødvendigvis er 100% sunne. Man kan for så vidt tenke seg til at det er en form for drømmesituasjon å ha alle aktiviteter sunne når de startes opp.

5.6 Last Planner System videre

Enkelt fortalt er Last Planner system et tankesett og prinsipper slik at løsninger og teknikker stadig er under utvikling. Det er et system, og utfordringene ligger i å få gode sosiale endringsprosesser i prosjekter. Dette punktet med endring, er det vi finner mest utfordrende å få til, ettersom dette må gjennom hele prosjektet og i tillegg tilpasses prosjektets omfang.

Det å utvikle alternative rapporteringsformater basert på LPS kan være en ide for utvikling. Samtidig kan en automatisering av LPS føre til ulemper, da noen av de avgjørende egenskapene til LPS med hensyn til involvering, miste noe av potensialet sitt.

5.7 Involverende Planlegging (IP)

Involverende Planlegging (IP) - Lean Construction, er Veidekkes metodikk for å drive framdriftsplanlegging i prosjektbasert produksjon, i samsvar med prinsipper for godt forbedringsarbeid. Med fremdriftsplanlegging mener vi planlegging av tidsbruk for produksjonsaktivitetene i prosjektet (Kalsaas, 2017) Hovedmålsettingen med Involverende Planlegging (IP) er å redusere tapt tid og skape flyt i produksjonen. Tilnærmingen til dette stammer fra involvering – der alle deltar i planleggingen av egen hverdag (Veidekke, u.d.)

Involverende Planlegging er i all hovedsak en kombinasjon av strategiske og operative planer. De strategiske planene som omfatter hoved fremdriftsplan og faseplan lager som regel kun én gang, mens de operative planene som da blir utkikkplan, ukeplan og lagsplan følges opp ukentlig. Normalt sett er det én og samme person som er ansvarlig for å både sette opp og følge planer, og som forbereder og gjennomfører de respektive planene.

5.7.1 Involverende Planlegging handler primært om basert på (Veidekke Entreprenør AS, 2015)

- Planer blir laget i felleskap av dem som skal utføre arbeidet.
- At alle involverte har kjennskap til og innflytelse på egne arbeidsoppgaver.
- Lage planer gjennom gjensidige løfter.
- Rullerende planlegging og økt detaljering av planen, desto kortere tid det er til arbeidet skal utføres. (Plansystemet)
- Fjerne hindringer og farer systematisk slik at kun sunne og sikre aktiviteter kommer til utførelse. (Hindringsanalyse)
- Dersom planlagte aktiviteter ikke blir fullført, finn årsaken og eliminer hindringene – lær av avvik. (Risikostyring)
- Ulike plannivåer har ulike eiere. (Møtestruktur)

5.7.2 Hovedelementene i Involverende Planlegging

- **Arbeidsdeling i tid:** Ulike ledelsesnivåer planlegger ulike tidshorisonter
- **Hindringsanalyse:** Systematisk analyse og fjerning av hindringer ved hjelp av de 7 forutsetningene (nevnt i 4.4.1).
- **Plansystemet:** Strategiske planer lager én gang. Rullerende operative planer tar utgangspunkt i de strategiske planene og får økt detaljering jo kortere tid det er til arbeidet skal utføres. Ulike plannivåer har ulike eiere.

- **Møtestrukturen:** Møtestrukturen er tilpasset til, og behandler de ulike planene. Ulike møter har ulike eiere.
- **Risikostyringen:** Systematisk analyse av risiko og fjerning av farer.

5.7.3 Rullerende Tidsplanlegging

Som en konsekvens av variasjonen i tidsbruk innenfor prosjektbasert produksjoner, kommer rullerende tidsplanlegging. Mangel på tilstedeværelse av forutsigbarhet gjør at man ikke har mulighet for å detaljplanlegge og ta beslutninger i et lengre tidsperspektiv enn at man fortløpende kan tilpasse seg den faktiske tidsbruken. Når man planlegger, blir enhver aktivitet tidfestet på grunnlag av forutsatt bemanning og forventet timeverksforbruk.

Timeverksforbruket baseres på et gjennomsnitt av tidligere erfaringer. Når vi først begynner å produsere, kan det forekomme to hendelser. For det første blir ofte bemanningen annen enn forventet, for eksempel grunnet sykefravær. For det andre bruker vi ikke eksakt det antall timeverk vi har lagt til grunn i planleggingen. Her kan man enten bruke mer eller mindre tid enn planlagt. Dette betyr ikke at man er noe dårligere til å planlegge eller produsere ettersom denne type usikkerhet er helt naturlig i prosjektbasert produksjon. Beregnet tid på aktiviteter vil alltid i større eller mindre grad avvike fra gjennomsnittet. (Veidekke Entreprenør AS, 2015)

Ettersom faseplanen inneholder de nødvendige aktivitetene for å få fasen ferdig, planlegges det rullerende innenfor disse for å kunne ta beslutninger på riktig tidspunkt, ikke nødvendigvis tidligst mulig.

At noe bør gjøres i henhold til en overordnet plan, vil ikke tilsi at en aktivitet er klar til å gjennomføres. For at en aktivitet skal være klar til å gjennomføres er det viktig å iverksette en prosess som avdekker og eliminerer eventuelle hindringer, slik at aktiviteten ikke bare bør, men også kan bli utført. Denne prosessen tar plass gjennom de operative planene.

5.7.4 Last Planner System (LPS) mot Involverende Planlegging (IP)

Selv om Involverende planlegging (IP) er bygget på last Planner System (LPS), skiller den seg også ut på noen viktige punkter:

- De ulike ledelsesnivåene planlegger med hovedfokus på forskjellige tidsaspekter. Jo høyere i prosjekthierarkiet man befinner seg, desto større tidsperspektiv skal planleggingshorisonten være. Dette omtales som «Arbeidsdeling i tid».
- Større vektlegging på beskrivelse av sammenhengen mellom plan- og møtestrukturen, altså i hvilke møter de ulike planene skal behandles.
- I LPS er det ofte formannen som er siste planlegger, mens i Involverende Planlegging (IP) er det basen og i siste instans, den enkelte håndverker som legger planer.
- Et femte plannivå fra LPS sine fire; lagsplanen.
- PPU er ikke like sentralt i Involverende Planlegging (IP), som det er i Last Planner System (LPS).
- I LPS finnes det ingen fast struktur på hvordan en hindringsanalyse skal utføres, mens i Involverende Planlegging benyttes det av de syv forutsetningene.
- Den enkelte håndverker har en større rolle i IP enn i LPS.
- Ettersom Last Planner System kun handler om framdriftsplanlegging, har Involverende Planlegging integrert både logistikk- og riggplaning i tillegg til risikostyring.

5.8 Initial Implementering av Involverende Planlegging (IP)

Involverende planlegging (IP) ble først testet ut i innledningsfasen, mens i de foregående faser ble planlagt på tradisjonell måte. Dette førte til erfaringer som tydet på at IP var vanskelig å få til i praksis ettersom aktiviteter gled over hverandre, i tillegg til at tankegangen og planleggingsrutinene måtte endres underveis. Det å kunne beregne tidsperspektivet som trengs til aktiviteter, krever flere år med erfaring med byggeplassproduksjon. Ettersom det ikke bare er det direkte arbeidet som skal tidfestes, men også det indirekte arbeidet som omfavner tilrettelegging, transport, rigging og lignende.

Flesteparten av underentreprenørene var ikke vant med å bryte ned aktivitetene på samme måte som IP ønsker at det skal gjøres. Vanskelighetsgrader på å fastslå tid med graden av detaljering øker også i tillegg. Ofte var det en forventning fra underentreprenørene på at

Veidekke Entreprenør AS skulle styre deres arbeidsplan, og saksbehandlere fra underentreprenørene var heller ikke spesielt dyktige til å følge opp i den operative planleggingen.

Det var ikke bare hos underentreprenørene at problemer oppstod, også blant Veidekkes ingeniører var det flere som opplevde Involverende Planlegging (IP) som en utfordring. Det var for eksempel mye tidskrevende å oppdatere og detaljere en rullerende ukeplan. Erfaringer fra tidligere, ga ofte inntrykket om at ukeplaner hadde liten eller svært begrenset verdi.

Det som skilte seg mest ut ifra IP, var at de tidligere ukeplanene kun var et utdrag fra en overordnet plan som skulle gjenspeile det som kunne og skulle forekomme de kommende ukene. Mens i IP er ukeplaner, planer som i størst mulig grad gjenspeiler faktiske hendelser i fokus.

5.9 Prosjekter (Pilot)

Pilotprosjekter som opererte med IPs planstruktur og den tilhørende møtestrukturen, ikke bare i innledningsfasen, hadde et gjengående problem i at underentreprenører og til tider Veidekke Entreprenør AS ikke møtte opp godt forberedt. Det var også tilfeller hvor underentreprenører sendte representanter med lite eller ingen myndighet til å ta avgjørende beslutninger. Dette bidro til drastisk reduserte møteeffektivitet, noe som står veldig sentralt i IP. I tillegg kunne det også hende at aktiviteter som var sagt å være ferdige, ikke var det i realiteten.

Tydligere retningslinjer og klare forventninger fra ledelser ble etterspurt i flere prosjekter, som førte til at man i mindre grad visste hvorfor man tok i bruk IP, samt hva man kunne etterspørre. Årsaker til dette kan være dårlig opplæring, da opplæringen i all hovedsak ble rettet mot prosjektledernivå, og i begrenset grad hos resten av organisasjonen.

Tabell 4 Erfaringer

Tema	Utfordring	Læring
Plansystem	<ul style="list-style-type: none">- Fastsette tid for aktiviteter- Detaljere aktiviteter på strategisk nivå	<ul style="list-style-type: none">- Planene må gjenspeile det som faktisk skal forekomme, også indirekte arbeid- Jobbe mer med detaljering i operative planer, spesielt utkikkplanene
Møtestruktur	<ul style="list-style-type: none">- Ineffektive møter	<ul style="list-style-type: none">- Strammere agenda, med bedre møteforberedelse og rette folk i rett møte.
Hindringsanalyse	<ul style="list-style-type: none">- Overlevering mellom faggrupper	<ul style="list-style-type: none">- Fokuserer på at det som er ferdig, faktisk skal være fullstendig gjennomført.
Forankring	<ul style="list-style-type: none">- Mangel på retningslinjer og forventninger til prosjekt fra overordnede ledere	<ul style="list-style-type: none">- Forklare hvorfor involverende planlegging er viktig, og gi grundig opplæring.

5.10 Videreutvikling av Involverende Planlegging (IP)

En stor fordel med Involverende planlegging (IP) er at dette er en enkel metodikk med enkle prinsipper. Metoden krever verken programvarer eller avanserte dataverktøy, selv om disse eventuelt kan gi meget god drahjelp. IP er veldig enkelt å anvende seg og har få begrensninger til å ta i bruk. Hovedpunktet i Involverende Planlegging (IP) er metodikken, og denne vokser godt frem med erfaring. Ulempen med IP er det ikke holder å vite hvordan det skal brukes, men også hvorfor det skal tas i bruk.

En bredere og mer enhetlig forståelse av prinsippene danner grunnlaget for metodikken til involverende Planlegging, samt hvordan de henger sammen kan gjøre det enklere å fremme bedre bruk. For å poengtere fordelene, kan det være lurt å legge til rette for god synliggjørelse av gevinstene.

Ved å involvere underentreprenørene fra starten av, vil det være mulig å oppnå det fulle potensialet til involverende planlegging (IP). Erfaringer tilsier også at prosjekttyper som i stor grad benytter seg av gjentakelse, gir gode resultater når involverende planlegging kombineres med lokalisertbasert planlegging.

Kapittel 6 – Prosjekter som har tatt i bruk Lean

I dette kapitlet skal jeg vise frem til prosjekter som på en vellykket måte har klart å implementere Lean i sine prosjekter og dratt nytte av dette på ulike måter.

6.1 Ullersmo Fengsel – Akershus



Figur 6 - Ullersmo Fengsel; Bygg M2015

Figur 6.1 - Ullersmo Fengsel; Bygg M2015 (Prosjekt Norge)

Fakta om Ullersmo Fengsel

Kostnadsramme: 800 millioner – 1 million

Areal: 6000 m²

Byggestart 2015

Innflytting: 2017

Byggherre: Statsbygg

Høsten 2014 ble et samarbeid mellom Statsbygg og Kriminalomsorgen funnet sted. Dette samarbeidet skulle bidra til starten på standardisering av fengselsbygg i Norge. 2,5 år seinere stod bebyggelsen på Ullersmo fengsel i Akershus ferdigstilt. Bakgrunn for standardisering kommer av at det normalt tar fem til ti år, for å planlegge, prosjektere og bygge.

I en video på Statsbygg sine nettsider, møter vi på Benny Olav Andersen, prosjektsjef hos Statsbygg. Han forteller om bygget M2015 på Ullersmo Fengsel i Akershus. Videre forteller han at hoved effekten ved å bruke standardiserte moduler, er at man videre kan implementere prosjektmaterialet inn i nye prosjekter. Dette sparer staten for store kostnader knyttet til planlegging og prosjektering.

Andre fordeler ved å implementere standardisering som byggemetode er at planleggingstiden blir kortet ned og som nevnt tidligere, at det er mulig å gjenbruke de gode løsningene inn i andre prosjekter. Samarbeidet som startet i 2014 med Statsbygg, førte til at disse fortsatte ferden videre til Agder fengsel, hvor Mandal avdeling og Froland avdelingen skulle utvides med 100 og 200 plasser, forholdsvis.

Standardiseringen er et resultat av samarbeidet mellom Statsbygg og Kriminalomsorgen, der målet har vært å bygge mer velfungerende fengsler utviklet på langt kortere tid enn tidligere. I tillegg har målet også vært å redusere kostnadene. Dette har bidratt til at kapasiteten til den norske kriminalomsorgen økte, i en tid der det har vært svært få tilgjengelige plasser. (Statsbyggfilm, 2017)

6.2 Radisson Blu Atlantic – Stavanger



Figur 7 - Radisson Blu Atlantic Stavanger

Figur 7 - Radisson Blu Atlantic Stavanger (Radisson Hotels, u.d.)

Fakta om Radisson Blu Atlantic Hotel

Kostnadsramme: 350 Millioner kroner

Areal: 24.000 m²

Byggestart: September 2016

Innflytting: 2017

Byggherre: KLP Eiendom AS og Rezidor AS

I over 75 år har Radisson Blu Atlantic Hotel vært den største i Stavanger. Det åpnet 13.mai 1952 og hadde da 105 rom. I 1968 ble det bygget 4 nye etasjer og i 1980 ble St.Olavs fløyen ferdigstilt. Etter rehabiliteringen har hotellet nå 365 rom og et areal på over 25.000 kvadratmeter fordelt på 13 etasjer.

Hele prosjektet er Lean-planlagt, noe som førte til en taktplanlegging der alle visste hva som skulle gjøres til enhver tid. Det var satt av tid til hver aktivitet, og alle visste når de skulle begynne og når de skulle være ferdige.

Sorteringsgraden er 97% på rivningsavfall og 92% på bygningsavfall. Totalt var det 2.200 personer innom byggeplassen. På det meste var det 270 personer med. Arbeidene var fullført med en mindre fraværsskade.

Rehabiliteringen av Radisson Blu Atlantic Hotel er prosjektert og oppført etter TEK17 så langt det lot seg gjøre. Hotellet har en balansert ventilasjon med varmegjenvinning og hele hotellet er sprinklet. Etter rehabiliteringen skal hotellet fylle kravene til energiklasse A. (Backe Gruppen, 2017)

6.3 SUS2023 - Stavanger Universitetssykehus på Ullandhaug



Figur 8 - SUS2023 Prospekt

Figur 8 - SUS2023 Prospekt (Helse Stavanger, 2016)

Fakta om SUS2023:

Kostnadsramme: ca. 11,3 milliarder kroner

Areal: 105.000 m²

Byggestart: våren 2019

Innflytting: 2024

Byggherre: Helse Stavanger HF

SUS2023 er en bebyggelse av det nye universitetssykehuset i Stavanger. Det er satt krav på de involverte rådgiverne og entreprenørene om tilstedeværelse på prosjektkontoret, i tillegg til at det kreves at det deltas på samlinger med felles opplæring og forståelse for både Lean metodikk og mentalitet. Konseptet er standardisert slik at det er lagt et godt grunnlag for videre planlegging med Lean. (Helse Stavanger, 2016)

Prosjektet har hatt fokus på standardisering i prosjekteringen helt fra skisseprosjektet. Det har blitt lagt opp til standard rominndeling, med tilhørende standardiserte bærende konstruksjoner i hoveddelen av byggene. Dette bidrar til at bygget er robust i forhold til elastisitet, fleksibilitet og generalitet. Ved standardisering av bygget gir dette spillerom for enklere

ombygging og tilpasning til endrede forutsetninger i hele byggets levetid, uten at det skal kreve store konstruktive inngrep. I tillegg vil standardisering bidra til enklere og færre rutiner i medhold til vedlikehold i driftsfasen. (Helse Stavanger, 2016)

Sykehusbygg har et ønske om å standardisere gjennomføringsprosessene i byggeprosjektene. En av strategiene som blir brukt er å få til et standardisert styrings- og oppfølgingssystem. Det har blitt inngått en rammeavtale med Omega AS som er leverandør av prosjektstøttesystemet PIMS. Dette er en fullskala styringssystem utviklet primært for oljebransjen på 90-tallet for å styre og ha kontroll på store komplekse prosjekter. Omega AS jobber nå sammen med Sykehusbygg og Statsbygg for å transformere programmet til bruk i kompliserte byggeprosjekt. (Helse Stavanger, 2016)

Kapittel 7 – Synergier mellom Lean og Digitalisering

Etter å ha forstått seg på teorien, kan vi se at Lean og digitalisering er to selvstendige initiativer som ikke er avhengige av hverandre. Vi ser dog at det er flere likheter mellom disse. Det er en forventning om at byggebransjen effektiviseres ved implementering av Lean og digitalisering.

I dagens byggebransje har det seg slik at disse ofte benyttes direkte og indirekte. Det vil si at ved implementeringen av digitale verktøy som erstatter analoge verktøy, vil man indirekte implementere elementer fra Lean Construction. Hovedprinsippet er at både Lean og digitaliseringen skal bidra til å effektivisere byggebransjen. Både Lean og generell digitalisering av Lean har i mål om å eliminere prosesser som ikke er verdiskapende og det å involvere aktører tidligere. Noen av syngeriene funnet i teorien vil bli fremhevet i dette kapitlet.

7.1 Visualisering

Digitale verktøy som BIM (Building Information Modeling) har bidratt til en bedre visualisering. En BIM-modell åpner opp muligheten for samarbeid på tvers av fagfelt. Innen Lean vil BIM bidra til å skape flyt i arbeidet. Ved visualisering unngår man variasjon, og bruken av BIM åpner mulighetene for å utføre kollisjonskontroller som hindrer konflikter og feilproduksjoner som kan oppstå i produksjonen. Ved å digitalisere Lean i form av BIM vil man også kunne identifisere flere designalternativer tidlig, før man går videre til produksjonsprosessen. Dette bidrar til å øke verdien for kunden.

7.2 Flexibilitet

Lean-metodikken/filosofien bygger på å skape stor fleksibilitet i produksjonen. Det tilsier at ved behov for omstilling i produksjonen, skal dette forekomme raskt og kostnadseffektivt. Dette er noe et digitalt verktøy som BIM bidrar til. Dersom kunden er misfornøyd med designet eller om bygget for eksempel ikke oppfyller kravene, kan dette endres raskt i BIM modellen. Etter endringene er blitt gjort, vil det være tilgjengelig for alle deltakere umiddelbart. Dette forutsetter bruken av IFC-formatet, som gir alle fagene mulighet til å åpne og endre modellen. Dette gjør rede for multikompetanse i arbeidsgruppene som gir vesentlig større fleksibilitet i løsningene som blir gjort.

7.3 Samarbeid

Last Planner System (LPS) kan bli brukt til å gjennomføre ukentlige eller daglige møter med prosjektlederne fra forskjellige fagområder. Lean-metodikken løfter takhøyden for åpenheten i kommunikasjonen mellom deltakerne. Digitale verktøy som bidrar til visualisering, gjør det enklere å visualisere prosjektet under møtene. Løsninger og erfaringer som blir tatt under disse møtene kan videre utformes i BIM-modellen som vil forbedre samarbeidet i hele prosjektet. Sammen med LPS kan man dermed måle progresjon i prosjektet ved bruk av PPU

7.4 Involvering av aktører

Tidlig involvering av aktører med kjennskap til kostnader og materialer bør tas i bruk tidlig i prosjekteringsprosessen for å redusere feil og endringer. Ved tidlig involvering, vil designet være mer pålitelig da man har muligheten til å utforme og endre informasjon i BIM-modellen mye tidligere. Tidlig involvering av betydningsfulle aktører er også et sterkt prinsipp i Lean-metodikken. Gjennom tidlig involvering vil prosjektgruppen få en bedre og økt forståelse av målene til prosjektet. I Lean-filosofien vil altså involvering av aktører benytte tidlig for å utnytte kunnskapene best mulig. Mens digitaliseringen vil involvere aktørene tidlig for å få den mest optimale utnyttelsen av prosjektet.

7.5 Reduksjon av inventar

Et av punktene i «The Seven Wastes», blir bruk av unødvendig lagringsplass for inventar sett på som en stor kilde til sløsing. Lean-filosofien ønsker å redusere denne mest mulig ved å benytte seg av Pull-planning (delkapittel 5.3). Det vil si at man bestiller materialer etter behov. Byggeprosjekter møter som oftest på utfordringer i forhold til ferdigstillelse og tidspunkter. Det vil si at man fortsatt kan oppleve at den avhengige aktiviteten før, ikke blir fullført og at man da sitter igjen med en lagerbeholdning allikevel. Bruken av BIM i henhold til Lean, vil bidra til en bedre oversikt over prosjektet som fører til at planlegging og koordinering blir mer pålitelig. Ved innføring av Lean og digitale verktøy i samarbeid, vil man slippe unødvendig kapitalbinding ved å redusere inventaret.

Bruken av Lean-elementer som utnytter BIM vil også gi en bedre prosjektledelse og en bedre samarbeidsplattform. Ved bruk av BIM sammen med Lean, vil de ulike fagene få muligheten til å legge til mer informasjon i BIM-modellen som vil øke detaljgraden. Prinsippene i Lean Construction krever god planlegging og koordinering mellom aktører i prosjektet. Dette sikrer

at arbeidet blir gjort når ressursene er tilgjengelige. Det finner flere synergier mellom Lean og digitalisering, men felles ved dem alle er at implementeringen av disse vil føre til:

- Forbedret kvalitet og ytelse av prosjekter
- Redusert byggetid og kostnader

Kapittel 8 – Resultater

I dette kapittelet vil funnene fra intervjuene bli presentert. Resultater hengitt i dette kapittelet baserer seg på svarene avgitt under intervjuene av representanter fra ulike prosjekt er presentert noenlunde i det foregående kapittelet. Spørsmålene som ble stilt kan bli funnet i vedlegg A. Intervjuobjektene er listet i delkapittel 2.2.3. Det vil ikke i dette kapittelet bli gjort rede for hvem som står for de ulike resultatene/utsagnene. Derimot vil det bli gjort et forsøk på å sammenligne resultatene mellom ulike prosjekt der det er mulig.

8.1 Kunnskap og holdninger til Lean

8.1.1 Utviklingen av Lean i framtiden

Etter å ha stilt spørsmålet «Hvordan ser du for deg utviklingen av Lean Construction?» var svarene ganske like, en forbedringskultur er blitt implementert og dette vil naturlig medføre til videre utvikling av metodikken i form av påleggelse og digitalisering.

Et av hovedargumentene innad svarene som ble avgitt av intervjuobjektene var at fremtiden har digitalisering i vente. At flere prosesser blir digitalisert og benyttet i en større grad. Per dags dato ser vi for eksempel at møtestrukturen har blitt digitalisert i form av Microsoft Teams som fikk en utrolig oppsving etter pandemien (COVID-19) rammet verden i 2019. Denne metoden for digitalisering har blitt brukt for å effektivisere møtestrukturen og gir bedrifter muligheten for å holde disse møtene ukentlig vis og presentere ulike ting til hverandre.

En annen form for digitalisering som har funnet sin plass i bygge-bransjen er BIM. BIM er et digitalt verktøy som blir benyttet til å modellere. Ved å bruke et format ved navn IFC, har filen mulighet til å eksporteres mellom aktører og fagområder, slik at alle har tilgang til disse filene. Dette bidrar til bedre samhandling og samarbeid. I tillegg til at justeringer og endringer kan finne sted. Kombinerer du dette med ukentlige møter, får alle mulighet til å si sitt og vise frem gode løsninger som bidrar til bedre effektivitet.

8.1.2 Suksessfaktorer og barrierer for vellykket implementering av Lean

For å få til en vellykket implementering av Lean, er det viktig å understreke at Lean ikke er et verktøy, men en metodikk eller filosofi som må implementeres i bedrift og alle dette omgår.

Det er ved oppstart av en endring til Lean, viktig å diskutere hva Lean betyr for bedriften, og hvordan de da videre, kan få best mulig utbytte av målet sitt.

Intervjuobjektene kom med ulike synspunkter knyttet til deres stillinger i de respektive bedriftene. Spesialiserte innenfor området hadde sin formening om at Lean er en metodikk hvor en forbedringskultur måtte etableres på godt nok nivå. Gevinster er ikke en faktor som synliggjøres tidlig i startfasen, og det er derfor ofte viktig at alle ombord har en mentalitet og en kultur innad bedriften om å optimalisere det som kan optimaliseres. Gjerne er det større prosjekter hvor dette er mulig, da Lean ofte benyttes ved gjentakende prosesser.

Andre som arbeider med prosjektering, planlegging og lignende snakker mer om at Lean er en metodikk som indirekte påvirker ulike områder ved bebyggelse. Etter å ha intervjuet intervjuobjekter som er involverte i prosjekt, sier disse at Lean har bidratt til å effektivisere prosjektet ved å bruke digitale virkemidler. Disse har bidratt til at beslutninger er enklere å ta og at disse blir tatt raskere enn på tradisjonelt vis.

Barrierene som må overkommes ved implementering av Lean i en bedrift er modenhet og kompetanse. Modenhet tilsier at bedriften og alle involverte er mottakelige. Ved tidlig påvirkning fra ledelsen kan Lean kompetansen forbedres i arbeidskulturen. På denne måten vil holdningene og motivasjonen til lederne i bedriften bidra til at resten av ansatte får tilstrekkelig med kompetanse. Andre barrierer å overkomme er det å synliggjøre resultater tidlig, da Lean ofte kan bli sett på som et skippertak. Dette bidrar også til å holde motivasjonen oppe og jobbe mot et samlet mål som gir gode gevinster.

8.1.3 Synergier mellom Lean og digitalisering av Lean

Alfa og Omega ved implementering av Lean og digitalisering ligger hos ledelsen. Det er deres holdninger som skal videreføres til de ansatte. Ettersom ledelsen er det øverste leddet i bedriften, vil en positiv innstilling bidra til god oppfølging, muligheten for god opplæring og implementering av metodikken i kommende prosjekter.

Lean vil i samspill med digitalisering bidra til effektiv planlegging mot modell, bedre visualisering med 3D og 4D modeller, i tillegg til muligheten for å analysere og kontinuerlig forbedre prosesser. Ulike verktøy som blir brukt er modelleringsprogram og samhandlingsprogrammer som knytter forskjellige fagområder i en fil. Dette bidrar til enklere kommunikasjon og planlegging mellom områdene. Lean blir også benyttet uten digitalisering som et forbedringsverktøy, med det menes at tankegangen blir implementert ved å ta i bruk digitale verktøy for å gjøre jobben lettere. Lean filosofien bidrar til at bedriften ønsker kontinuerlig forbedring, hvor de ofte kan spørre seg selv om hvordan dette gjør oss bedre. Intervjuobjektene nevnte ofte også taktplanleggingen som et resultat av Lean metodikken.

Alt i alt har Lean ifølge intervjuobjektene ført til at beslutninger både er enklere å ta, og raskere å ta. Dette er som i følge av bedre systematikk, bedre visualisering og samarbeid mellom ulike fagområder. Et spesifikt eksempel som ble nevnt var et prinsipp som ble kalt 14-0. Ved bruk av 14-0 modellen, vil RIB sende sin modell til byggherren 14 uker før planleggingsfasen, etter endringer og meninger vil entreprenør og formannen i den aktuelle bedriften få tilsendt byggherrens forslag og diskutere om dette er mulig eller om det må endres igjen. Dette gir mulighet for å minske uforutsatte hendelser i form av diskusjon eller uenigheter som kan finne sted.

Alle intervjuobjektene var enige i at prosjekter som har benyttet seg av Lean-filosofien og digitalisering har bidratt til en forbedring i visualiseringen, samarbeidet, tidlig involvering av aktuelle aktører med kjennskap til materialer og kostnader. Og reduksjon av inventar som igjen bidrar til reduksjon av sløsing.

Kapittel 9 – Diskusjon

Ved hjelp av informasjon hentet inn fra den kvalitative metoden mht. litteraturstudie, tilbakemeldinger fra bedrift og intervjuer skal forskningsspørsmålene i oppgaven bli diskutert.

9.1 FS1: Hva er premissene for implementering av Lean og digitalisering av Lean?

Litteraturen sier lite om premissene som legger til rette for implementering av Lean og digitalisering av Lean. Det som sikkert kan sies er at digitalisering av Lean er et paradigmeskift for byggebransjen. En implementering kan være krevende for bedrifter, da mange aspekter må endres på. Det er stort sett de i bransjen som best får erfare premissene for implementeringen i egne prosjekter og bedrifter. Svarene gitt under er derfor basert på erfaringene til intervjuobjektene og undertegnede tolkning av disse.

Det skal ikke legger skjul på at holdningene til bruken av Lean og digitaliserte verktøy som bidrar til økt Lean effekt er god. Men man ser også en erfaringsmessig forskjell blant de ulike rollene i byggeprosjektet. Stillinger som prosjektledere ser ofte det overordnede og fordeler i bruk av både metodikken og ulike digitale verktøy, dermed er det også de som er mest positive til bruken. For at alle nivåer i prosjektet skal kunne ønske å benytte seg av både Lean og digitaliserte verktøy må man høste gode erfaringer. En løsning som ofte blir nevnt av intervjuobjektene er tidlig involvering av aktører med kjennskap til metodikken og prøve å få alle involverte til å forstå den. Ved å gjennomføre dette vil det være en mulighet for å danne en bevegelse som beveger seg mellom alle ansatte i form av engasjement, motivasjon og vilje, som seinere vil være betydningsfullt i suksessgraden ved implementeringen.

Dette kan man for eksempel se for seg i den heldigitale løsningen av armeringstegninger. Dette har blitt slik grunnet erfaringen av fordelene ved å benytte en digital løsning, og dermed vil alle benytte seg av dette, på alle nivåer i prosjektet. Et premiss her vil være "skape motivasjon og engasjement slik at verktøyet og metoden vil benyttes av samtlige i alle nivåer.

Når det er snakk om Lean, så bør kunnskapen øke, spesielt når bruk av Lean er kontraktfestet. I SUS2023 kom det fram at flere på entreprenørsiden i tidligfasen manglet erfaring i bruk av Lean-metodikken. Grunnet dette ville en løsning være å få inn en Lean-konsulent som kan bistå i planleggingen og bruken av Lean fra begynnelsen av. Ved tidlig involvering av erfarne eksterne konsulenter innenfor Lean, kan man allerede i tidlige faser opparbeide de

nødvendige erfaringene som trengs for å få til en vellykket Lean metodikk og taktplanlegging i innledningsfasen. Et annet premiss vil derfor være å involvere Lean aktører for å kunne øke kunnskapen og høste erfaringer rundt bruken av metodikken og ulike verktøy.

9.2 FS2: Hvordan benyttes Lean og digitalisering om hverandre og hvilke fordeler gir dette?

Det har vel blitt presisert at Lean er en metodikk, mens digitalisering av Lean tilsier bruken av digitale verktøy for å effektivisere arbeidet. Gjennom litteraturstudiet ble det trukket frem synergier mellom disse. I dette delkapittelet vil det bli diskutert hvordan synergiene kommer frem i både litteraturen og intervjuene.

Erfaringer gjort fra tidligere prosjekter og pågående prosjekter viser til daglige tavlemøter på byggeplassen. Disse tavlemøtene ble ifølge intervjuobjekter gjennomført i containere som inneholdt oversikter og fremdriftsplaner. Slik som dette har ofte vært i lang tid. Daglige tavlemøter med oversikter og fremdriftsplaner, tilsier en fot inn i Lean-metodikken. Disse tavlemøtene kan heves i kvalitet og transparens ved å benytte seg av Lean-metodikken tydeligere- Ved å benytte seg av Pull-Planning metoden som er en del av Last Planner System (LPS), så kan man gjøre nettopp dette. Det gir muligheten for å skape en transparens ved at man ser hoved milepælene i prosjektet, i tillegg til å få en forståelse av de ulike avhengighetene i prosjektene og viktigheten av å følge planen. Ved å få inn digitale verktøy i tillegg til en forbedringsmetodikk, kan man få til en visualisering som fører til at man kan unngå variasjon i arbeidet. Deltakere i møtet, kan i tillegg få en bedre forståelse av designet og dermed finne de mest optimale løsningene.

Det blir igjennom intervjuene trukket fram at BIM gir en forbedret plattform som legger til rette for bedre informasjons- og kommunikasjonsutveksling, mens Lean-filosofien løfter takhøyden for kommunikasjonen mellom deltakerne. Bruken av Last Planner System (LPS) i lag med BIM (digitalt verktøy) vil øke kvaliteten i prosjektet slik som nevnt over, dermed vil naturligvis også samarbeidet i prosjektet forbedres. Ved bruken av Lean metodikken er det viktig at ansatte tenker på prosjektet og alle involverte som en helhet og gjøre det de kan for at samarbeidet skal gå som smurt.

I litteraturen nevnes også reduksjon av inventar. Når det gjelder reduksjon av inventar, som er en del av The 7 wastes, er det forventet en reduksjon og en effektiv koordinering ved bruk av BIM. Det vi kan erfare oss av er at ved bruk av BIM, Solibri i dette tilfellet, bidrar til reduksjon av materialer. Til å starte med benyttes Solibri modellen til å hente ut eksakte mengder av materialer som trengs. I tillegg jobbes det mye med å fjerne duplikater i modell under prosjekteringen, for å redusere feilbestillinger. Dermed ser vi fortsatt en reduksjon av inventar, som indirekte tilsier at en Lean-filosofi er implementert.

9.3 utfordringer med Lean

Litteraturstudiet avdekket at implementeringen av Lean og Involverende Planlegging (IP) støter på utfordringer, spesielt i startfasen. Det oppstår vanskeligheter med å forstå hvorfor det lønner seg med Lean, da gevinster blir lite synlige og ting ofte tar mer tid enn vanlig. Dette gjelder spesielt på planleggingsnivå.

En av de større utfordringene ved implementering av Lean, eller «improvement kata» som det blir omtalt om i Toyota sin tankegang, er at byggebransjen er en prosessbasert tankegang, som blir vanskelig å overføre til prosjektbasert næring. Mye av dette har med at «kataen» ofte har sitt fokus på å forbedre gjentakende prosesser, som kan være vanskelige å finne i byggebransjen. Et eksempel på dette er at de tar en titt på prosesser som går på samme måte gjentakende ganger for å gjenkjenne ulike områder med utviklings- eller forbedringspotensialer, uten at det skal gå utover kostnader, ressurser, tid ol. Når man forsøker å implementere dette over i prosjektbaserte prosesser, og gjerne ønsker å se etter repeterende prosesser man kan forbedre og utbedre, er det færre gjentakende ting å plukke opp, og deretter vanskeligere å gjennomføre.

Man kan igjen forsøke å overføre tankegangen til prosjektdreven virksomhet, men det er igjen vanskelig å finne prosesser som kan effektiviseres eller utvikles i et uforutsigbart miljø. Når det er sagt, er det dog viktig å vite at det ikke snakkes om en enkel teknikk som brukes over en kort periode som det skal jobbes med, men en tankegang og en væremåte som skal definere hvordan man tenker om prosesser på en måte som skal muliggjøre måter å forbedre disse på.

Det å ønske å bli en Lean-bedrift i forhold til en bedrift som aktivt bruker Lean, går helt ned på enkeltpersons nivå. For å kunne implementere Lean må hele bedriften være mottagelige for endringer i måten de både tenker og reagerer på. Det er spesielt viktig at lederorganet i organisasjonen har Lean godt integrert og gode forkunnskaper om denne metodikken. Det er ikke fort gjort å få dette til, ettersom det krever involvering i hele strukturen. Dette er en av flere temaer som blir tatt opp i bøkene «The Machine That Changed The World» og «Toyota Kata», som er blant de to første bøkene som omtaler begrepet Lean.

Andre utfordringer knyttet til Lean er modenheten hos de ansatte. De ansatte må være klare for å akseptere en ny måte å tenke på. Dette kan ofte støte på vanskeligheter, da ikke alle er klare for dette. Digitalisering knyttet til Lean, vil også støte på det DigiLean AS omtaler som digital modenhet. Rådet deres er som nevnt tidligere for ledere og beslutningstakere å jobbe med denne såkalte digitale modenheten innad bransjen.

9.4 Erfaringer med Lean

Blant svarene fra intervjuobjektene listet i tabell 2.2.3, blir det oppgitt at Lean er godt mottatt blant både de som planlegger og de som arbeider på byggeplassen. Tilbakemeldingene jeg har fått er at felles fremdriftsplaner bidrar til bedre samarbeid og gir muligheten for at hvert enkelt fagområde kan følge med på hva som skal gjøres til enhver tid. I tillegg til dette virker det som om bruken av tidsplaner, hvor alle aktører bidrar til å planlegge, skaper en økning av moral. Det å få inkludert aktører så tidligst som mulig er også noe som står sentralt. Tidlig involvering av aktører bidrar til mer forutsigbarhet og skaper samhandling mellom prosjektering, prosessen og innkjøp (Wilson, 2021).

Flere prosjekter i dagens samfunn har benyttet seg av Lean metodikken og metoden, og har fått gode resultater. Tar man utgangspunkt i noen av eksemplene over, SUS2023 og Ullersmo Fengsel, har de tatt i bruk Lean sentralt i planleggingen helt fra starten av. Begge prosjektene nytter godt av de verktøyene Lean bidrar med, ved å standardisere mest mulig, samt kutte ned på kostnader og tid. De involverte i overnevnte prosjekter fremmer Lean som en god metodikk og har gode erfaringer ved implementering av dette i samspill med digitale verktøy.

I motsetning til Involverende Planlegging (IP) under startfasen hos Veidekke, vil gode gevinster oppnås når en bedrift har erfaring og rutiner med Lean, både tidsmessige og

ressursmessige. Ved å benytte seg av Lean metodikken under planleggingsfasen, kan det spares mye på materialer brukt, som for eksempel på Ullersmo fengsel, hvor de benyttet seg av gjenbrukte materialer og lignende. Tid er også noe som betraktelig kan reduseres ved å ta i bruk Lean metodikken, som for eksempel fengselet som med tradisjonelle metoder ville brukt mellom 5-10 år, men som bare tok hele 2,5 år.

Typisk for vellykkede prosjekter som har benyttet seg av Lean metodikken er at det må være god forståelse og positiv innstilling til dette i ledelsen. Ledelsen sitter som det første leddet i en bedrift, og dette er en holdning og en modenhet som må implementeres til samtlige ansatte for å få best mulig effekt. Uten noen erfaring vil det ta tid før gevinster synliggjøres, og dette kan ty til problemer med implementering ved at en ledelse har vanskeligheter med å fremme dette. Hvis vi tar utgangspunkt i Toyota Kata og deres «Improvement Kata», kan Mike Rother fortelle at når Toyota ansetter nye, blir det introdusert til Lean og hvordan man skal tenke Lean. Dette bidrar til en forbedringskultur i hele kjeden og ikke bare i ledelsen.

9.5 Digitalisering av Lean

Dette delkapittelet har i bakgrunn fra en dialog med Jan Kjetil Halvorsen fra DigiLean AS, et selskap bak en software-plattform som heter DigiLean. DigiLean AS lever denne tjenesten som en online tjeneste (SaaS) og kunder har primært vært kunder som mer eller mindre etablert Lean-kultur og praksis. Plattformen som brukes er ikke bransjespesifikk, men fleksibel nok til at den brukes i byggebransjen, bank og finans, produksjon osv.

Det finnes blant annet flere Lean-verktøy i dag, og som nevnt er tavlemøter med hyppig bruk av Post-It lapper en av de vanligste, mens tett oppfølging av aktiviteter er et annet. Ved digitalisering av disse verktøyene, vil det være mulig å ta nytte av disse over alt på byggeplassen. Informasjonen er kun tilgjengelig i de rommene hvor tavlene befinner seg, og ikke hvor menneskene er. I den teknologiske verden vi befinner oss i nå, trengs det som regel kun en smarttelefon/nettbrett og en internettforbindelse. Dette bidrar til en bedre samhandling blant brukerne.

Tradisjonelt sett brukes det som regel analoge tavler eller Excel som rett og slett ikke fungerer godt nok til å jobbe sammen i, eller som ikke er lett tilgjengelige eller synlige ute på arbeidsplassen. Digitale Lean-verktøy bidrar til å enklere oppsett av tavler, styre egne

oppgaver og aktiviteter, i tillegg til å registrere avvik i samme plattform. Denne informasjonen vil da være tilgjengelige for alle på digitale enheter som mobiltelefon, nettbrett eller datamaskiner.

Ved å benytte seg av digitale verktøy som bidrar til å digitalisere Lean, får lederne i bedriften/organisasjonen en bedre innsikt i prosjekter ved hjelp av visualisering av status, fremdrift og risikomomenter. Ansatte får en bedre visuell presentasjon av sine aktiviteter og lagenes fokusområder, og på samme måte kan dette også bidra til reduisering av unødvendig aktiviteter som ikke tilfører verdi til kunden. Avvik og forbedringer kan håndteres i samme plattform og knyttes til tavler og planer, sørge for oppfølging og gjennomføring, og i tillegg ta i bruk integrerte Lean-verktøy i plattformen.

Av erfaringer gitt i tilbakemeldinger fra ansatte i ulike bedrifter, viser det seg at det er mange bedrifter som anser seg selv som Lean, men hvor det viser seg at de ikke nødvendigvis direkte er det. Dette tilsier at Lean metodikken i seg selv krever mer innsats enn først antatt. Lean metodikken i seg selv er ikke som aktivt blir tatt i bruk, men som via digitale verktøy indirekte blir implementert. Dette viser til at digitale verktøy ofte er veien å gå, og dette blir ofte sett på som et naturlig utgangspunkt.

I tillegg til alt dette har man også scenarioer hvor «digital modenhet» er en faktor. Selv om mange bedrifter har et behov for å digitalisere, eller fått stor fordel av det, kommer digitale verktøy sist i rekken av forutsetninger for en effektiv bedrift. Alfa og omega er kultur og prosesser som må være til stede, og dersom de ansatte ikke er motiverte eller modne for å bruke noen form for digitale verktøy, så vil ikke dette virke for dem. Ifølge dialogen med DigiLean AS er rådet deres for ledere og beslutningstakere å jobbe med denne såkalte digitale modenheten (Halvorsen, 2021). Det vil si at en bedrift kanskje allerede er Lean, men at de ikke ønsker å digitalisere. I andre tilfeller er Lean allerede godt forankret hos ledelsen i bedriften, og derfra er veien kort for å etablere digitale Lean verktøy. Ofte har det seg slik at bedrifter har sine egne IT-systemer som skal beholdes, så det er derfor viktig at eventuelle løsninger på digital Lean har mulighet til å bli integrert i eksisterende systemer.

Kapittel 10: Konklusjon

Det har ved hjelp av litteraturstudie og 5 intervjuer blitt forsøkt å kartlegge hvilke utfordringer og erfaringer som fremkommer ved en implementering av Lean i byggebransjen, i tillegg til digitalisering av Lean. Da oppgaven egentlig har en veldig åpen problemstilling, vil det i dette avsluttende kapitlet bli oppsummert det som har blitt diskutert rundt problemstillingen i oppgaven. Svarene oppgitt baserer seg naturligvis på resultatene fra litteraturstudiet og intervjuene, i tillegg til noen av prosjektene oppgitt i oppgaven. Deretter vil det til slutt bli presisert en konklusjon på problemstillingen.

Det er vist at Lean som en metodikk og metode å planlegge på, gir gode resultater så lenge man har nok kunnskap om hvordan det skal brukes. Det finnes det ingen fasit for hvordan Lean opptrer, eller hvordan man kommer i gang med dette. Det er en filosofi og forbedringskultur som står i kontrast med hvordan man pleide å planlegge og prosjektere. Lean kan bety mye forskjellig, så det er viktig at man fastsetter hva Lean betyr før man i det hele tatt jobber videre med dette. Da resultatene vil ikke synliggjøres i en tidlig fase, har det gang på gang blitt påvist at en implementering av Lean vil gi gode gevinster i form av tid, kostnader, effektivitet og reduksjon av avfall.

Digitaliseringen av Lean er en relativt ny måte å benytte seg av Lean metodikken, da det per dags dato vanligvis er fysiske tilstedeværelser som er normen under møter og planlegging. Men grunnet en forbedringskultur som er blitt implementert i ulike bedrifter blir digitale virkemidler tatt i bruk i stor grad. Per dags dato er det en pandemi som har bidratt til en større økning av digitale virkemidler i form av planlegging, prosjektering, modellering og digitalisering av møtestrukturen. Et eksempel på dette er for eksempel BIM (Building Information Modeling) som bidrar til å effektivisere visualisering og samarbeid.

Lean i seg selv er et relativt nytt begrep i byggebransjen, men tankegangen har vært til stede en god stund. Flere og flere bedrifter har i dag sett for seg å bli mest mulig Lean som mulig, derfor kan man godt konkludere med at Lean er en filosofi og metodikk som er kommet for å bli. I produksjonsbaserte bedrifter, da spesielt bilprodusenter, er det flere som innser at metodikken bilprodusenten Toyota bruker på sine fabrikker er suverene, og legger mer og mer tid, samt ressurser inn for å kopiere eller forbedre deres metode.

Det krever mye tid, kompetanse og ressurser for å få satt seg godt inn i Lean, og da å kunne konkludere med at man er en Lean-bedrift. Men ved hjelp av en økning i bedrifter som ønsker dette, øker også antallet med personer som kan videreføre denne læringen videre.

Ved stadig økning av bedrifter som setter lovpålagte krav om at byggeplanleggingen skal utføres med Lean prinsipper, gir det et inntrykk om at det er svært viktig å kunne tilpasse seg dette. I tillegg er det svært normalt at hele prosessen skal digitaliseres så mye som mulig. Dette bidrar til en bedre planleggingsstruktur, som igjen bidrar til å utelukke feil og utfordringer tidlig. Tidlig oppfatning av utfordringer og planlegging bidrar til å redusere det man omtaler som «The 7 wastes». Å få flyttet noen av de virkemidlene man bruker for Lean over digitalt virker også til å bli svært sentralt. Grunnet en pandemi som gjør fysisk tilstedeværelse vanskelig om dagen, er nødvendigheten for å være tilgjengelig også om man ikke kan møte opp fysisk til for eksempel planleggingsmøter.

Det krever derimot at man både er systematiske og strukturerte i planleggingen. Det anbefales det å benytte seg av metoder i Lean slik som Last Planner System. Et av prosjektene i oppgaven er i en tidligfase i byggingen. Dette betyr at det kan dukke opp uforutsette utfordringer. Det har av den grunn ikke blitt benyttet Lean-metodikken i SUS2023, men derimot blitt benyttet Livsvitenskap. Forskjellen ligger i at aktørene i Livsvitenskap har med seg erfaringer fra tidligere. Dette har bidratt til at de har vært godt forberedte og fått til å være både systematiske og strukturerte i planleggingen.

Det har i tillegg blitt observert synergier mellom digitalisering og Lean i litteraturen, noen av de samme synergiene har også blitt opplevd av intervjuobjektene. Det blir i ulike prosjekt gjort av intervjuobjektene gjennomført daglige tavlemøter. Disse tavlemøtene kan heves i kvalitet og transparens ved å benytte seg av en mye tydeligere Lean-metodikk som Last Planner System (LPS) og BIM. Det kreves fortsatt en mentalitetsendring for å få fullt utbytte av metodikken. Ved hjelp av systematisk ferdigstilling har man også fått til en tidligere involvering av aktører, dette henger sammen med Lean-filosofien hvor løsninger på utfordringer venstre forskyves. Det finnes også synerier som ikke har vist seg frem i prosjektene. Slik som fleksibilitet og reduksjon av inventar, sistnevnte har blitt realisert kun ved bruk av verktøyet BIM, Dette viser at man ved bruk av verktøyet BIM indirekte vil involvere Lean-metodikk.

Dette er altså informasjonen i grove trekk som har blitt tilegnet for å besvare problemstillingen: «**Hvilke utfordringer og erfaringer finnes det ved implementering av Lean i byggebransjen, samt muligheter for digitalisering av Lean i bransjen**» Forståelsen har seg slik at det er flere utfordringer som går i implementering av Lean og digitalisering av Lean. Disse kommer frem som premisser i diskusjonskapittelet. Det oppleves også at den største utfordringen er manglende erfaring og kunnskap om metodene. Litteraturen tilsier at det er flere muligheter ved implementeringen enn utfordringer. Lean og digitalisering av Lean vil være et verktøy og en filosofi i fremtidige byggeprosjekter.

10.1 Anbefalinger for videre arbeid

Lean er et hjelpemiddel og en metodikk som i videre tid bare vil bli utvikle seg og bli større. Det er et stort ønske hos ulike bedrifter å bli Lean. Dette vil bidra til større konkurranse mellom bedriftene, i tillegg til å vise til tidligere prosjekter med synlige resultater ved bruken av Lean.

Med nyere tid, kommer også muligheten for å forbedre nåtidens teknologiske verktøy som brukes i bygge-bransjen i dag. Digitale verktøy blir brukt for å simplifisere arbeidet under prosjekter. Ved å kontinuerlig optimalisere disse verktøyene, mener jeg at digitale verktøy vil være veien å gå om noen år. Per dags dato finnes det noen komplikasjoner innad bruksområdet og bruken av digitale verktøy under prosjekt, disse kan ved god oppfølging, gode rutiner og god opplæring, bidra til et optimalisert sluttprodukt for bedrifter som benytter seg av dette.

I tillegg blir det absolutt essensielle, å arbeide med både den generelle og den digitale modenheten hos ansatte i bedriften. Etersom flere og flere bedrifter ønsker å være best på markedet, må de ansatte følge denne trenden. Det er viktig at ansatte i bedrifter er modne nok til å akseptere en endring og implementering av en kontinuerlig forbedringskultur. Dette gjelder ikke bare de med mindre stillinger, men også lederstillingene, som har i ansvar om å fremme og følge opp dette. Dette vil medføre til økt oppfølging, og en mer omfattende implementering av forbedringskulturen.

Ved å analysere oppsamlet data i tabell 5.1, ble det konkludert med disse anbefalingene for videre forbedring av Involverende Planlegging (IP).

1. Fungerende nettverk av ressurspersoner som bidrar med veiledning og støtte.
2. Underentreprenører involveres fra starten av, samt motivere til å bidra aktivt i planleggingen underveis.
3. Involvere distriktsleder med i forankringsmøte om Involverende Planlegging (IP)) ved prosjektstart.
4. Oppdeling av prosjektet i faser, med tilhørende milepæler.
5. Involvere IP i hele prosjektet, inkludert prosjekteringsfasen.
6. Implementere opplæring og informasjon av IP i faseplanmøtet.
7. Aktivt arbeide med hindringsanalyse for å få best mulig resultat i overgangen mellom strategisk og operativ planlegging.
8. Gjøre arbeidet med prosjekterings- og beslutningsplan til en integrert del av IP.

Ved å bearbeide disse anbefalingene, er det mulig å få laget en veileder for IP som legger til rette for testing i større skala.

Bibliografi

- Andersen, G. (2020, April 16). *Nasjonal Digital Læringsarena*. Hentet fra Kvalitative Intervjuundersøkelser: <https://ndla.no/subject:5e750140-7d01-4b52-88ec-1daa007eeab3/topic:a317f589-7995-43aa-8b68-92182c0b23c6/topic:35efa357-acc7-4828-b241-cad5467d1dc6/resource:201ce19e-7011-49a6-b415-91fd42d5dfe9?filters=urn:filter:470720f9-6b03-40cb-ab58-e3e130803578>
- Backe Gruppen. (2017). *Backeruppen.no*. Hentet fra Prosjekter: <https://www.backegruppen.no/prosjekter/radisson-blu-atlantic-hotel>
- Ballard, G. (2000). *'Lean Project Delivery System', Lean Construction Institute. White Paper-8 (Revision 1)*. Lean Construction Institute.
- Ballard, G., & Howell, G. (1998). *Implementing Lean Construction: Understanding and action*.
- Ballard, G., & Koskela, L. (1998). On The agenda of design management research. *6th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. Guarujá.
- Cnstrctr. (2017, Desember 10). *Medium.com*. Hentet fra Cnstrctr: <https://medium.com/@Cnstrctr/lean-construction-pull-planning-explained-46007b74146d>
- COMPUTERWORLD. (2020). Ny rapport om digitalisering og innovasjon i byggebransjen.
- DO, D. (2017, August 5). *The Lean Way*. Hentet fra The Lean Way: <https://theleanway.net/The-Five-Principles-of-Lean>
- Forbes, L. H., & Ahmed, S. M. (2011). *Modern Construction - Lean Porject Delivery and Integrated Practices*. Boca Raton: CRC Press.
- Grønmo, S. (2020, November 3). *Store Norske Leksikon*. Hentet fra Kvalitativ metode: snl.no/kvalitativ_metode
- Halvorsen, J. K. (2021, April 7). Spørsmål til en Bacheloroppgave. (A. Vicknakumar, Intervjuer)
- Hellevik, O. (2002). *Forskningsmetode i sosiologi og statsvitenskap 7.utgave*. Oslo: Universitetsforlaget .
- Helse Stavanger. (2016, Juli 04). *Helse Stavanger*. Hentet fra Leverandør og entreprenører: <https://helse-stavanger.no/om-oss/sus2023/leverandor-og-entreprenorer#industrialisering-og-standardisering>
- Holme, I. M., & Solvang, B. K. (1997). *Forskningsmetodikk - Om kvalitative och kvantitative metoder*. Sverige: Studentlitteratur AB.
- Kaiser, M. (2015, April 27). *De nasjonale forskningstiske komiteene*. Hentet fra Kvantitativ metode: <https://www.forskningsetikk.no/ressurser/fbib/metoder/kvantitativ-metode/>
- Kalsaas, B. T. (2017). *Lean Construction - Forstå og forbedre prosjektbasert produksjon*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Prosjektnorge. (u.d.). *Prosjektnorge.no*. Hentet fra <http://v1.prosjektnorge.no/files/pages/635/demonstarsjonsprosjekter/speed-up-prosjekt-standardisering-av-fengselsbygg-sendt-til-speedup.pdf>
- Radisson Hotels. (u.d.). *radissonhotels.com*. Hentet fra Hoteller: <https://www.radissonhotels.com/no-no/hoteller/radisson-blu-stavanger-atlantic>
- Richert, T. (2017, Mai 24). *What is the Last Planner System?* Hentet fra LeanConstructionBlog: <https://leanconstructionblog.com/What-is-the-Last-Planner-System.html>
- Skhmot, N. (2017, August 5). *The Lean Way*. Hentet fra The Lean Way: <https://theleanway.net/The-8-Wastes-of-Lean>

- Statsbyggfilm (Regissør). (2017). *Vinner av Statsbyggs innovasjonspris 2017* [Film].
- Veidekke Entreprenør AS. (2015, Januar). *Veidekke*. Hentet fra Involverende Planlegging - Lean Construction: <http://veidekke.no/incoming/article8702.ece/binary/Faktaark-Involverende-Planlegging-2015.pdf>
- Veidekke Entreprenør AS. (2015, Januar). *Veidekke*. Hentet fra docplayer: <https://docplayer.me/5820873-Involverende-planlegging-i-produksjon.html>
- Veidekke. (u.d.). *Veidekke*. Hentet fra Involverende Planlegging - Lean Construction: <http://veidekke.no/om-oss/kompetanse/article8308.ece>
- Wikipedia. (2019, Desember 1). *Wikipedia*. Hentet fra Intervjuguide: no.wikipedia.org/wiki/Intervjuguide
- Wilson, J. (2021, April 14). Intervjuguide - Bacheloroppgave i Lean. (A. Vicknakumar, Intervjuer)
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1991). *The Machine that Changed the World*. Amerika: HarperPerennial.

Vedlegg:

Vedlegg A:

Intervjuguide

Bakgrunn og formål

Mitt navn er Abilasch Vicknakumar. Per dags dato studerer jeg mitt siste semester på studieprogrammet bygningsingeniør ved UiS (Universitetet i Stavanger) med spesialisering innenfor teknisk planlegging. Bacheloroppgaven jeg skriver har et formål om å kartlegge utfordringer og erfaringer ved implementering av Lean i bygge bransjen, samt digitalisering av Lean. Det er derfor naturlig for oppgaven å hente informasjon ved intervjuer med aktører i bransjen for å høre om deres erfaringer og tanker vedrørende implementering av Lean og digitalisering på byggeplassen.

Intervjuguidens inndeling

Intervjuguiden er delt opp i 3 deler:

1. Informasjon om intervjuet og gjennomføring av det.
2. Generelle spørsmål om intervjuobjektet og ditt personlige forhold til Lean og digitalisering
3. Utdypende spørsmål som baserer seg på Lean og Digitalisering av denne.

Gjennomføring av intervjuet

Intervjuguiden, med tilhørende spørsmål blir sendt ut til intervjuobjektene på forhånd slik at det er mulig å se gjennom spørsmålene og forberede seg før intervjuet.

Intervjuene er ønskelig å gjennomføre via Skype/Microsoft Teams, men det er også åpent for andre forslag. Det er tiltenkt å ta lydopptak av intervjuene. Hvis noen ved formodning ikke ønsker dette, bes det om å si fra om dette.

Svarene avgitt under intervjuene vil bli brukt sammen med tilegnede dokumenter og litteratur for å kunne diskutere hvilke utfordringer og erfaringer Lean og digitalisering kan gi i byggeprosjekter. Intervjuobjektene reaksjoner, ytringer og utsagn vil bli holdt anonyme med mindre annet blir avtalt.

Dersom noe er uklart under intervjuene, oppfordrer jeg dere til å spørre for å avklare ting.

Spørsmål

Bakgrunn

1. Hvor mange års erfaring har du i bygge bransjen?
2. Har du jobbet med bruk av Lean-filosofi/Construction før? Hvis ja, hvor lenge?
3. Hva er din rolle i prosjektet du jobber på nå?
4. Hvordan er holdningene rundt bruken av Lean Construction i bransjen?
 - a. Blir det faktisk implementert?
 - b. Er kunnskapsnivået høyt nok hos de fleste?
5. Hvordan ser du for deg utviklingen ved bruk av Lean Construction?
6. Hvilke digitale virkemidler tas i bruk hos dere i dag?
 - a. Effektiviserer dette arbeidet? Hvis ja, på hvilken måte? Og hvis nei, hvordan mener du at du/dere kan få best utfall med virkemiddelet?
7. Hvordan vil du beskrive møtestrukturen hos din arbeidsgiver?
8. Hvilke meninger har du om pålagt gjennomføringsstrategi som legger opp til at entreprenør må benytte seg av Lean Construction?

Lean

1. Med bakgrunn i tidligere eller pågående prosjekter du er innblandet i, føler du at Lean filosofien blir benyttet i den norske byggebransjen?
2. Blir det i dag brukt metoder innenfor Lean i prosjektet du arbeider med?
 - a. Hvilke fordeler/utfordringer ser du ved bruk av denne metoden?
 - b. Har bruken av denne metoden effektivisert prosjektet? Hvis ja, i hvilken grad?
3. Har du gjennom prosjektet fått noen form for opplæring eller kursing i Lean Construction?
4. Siden det finnes eksterne Lean-konsulenter som spesialiserer seg innenfor effektiviseringsmetoder og lignende, ville du anbefalt bedrifter å ansette disse? I så fall hvorfor?
5. Hvilke hovedargumenter vil du si er suksessfaktorene for en vellykket implementering av Lean Construction i en bedrift?
6. Hva vil du selv si er de viktigste barrierene for vellykket implementering av Lean Construction i en bedrift?
7. Hvilke fordeler mener du Lean Construction tilbyr?
8. Sløsing er et ord som er knyttet til Lean, men hva betyr sløsing for deg?
 - a. Hva er din oppfattelse av sløsing i byggebransjen?

Synergier

1. Hvordan mener du nivået i engasjement hos ledelsen kan påvirke den faktiske bruken av Lean og digitalisering?
2. Hvordan benyttes Lean-metodene i samspill med digitalisering?
3. Blir Lean benyttet uten digitalisering som et verktøy?
 - a. Blir digitalisering benyttet uten Lean-prinsipper?
4. Hvordan tror du muligheten er for å effektivisere prosjekteringen med en implementering av Lean og digitalisering?
 - a. Blir beslutninger gjort raskere?
 - b. Er beslutninger enklere å gjøre?
 - c. Andre fordeler/ulemper?
5. Har du opplevd en forbedring eller noen fordeler i prosjektet med under nevnte stikkord, som er et resultat av bruken av Lean-metodikk og digitalisering?
 - a. Visualisering
 - b. Samarbeid
 - c. Tidlig involvering av aktører (Involveringer av aktører med kjennskap til kostnader og materialer bør gjøres tidlig i prosjekteringsfasen for å begrense feil og endringer)
 - d. Reduksjon av inventar (materialer)