



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2018 30 stp

Fakultetet for realfag og teknologi

Veileder: Anders Bjørnfot

BIM-kioskens bidrag til bruk av Involverende planlegging/Last Planner System

The contribution of the BIM-station for application of
the Last Planner System

Kristian Rotevatn Fylling

Byggeteknikk og arkitektur

Fakultetet for realfag og teknologi

Forord

Denne masteroppgaven inngår som en avsluttende del av sivilingeniørgraden ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU), og er utført som et individuelt arbeid. Oppgaven ble skrevet ved fakultetet for realfag og teknologi, ved linjen byggeteknikk og arkitektur våren 2018. Omfanget på masteroppgaven tilsvarer 30 studiepoeng. Jeg vil gjennom det jeg har lest, studert, opplevd og fordypet meg i de siste 5 månedene, forsøke å gjengi i denne oppgaven. Jeg har forsøkt å gjøre arbeidet til mitt eget, ved å studere andres arbeid samt utført observasjon og intervjuer.

Selv om det virket fjernt da jeg startet som student i 2012, så sitter jeg nå her med en ferdig masteroppgave. Veien har vært lang, frustrerende, krevende, karakterbyggende, morsom men ikke minst lærerik. Jeg har hatt en rekke forelesere, og fått mange gode studiekamerater som har hjulpet meg gjennom lystige og mindre lystige perioder. Studenttilværelsen har summa summarum vært en fin epoke av livet, som jeg nå ser tilbake på med et smil når jeg skal tre inn i arbeidslivet.

Temaet for oppgaven ble valgt på bakgrunn av min personlige erfaringer på byggeplassen, samt oppfatningen av hva jeg tror kommer til å bli jobbet med og utviklet i fremtiden. Involverende planlegging og metoder for fremdriftsplanlegging har tatt mine interesser, da jeg mener at det gjennom økt involvering og planlegging kan forbedre og korte ned arbeidsprosessene. Vinklingen mot IT-verktøy og i all hovedsak BIM-kiosk ble etter hvert valgt, ettersom problemstillingen ble utarbeidet. Ved å se på både BIM og IP vil jeg dermed få et innblikk i to verdener, samtidig som jeg kan koble disse to sammen og se synergien disse har, og hvordan de kan hjelpe hverandre å bli bedre og mer brukervennlige.

Masteroppgaven hadde ikke blitt en suksess uten veiledning og bidrag fra veileder og fagpersoner i byggebransjen. Jeg vil dermed benytte anledningen til å takke veileder ved NMBU, Anders Bjørnfot, samt Preben Haugen og Johan Brommeland Selmar i Veidekke Entreprenør, for gode råd og svar på en rekke spørsmål. Jeg vil også takke mine studiekamerater for det sosiale samværet, og min kone for moralsk støtte under studiet.

Oslo, mai 2018

Kristian Rotevatn Fylling

Sammendrag

Last Planner System (LPS) og Involverende planlegging (IP) er metodikker som er utviklet for å blant annet redusere tapt tid og for å skape flyt i produksjonen. Ved å bruke disse metodikkene ønsker entreprenørene å utnytte kompetansen som hver arbeider har, ved å involvere dem i mye større grad enn i tradisjonell prosjektstyring.

BIM har på kort tid gått fra å være et verktøy som benyttes i prosjekteringsfasen, til å bli benyttet også i produksjonsfasen. Gjennom utvikling av BIM-verktøy har det vært ytre ønske om å føre BIM ut til håndverkerne, der det fysiske arbeidet gjøres. Dette har potensiale til å skape fordeler som økt produktivitet, færre feil, effektiv kommunikasjon og en økt arbeidsflyt. BIM-kiosken har kommet som et svar på dette ønsket, og er et relativt nytt verktøy innenfor byggenæringen.

Det hevdes at bruk av IT-støtte hever implementeringsgraden av Last Planner. Det ble dermed tatt interesse i å se om dette også rammet BIM-kiosken og Veidekkes Involverende planlegging (IP). For å kunne utarbeide denne masteroppgaven, ligger følgende problemstilling til grunn:

- **Hvordan bidrar BIM-kiosken til bruk av IP/LPS-metodikkene i byggeprosjekter?**

Videre er det utarbeidet flere delspørsmål som skal supplere og støtte forskningsspørsmålet:

- Hva er en BIM-kiosk, og hvordan brukes den?
- Hvordan er bruken av BIM-kiosk opp mot IP-metodikken i et prosjekt i Veidekke?
- Hvilke forhold kreves for at implementeringen av IP skal lykkes?
- Hva er ulikt i Last Planner System og Involverende planlegging?

Gjennom et kvalitativt studie, utført gjennom litteraturstudie, observasjon og intervjuer, er nevnte forskningsspørsmål svart på. Ved bruk av disse metodene fremkom fem faktorer som bør ligge til grunn for en vellykket implementering av IP. (1) Støtte fra administrasjon og ledelse, (2) Lokal tilpassing, da IP er en helhetlig metodikk, (3) Opplæring og støttespillere, (4) Informasjonsflyt og visualisering og (5) Forankring hos egne ansatte og underentreprenører. Ved at Veidekkes IP er en videreutvikling av LPS, så har metodikkene enkelte ulikheter. Gjennom at disse er bygget på et likt fundament, menes det at ved implementering så kreves de samme faktorene.

Resultatene viser at BIM-kiosken er et informasjonsverktøy som bidrar til økt involvering, samhandling og kommunikasjon, både mellom de siste planleggerne internt, og mellom håndverkere og anleggsledelsen. Kiosken legger til rette for at nødvendig informasjon er tilgjengelig ute på byggeplassen, som blant annet skaper flyt ved at ulike arbeidslag kan diskutere og løse problemer raskt. I dag benyttes kiosken som et innsynsverktøy, der i hovedsak ulike planer, detaljtegninger og 3D-modellen visualiseres. Det konkluderes med at der BIM-kiosken har mulighet til å bidra, forenkler den bruken og er med på å implementere planleggingsmetodikken. Det må også sies at BIM-kiosken ikke kan, eller har forutsetninger for å kunne dekke alle elementene IP består av.

Abstract

The Last Planner System (LPS) and Collaborative Design Management (CDM) are methodologies that are designed to, among other things, reduce lost time and create flow in production. Using these methods, contractors want to utilize the skills that each worker has by involving them to a much greater degree than in traditional project management.

BIM has in a short period of time gone from being a tool used in the design phase, to being used in the production phase as well. Through the development of BIM tools, there has been a wish to bring BIM to the craftsmen, where actual work is done. This has the potential to create benefits such as increased productivity, fewer errors, effective communication and increased workflow. An answer to this is the BIM-station, a relatively new tool within the construction industry.

It is claimed that the use of IT support raised the implementation rate of Last Planner. It became interesting to see if this also affected the BIM-station and Veidekke's Collaborative Design Management (CDM). In order to prepare this master thesis, the thesis is based on the following problem:

- **How does the BIM-station contribute to the use of CMD/LPS-methods in construction projects?**

Furthermore, several sub-questions have been prepared to supplement and support the research question:

- What is a BIM-station and how is it used?
- How is the use of BIM-station compared to the CDM-methodology of a project in Veidekke?
- What conditions are required for the implementation of IP to succeed?
- What is different in the Last Planner System and Collaborative Design Management?

Through a qualitative study, conducted through a literature study, observations and interviews, the research questions mentioned above are answered. Using these methods revealed five factors that should form the basis for successful implementation of CDM. (1) Support from administration and management, (2) Local customisation, as CDM is a comprehensive methodology, (3) Training and supporters, (4) Information flow and visualization and (5) Support of own employees and subcontractors. Because Veidekke's CDM is a further development of LPS, the methodology has some differences. Because the methodologies are built on equal principles, it is believed that upon implementation the same factors are required.

The results show that the BIM-station is an information tool that contributes to increased involvement, interaction and communication, both between the Last Planners internally, and between craftsmen and construction management. The station makes it possible for necessary information to be available outside the building site, which creates flow. For example, that different types of work groups can discuss and solve problems quickly. Today, the station is used as an inspection tool, with mainly different plans (schedules), detailed drawings and the 3D-model visualised. It is concluded that where the BIM-station can contribute, it simplifies the use of, and helps implement the planning methodology. It must also be said that the BIM-station neither can nor has the prerequisites for covering all the elements that CDM consists of.

Innholdsfortegnelse

Forord	i
Sammendrag	iii
Abstract	iv
Bibliotekside	vi
Forkortelser	vii
Figurliste	vii
Tabelliste	viii
Formler	viii
1. Innledning	1
1.1. Bakgrunn og formål	1
1.2. Veidekke ASA.....	3
1.3. Problemstilling.....	4
1.4. Avgrensninger.....	5
1.5. Oppgavens oppbygging.....	6
2. Teori	7
2.1. Last Planner System	8
2.2. Involverende planlegging	15
2.3. BIM-kiosk.....	19
2.4. Implementering	25
2.5. Kriteriene.....	30
3. Metode.....	42
3.1. Forskningsstrategi.....	42
3.2. Forskningsmetoder	46
3.3. Litteratursøk	49
3.4. Intervju	50
3.5. Observasjon.....	52
3.6. Analyse og drøfting av data.....	54
3.7. Kildekritikk.....	56
4. Resultat	58
4.1. BIM-kiosk.....	59
4.2. De ulike kriteriene	63
5. Analyse.....	72
5.1. Hva er en BIM-kiosk, og hvordan brukes den?.....	73
5.2. Hvordan er bruken av BIM-kiosk opp mot IP-metodikken i et prosjekt i Veidekke?	75
5.3. Hvilke forhold kreves for at implementeringen av IP skal lykkes?.....	94
5.4. Hva er ulikt i Last Planner System og Involverende Planlegging?	95
6. Konklusjon.....	96
6.1. Diskusjon av metodevalg	98
6.2. Videre forskning.....	100
Litteraturliste	101

Bibliotekside

Sidetall	100
År	2018
Emneord	BIM, BIM-kiosk, Involverende planlegging, IP, Last Planner System, LPS, IT-støtte, implementering
Keywords	BIM, BIM-station, Collaborative Design Management, CDM, Last Planner System, LPS, IT-support, implementation
Format	A4
Tittel	BIM-kioskens bidrag til bruk av Involverende planlegging/Last Planner System
Engelsk tittel	The contribution of the BIM-station for application of the Last Planner System
Universitet	Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Fakultet	Fakultetet for realfag og teknologi, REALTEK
Studieretning	Byggeteknikk og arkitektur
Forfatter	Kristian Rotevatn Fylling
Veileder	Anders Björnfot, REALTEK, NMBU

Forkortelser

Tabell 0.1 - Forkortelser

Forkortelse	Beskrivelse
IP	Involverende planlegging
IPP	Involverende planlegging i prosjektering
LPS	Last Planner System
TLP	The Last Planner (Den siste planlegger)
BIM	Building Information Model / Bygningsinformasjonsmodellering
IT	Informasjonsteknologi
ViV	Vi i Veidekke
TFV	Transformation, Flow and Value/ Transformasjon, Flyt og Verdi
LC	Lean Construction
IGLC	The International Group for Lean Construction
KPI	Key Performance Indicators
PPU / PPC	Prosent Planlagt utført / Percent Plan Completed
PCR	Percent Constraints Removed (Prosent av hindringer som er fjernet)
HMS	Helse, Miljø og Sikkerhet
SPI	Schedule Performance Index (Fremdriftsindeks)
VDC	Virtual Design and Construction
EWI	Executable Work Inventory (utførbar arbeidsoppgave)

Figurliste

Figur 1.1 - Oppgavens oppbygging	6
Figur 2.1 - Utførelse av aktiviteter, inspirert av Letelier Osés (2014).....	11
Figur 2.2 - The Last Planner System, inspirert fra Ballard (2000)	14
Figur 2.3 - Prinsippstrukturen i Involverende planlegging, inspirert fra Kalsaas (2017).....	16
Figur 2.4 - Sug-planlegging i Involverende planlegging, inspirert av Hermanrud et al. (2018).....	17
Figur 2.5 - Dimensjonene i BIM	21
Figur 2.6 - Funksjonene i et Oobeya-rom, inspirert fra Björnfoot et al. (2012).....	23
Figur 2.7 - Resultat fra Lagos et al. (2017) sin forskning, gjengitt i en likertskala	29
Figur 3.1 - Oppgavens forskningsstrategi	42
Figur 3.2 - Graf over avvik	52
Figur 3.3 - Skisse av Vitaminveien 11 (Veidekke, 2016)	53
Figur 3.4 - Sentrale begreper for vurdering av forskningens kvalitet, inspirert av Blekesaune (2018)	56
Figur 4.1 - BIM-kiosken.....	59
Figur 4.2 - Samling av håndverkere ved BIM-kiosken	59
Figur 4.3 - Aktiviteter, fremdriftsplan og 3D-modell i Synchro	60
Figur 4.4 - Illustrasjon av funksjon ved programmet Synchro.....	61
Figur 4.5 - Illustrasjon av programmet Dalux	61
Figur 5.1 - Samlet resultat presentert i en likertskala	90
Figur 5.2 - Sammenstilling av oppgavens og Lagos' resultater	92

Tabelliste

Tabell 0.1 - Forkortelser	vii
Tabell 2.1 - Interaksjoner (Vestermo & Murvold, 2016)	24
Tabell 2.2 - Kriterier i Last Planner-metodikken.....	28
Tabell 2.3 - Standardisering av planleggings- og kontrollprosessen	31
Tabell 2.4 - Standardisering av driftsmøter	31
Tabell 2.5 - Den siste planlegger deltar i planleggings- og beslutningsmøter	32
Tabell 2.6 - Bruk av indikatorer for å vurdere samsvar med planlegging.....	33
Tabell 2.7 - Kritisk analyse av informasjon	34
Tabell 2.8 - Visuell informasjonshåndtering.....	35
Tabell 2.9 - Korrekt definisjon av arbeidspakker	35
Tabell 2.10 - Benytte en lett forståelig og gjennomiktig hovedfremdriftsplan.....	36
Tabell 2.11 - Faseplanlegging	37
Tabell 2.12 - Standardisering av utviklingsplanlegging	37
Tabell 2.13 - Systematisk analyse og fjerning av hindringer	38
Tabell 2.14 - Buffer med sunne aktiviteter.....	39
Tabell 2.15 - Planlegging og kontroll av fysisk arbeidsflyt.....	39
Tabell 2.16 - Korrigerende tiltak basert på manglende overholdelse av avtaler	40
Tabell 2.17 - Kommunikasjon og samarbeid	41
Tabell 3.1 - Oppgavens forskningsstrategi	45
Tabell 3.2 - Kjennetegn ved kvantitative og kvalitative metoder (Dalland, 2012).	46
Tabell 3.3 - Metoder som er benytte for å besvare forskningsspørsmålene	47
Tabell 3.4 - Intervjupersoner og intervjuets art	51
Tabell 3.5 - Prosjektinformasjon om Vitaminveien 11(Veidekke, 2016).	53
Tabell 5.1 - Score - Standardisering av planleggings- og kontrollprosessen	75
Tabell 5.2 - Score - Standardisering av driftsmøter	76
Tabell 5.3 - Score - Den siste planlegger deltar i planleggings- og beslutningsmøter	77
Tabell 5.4 - Score - Bruk av indikatorer for å vurdere samsvar med planlegging.....	78
Tabell 5.5 - Score - Kritisk analyse av informasjon	79
Tabell 5.6 - Score - Visuell informasjonshåndtering.....	80
Tabell 5.7 - Score - Korrekt definisjon av arbeidspakker	81
Tabell 5.8 - Score - Benytte en lett forståelig og gjennomiktig hovedfremdriftsplan.....	82
Tabell 5.9 - Score - Faseplanlegging	83
Tabell 5.10 - Score - Standardisering av utviklingsplanlegging.....	84
Tabell 5.11 - Score - Systematisk analyse og fjerning av hindringer	85
Tabell 5.12 - Score - Buffer med sunne aktiviteter.....	86
Tabell 5.13 - Score - Planlegging og kontroll av fysisk arbeidsflyt	87
Tabell 5.14 - Score - Korrigerende tiltak basert på manglende overholdelse av avtaler.....	88
Tabell 5.15 - Score - Kommunikasjon og samarbeid	89

Formler

Formel 3.1 - Utregning av total score	55
Formel 3.2 - Eksempelutregning av score.....	55

1. Innledning

I innledningskapittelet presenteres oppgavens bakgrunn, og hvorfor det er valgt å skrive om dette temaet. Videre gis det grunnleggende informasjon om entreprenørfirmaet Veidekke, samt at valgt problemstilling, og hvilke avgrensninger som er gjort for å kunne gjennomføre oppgaven, skisseres. Tilslutt sies det noe om oppgavens videre oppbygging.

1.1. Bakgrunn og formål

For å redusere tapt tid og skape flyt i produksjonen har Lean Construction (LC), i form av Last Planner System (LPS) (Ballard, 2000) og Involverende planlegging (IP), de siste årene tatt store steg inn i den norske byggeindustrien (Kalsaas, 2017; Skanska, 2018). Lean Construction som ble dannet tidlig på 90-tallet, kom av en mening om at byggenæringens tilnærming til produksjon var overmoden for fornyelse (Kalsaas, 2017). LC var inspirert av Toyotas produksjonssystem, som fikk betegnelsen Lean Production. Last Planner System er en sentral del av LC, som refererer til at "The Last Planner/Den siste planlegger" skal involveres i planleggingen av egen hverdag, og er et system for å styre produksjonsflyten (Ballard, 2000; Kalsaas, 2017). Ved å bruke disse metodikkene ønsker entreprenørene å utnytte kompetansen som hver arbeider har, ved å involvere dem i mye større grad enn i tradisjonell prosjektstyring. Gjennom å involvere arbeidere i produksjonen i større grad, får de som skal utføre arbeidet større innflytelse gjennom planleggingen av eget arbeid som gir gjensidige forpliktelser. Dette kan også medføre økt motivasjon. Det er dermed ikke noen som er "prakket" på fra ledelsen. Får å kunne oppnå ønsket involvering, og samtidig skape flyt i produksjonen, har ulike verktøy og metoder blitt tatt i bruk. Eksempler på dette er lappeteknikkmøte og systematisk hindringsanalyse (Kalsaas, 2017). Hindringsanalysen består blant annet av syv forutsetninger som Koskela (1999) har definert at kreves for en sunn aktivitet.

Selv om LPS har vært i bruk i over 20 år, har noen av komponentene forblitt på et grunnleggende implementeringsnivå (Daniel et al., 2015). Komponenter som EWI- "Executable Work Inventory/utførbar arbeidsoppgave" og hindringshåndtering er blant de minst implementerte delene i metodikken (Lagos et al., 2017). I artikkelen av Lagos et al. (2017) hevdes det at manglende implementeringsgrad forhindrer det fulle utbyttet av LPS. Artikkelen viser også til forskning (Alarcón et al., 2003; Alarcón et al., 2005), som viser at bruken av informasjonsteknologi (IT) for å støtte implementeringen, resulterte i en mer helhetlig implementering av metodikken på generell basis. Lagos et al. (2017) har dermed utført et studium, der implementeringen har blitt utført med og uten IT-støtte for å sammenligne resultatene.

Mangelfull kommunikasjon og informasjon har i stor grad blitt observert i byggeprosjekter. Dette medfører blant annet lav produktivitet. Bruken av IT-teknologi, for å få bukt med kommunikasjonsbarrierer, har blitt utnyttet i svært begrenset grad på byggeplassen fordi ledelsen har nølt med å innføre ny teknologi. Håndverkerne har derimot ytret ønske om

ytterligere bruk av ny teknologi på (Ruwanpura et al., 2012).

I byggebransjen har Bygningsinformasjonsmodellering (BIM), vært i bruk i flere år i prosjektering og planleggingsprosessen (Balke, 2015). For å legge til rette for kommunikasjon og tilgang til nødvendig informasjon på byggeplassen, har det i de senere år blitt sett på muligheten for å utplassere en informasjonskiosk (Bråthen & Moland, 2016; Ruwanpura et al., 2012). Dette har blitt fanget opp av flere av de ledende entreprenørene i Norge, som i senere år har tatt i bruk BIM-kiosker eller BIM-stasjoner ute i produksjonen (Byggeindustrien, 2017; Strand, 2017). Dette er forenklet sagt en informasjonsdatabase, tilgjengelig på byggeplassen, som håndverkere kan nytte seg av ved behov (Balke, 2015). Håndverkerne kan gjennom disse kioskene alltid skaffe oppdatert informasjon, samt at det legges til rette for økt kommunikasjons mellom lagene, ved at de kan diskutere problemer med andre fag som elektrikere, rørleggere og tømrere med fler (Bråthen & Moland, 2016).

Implementering er avgjørende for å kunne utnytte planleggingsmetodikkene. Tidligere forskning hevder at bruk av IT-verktøy forbedrer implementeringsgraden av LPS (Alarcón et al., 2003; Alarcón et al., 2005; Lagos et al., 2017). Ved at Daniel et al. (2015) hevder at flere komponenter av LPS-metodikken ikke har blitt fullstendig implementert, og gjennom håndverkernes ønske, har det blitt lagt til rette for informasjon og kommunikasjon gjennom BIM-kiosker (Ruwanpura et al., 2012). Det er dermed ønskelig å se hvordan BIM-kiosken kan bidra til at IP/LPS-metodikkene i større grad blir benyttet, og på den måten implementert. Synergien mellom implementering av LPS og IT-verktøy har som nevnt blitt studert ved Lagos et al. (2017). Det vil på bakgrunn av dette, studeres med de samme kriteriene, hvordan spesifikt BIM-kiosken kan bidra til bruk av metodikkene.

1.2. Veidekke ASA

Veidekke ble stiftet i 1936, og har siden den gang vokst til å bli et av Skandinavias største entreprenør- og eiendomsutviklerselskap. Med ca. 7700 ansatte og en omsetning på 31,6 milliarder NOK i 2017 (Veidekke, 2018), omfatter Veidekkes virksomheter entreprenør, eiendom og industri. Veidekke har flere datterselskaper og regionskontorer, og har i nyere tid etablert seg i Sverige og Danmark. Veidekke har hovedkontor på Skøyen, og har nybygg og større ombygginger som sitt hovedområde. De fleste prosjektene utføres i totalentreprise.

Veidekke som en av de største entreprenørbedriftene i Skandinavia, har i flere år vært opptatt av utvikling av morgendagens byggeprosjekter. Siden tidlig på 2000-tallet har Veidekke jobbet med en forbedringsprosess for å utvikle bedriften (Henriksen, 2009; Kalsaas, 2017; Lauritzen, 2016). Veidekke har fokusert på involvering av ansatte for å oppnå en sterk forankring. De har ønsket å endre kulturen og måten det jobbes på, ved å utnytte alles kompetanse. De startet med forbedringsprosessen Vi i Veidekke (ViV), som i senere tid har blitt utviklet til Involverende planlegging (IP) (Kalsaas, 2017).

For å levere raskere, mer kostnadseffektivt og med en høyere kvalitet mener Veidekke at det må samarbeides tettere gjennom hele prosjektets verdikjede, fra håndverker til arkitekt (Byggeindustrien, 2016). Ved bruk av teknologi, muliggjør det at alle kan tilegne seg informasjonen de trenger gjennom en BIM-modell. I senere år har de også tatt i bruk BIM ute på byggeplassen, i form av nettbrett og BIM-kiosker (NTI CADcenter, 2018).

1.3. Problemstilling

Ved å ta utgangspunkt i artikkelen til Lagos et al. (2017), skal det undersøkes hvordan BIM-kiosken bidrar til implementering av IP, som er Veidekkes svar på LPS. Hensikten med oppgaven er dermed å se på hvordan og i hvilken grad, BIM-kiosk er med på å benytte de ulike elementene i metodikken.

For å kunne utarbeide denne masteroppgaven, ligger følgende problemstilling til grunn:

- **Hvordan bidrar BIM-kiosken til bruk av IP/LPS-metodikkene i byggeprosjekter?**

Videre er det utarbeidet flere delspørsmål som skal supplere og støtte forskningsspørsmålet:

- Hva er en BIM-kiosk, og hvordan brukes den?
- Hvordan er bruken av BIM-kiosk opp mot IP-metodikken i et prosjekt i Veidekke?
- Hvilke forhold kreves for at implementeringen av IP skal lykkes?
- Hva er ulikt i Last Planner System og Involverende Planlegging?

Ved å stille disse delspørsmålene er målet å få en forståelse av hva en BIM-kiosk er og hva den benyttes til. Man kan dermed se om kiosken kan bidra til økt bruk av IP/LPS-metodikkene, ved å se på hva som kreves for at implementering av IP skal lykkes. Gjennom å se på ulikhetene mellom IP og LPS, kan man deretter se om de kriteriene som BIM-kiosken dekker i LPS, også dekkes i IP.

1.4. Avgrensninger

Bruken av BIM-kiosker har ikke vært særlig utbredt i byggebransjen tidligere. Kiosken er et nytt verktøy, og det finnes dermed begrensede mengder data på kostnadsbesparelsen, effektiviteten og innvirkningen den har på arbeidsprosessene på byggeplassen. Siden verktøyet er såpass nytt, begrenser dette også oppgavens omfang. Det er i hovedsak valgt å studere et entreprenørfirma, og et prosjekt hos dem, og hvordan de benytter BIM-kiosken opp mot IP.

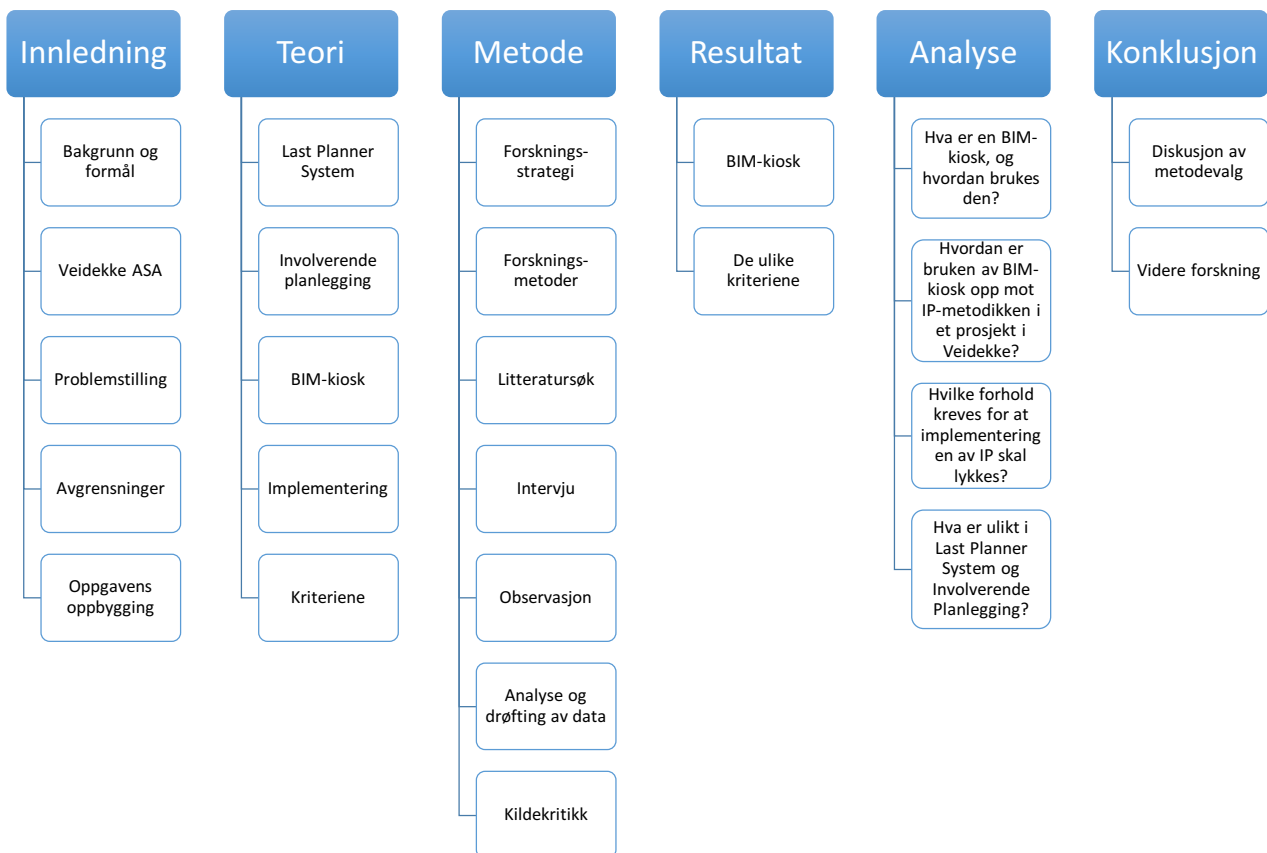
For å kunne fullføre oppgaven i henhold til avsatt tid, var det nødvendig å avgrense oppgavens omfang. Ved å studere sammenhengen mellom BIM og LPS, har det blitt gjort et valg som avgrenser dybden det er studert av de to temaene. Det tas dermed ingen dypdykk i de to temaene, men det er studert nødvendig teori for å få et tilstrekkelig kunnskapsnivå.

Det har i denne oppgaven blitt fokusert på hva ledelsen mener om BIM-kiosken, og dens bidrag til IP. Det ses dermed i begrenset grad på hvordan håndverkere ser på bruken, og hva de mener om BIM-kiosken.

1.5. Oppgavens oppbygging

Her presenteres hvordan oppgavene er tenkt utformet, figur 1.1 illustrerer det som er beskrevet under.

1. I **innledningen** presenteres bakgrunnen for oppgaven og hvorfor jeg har valgt å skrive om temaet. I innledningene presenteres også entreprenørselskapet Veidekke sammen med problemstillingen. Tilslutt skrives det litt om avgrensningene som er foretatt.
2. **Teoridelen** består av grunnleggende teori om Last Planner, Involverende planlegging, BIM-kiosk og implementering. Det går også inn på ulike kriterier som er elementer i Last Planner.
3. I **metoden** greies det ut om forskningsstrategi og metoder, samt hvordan jeg har valgt å besvare forskningsspørsmålene gjennom litteratursøk, intervju og observasjon. Det sees også på hvordan jeg har gått frem for å analysere de data jeg har innhentet og til sist hvordan kildekritikken er ivaretatt.
4. **Resultatdelen** presenterer først hva intervjupersonene og litteraturen sier om BIM-kiosken. Deretter omhandles de ulike kriteriene, basert på svarene fra intervjuene.
5. I **analysekapitlet** analyseres svarene som kom frem, og disse sorteres under hvert delspørsmål som skal støtte under problemstillingen.
6. I **konklusjonen** dras en kortfattet konklusjon av hva som er kommet frem under dette studiet, samt en diskusjon av metodevalget og noen forslag til videre forskning.



Figur 1.1 - Oppgavens oppbygging

2. Teori

I teorikapitlet presenteres det teoretiske rammeverket som er benyttet i denne forskningen. Kapitlet består av teori som er relevant for en dypere forståelse av oppgavens tema og problemstilling. Last Planner, Involverende planlegging, BIM-kiosk, implementering og en beskrivelse av elementene i LPS er blant de omhandlede temaene i denne delen. Teorien skal forsøke besvare problemstillingene som senere blir understøttet av resultatene som kommer frem av intervjuene.

Last Planner System og Involverende planlegging er planleggingsmetodikker som ønsker å redusere tapt tid og skape flyt i produksjonen. Gjennom strukturen i disse metodikkene, er det forsøkt å legge til rette for økt involvering av "The Last Planner" eller som det heter på norsk, "den siste planlegger".

Tapt tid og ubenyttede ressurser er eksempel på sløsing. Med en grunnleggende forståelse av flyt, vil man forstå viktigheten av flyt i produksjonsprosessen. Dårlig flyt fører til blant annet til stopp i produksjonen, som i Last Planner-sammenheng karakteriseres som sløsing. For å oppnå økt flyt, har metodikkene blant annet innført en inndeling i planstrukturen og tatt i bruk ulike teknikker, som eksempelvis sug-planlegging. Et annet begrep som karakteriserer en form for sløsing er making-do, og oppstår når en aktivitet startes uten at alle forutsetningene ligger til rette.

For å kunne benytte LPS/IP-metodikkene må disse implementeres i virksomheten. Hva implementering er, og hvilke faktorer som må være tilstede for en vellykket implementering, beskrives i teorikapitlet. I tidligere forskning hevdes også at bruk av IT-støtte øker implementeringsgraden av LPS-metodikken (Lagos et al., 2017). BIM er et bredt begrep som faller inn under IT-støtte, og BIM-kiosken faller inn under BIM-paraplyen. Hva en BIM-kiosk er, samt grunnleggende teori om BIM, studeres. Det sees også om det kan dras noen paralleller fra BIM-kiosken til et Oobeya-rom, ved å se på hva dette er. Den nevnte forskningen er utarbeidet av Lagos et al. (2017) og har listet opp en rekke kriterier som kreves for en fullstendig implementering. Disse kriteriene blir listet opp og beskrevet til sist. Under hvert kriterium er det utarbeidet nivåinndeling av implementeringsgrader, for hva som kreves for hvert at hvert kriterium skal bli fullstendig implementert.

For å se om implementering for LPS består av det samme som å implementere IP, har ulikhetene på disse metodikkene blitt sett på. Det er også studert forskning som beskriver interaksjoner mellom BIM-kiosken og forbedringsmetodikker (Vestermo, Murvold, et al., 2016).

2.1. Last Planner System

- ett system for planlegging og styring

“The Last Planner production control system is a philosophy, rules and procedures, and a set of tools that facilitate the implementation of those procedures” (Ballard, 2000)

Byggeprosjekter kan ses på som et fenomen med mye variasjon og fulle av overraskelser, og at de i prinsipp ikke er fullt mulig å standardisere (Wikström et al., 1999). Denne manglende forutsigbarheten fører til at detaljplanlegging og beslutninger ikke kan tas før aktiviteten nærmer seg. Utarbeidelsen av Last Planner kom av et ønske om en metode som kan hjelpe til med å respondere raskt, for å møte alle uventede situasjoner som ikke på forhånd kan bestemmes, men som vi vet med sikkerhet kommer til å inntreffe (Kalsaas, 2017). Som en del av argumentene for utviklingen av LPS, argumentertes det med at planlegging av konstruksjoner bare involverte planlegging av nøkkelaktiviteter og inneholdt ingen form for ressursutjevning (Harris et al., 2013). Ressursene i tradisjonell planlegging ble dermed brukt på hovedaktivitetene, mens få ressurser ble tildelt de mindre, støttende, tilretteleggende aktivitetene.

Last Planner System (LPS) eller bare Last Planner (LP) er en sentral del av Lean Construction (LC) og er i følge utvikleren av metoden, Glenn Ballard (2000), et system for å styre produksjonsflyten, som omfatter prosjektering, innkjøp, bygging og installasjon. Last Planner ble utviklet på starten av 90-tallet, og det nærmeste vi kommer en offisiell versjon, er Glenn Ballards doktorgradsavhandling fra år 2000 (Kalsaas, 2017).

Last Planner er en teknikk som ble utviklet for ledelsen av byggeprosjekter til bruk i planleggingsfasen i produksjonen. Teknikken er basert på forutsetningen om at planleggeren bør oppnå pålitelige ukentlige arbeidsplaner for å oppnå maksimale prosjektfordeler. Slike planer skal bare omtale arbeid som tidligere er bestemt, og som kan oppnås i den bestemte perioden planen er laget for. Harris et al. (2013) beskriver behovet for The Last Planner kom at kunnskapstapet mellom korttids- og ukesplanlegging av byggeplasser. Dette på grunn av økende prosjektplanlegging, gjennom ulik bruk av programvare.

Hvordan det skal tenkes og handles når det gjelder Last Planner, blir trukket frem i disse fem prinsippene (Ballard et al., 2009):

1. Økende detaljplanlegging jo nærmere utførelsen man kommer.
2. Lage planer sammen med de som skal utføre arbeidet.
3. Avdekke og fjerne hindringer på planlagte oppgaver i felleskap.
4. Utarbeide og sikre pålitelige forpliktelser.
5. Lære av feil.

De fleste oppgaver i en byggeprosess krever planlegging utført av ulike mennesker til ulik tid, og på ulike steder i organisasjonen. For å oppnå målene som ledelsen har vedtatt, må planlegging på lavere operativt nivå styres og spesifiseres. Det er tilslutt noen som bestemmer hvilke aktiviteter som skal gjøres i morgen. Det er disse personene eller gruppene Ballard

kaller "The Last Planner", "den siste planlegger" (Ballard, 1994). I The Last Planner metodikken er den siste planlegger som regel formannen for de ulike fagene (Kalsaas, 2017).

Siden Ballard (2000) hevder at LP er et system for å styre produksjonsflyten, skal vi se litt nærmere på dette begrepet for å få en bredere forståelse.

2.1.1. Flyt

Flyt er et begrep som brukes i mange sammenhenger og bransjer. Bransjene har ulik tilnærming til flyt, og det er et begrep som mange kjenner til og som knyttes til ulike meninger og erfaringer. Dette gjør at begrepet ikke er lett å definere og avgrense (Kalsaas & Bølviken, 2010). Begrepet er dermed noe vanskelig å beskrive spesifikt, uten å gå nærmere inn på en bestemt bransje. I følge Kalsaas og Bølviken (2010) er begrepet flyt, i produksjonssammenheng, noe uklart og upresist beskrevet i tidligere teoristudier, eksempelvis (Shingo, 1988; Womack et al., 1990). Shingo (1988) ser på skillet mellom prosess og drift som en av hans viktigste bidrag til produksjonsteori og som grunnleggende for forståelsen av produksjonen. Der hevder han at det er to typer flyt; prosess- og driftsflyt. Prosessflyt representerer da transformasjonen og bearbeidningen av materiell, mens driftsflyt representerer operasjonen som utføres på produktet av maskiner eller arbeidere.

I Kalsaas og Bølviken (2010) sin artikkel studeres de hvordan tidligere studier har definert flyt. De konkluderer på bakgrunn av studiet med at arbeidsflyt for byggebransjen, er en kjede av hendelser med kontinuerlig bevegelse som beveger seg fritt og tilfører verdi. De mener dermed at flyt for byggebransjen kan beskrives som oppgaver men jevnt høy produksjon, som uhindret skaper verdi for prosjektet. Flytbegrepet omfatter fysisk flyt i form av materiell og utstyr, men også flyt i form av informasjon, plass, mannskap og eksterne forhold (Bertelsen et al., 2006).

Den første forståelsen av produksjonen, oppstod i midten av 1800-tallet, der de mente at produksjonsprosessen måtte ses på som en rekke transformasjoner (Bertelsen, 2012). Materialer ble bearbeidet og et produkt av verdi ble skapt. Problemet med denne fremstillingen, var at aktivitetene mellom transformasjonene ikke ble tatt hensyn til. Elementer som hindret flyten av transformasjonene, var dermed ikke i fokus (Bertelsen, 2005). Forståelsen har i senere tid blitt utfordret, og i Lean Constructions sammenheng, har Koskela (2000) utarbeidet en teori som tar for seg tre aspekter: transformasjon, flyt og verdi, TFV-teorien. Teorien tar dermed ikke bare for seg transformasjonsaspektet men involverer også flyt og verdi. Teorien består av en forståelse av at byggeproduksjonen er som en **flyt** av **transformasjoner** som skaper **verdi**.

- **Transformasjon** er fokuset på det fysiske arbeidet med bearbeidelse.
- **Flyt** omfatter prinsipper som reduksjon av sløsing, kortere ledetid, økt stabilitet og mindre variasjon, forenkling, fleksibilitet og gjennomsiktighet og åpenhet (deling av informasjon). Flyt fokuserer på flyten av varer og arbeid mellom arbeidsoperasjoner. Ledetid er tiden det tar fra kunden bestiller produktet eller tjenesten til dette er levert. Altså tiden i forveien av leveransen, man må legge inn bestillingen.
- **Verdi** omfatter kundeperspektivet. Skape verdi for kunden er slagordet, og kunder er ikke bare byggherre og brukere. Ideen er at det også er leverandør-kunderelasjon mellom fag.

For at en aktivitet skal kunne utføres uten hindringer, og for å oppnå en størst mulig flyt i produksjonen, har Koskela (1999) definert syv forutsetninger som skal være tilstede for en sunn aktivitet. En sunn aktivitet er en aktivitet som kan utføres uhindret av andre faktorer, samt ha riktig kvalitet og fokus på HMS (Koskela, 1999). De syv forutsetninger, som benyttes av Veidekke er videre listet opp.

1. **Forutgående aktivitet** må være helt avsluttet og ha riktig kvalitet.
2. **Informasjon** som tegninger, beslutninger og beskrivelser må være tilgjengelig og ivareta kvalitet, helse og sikkerhet.
3. **Materialene** som skal brukes må være tilstede i riktig kvalitet og mengde.
4. **Mannskap** med riktig kompetanse og kapasitet til å utføre arbeidet. Behov for variasjon i arbeidsoppgaver må være ivarettatt.
5. **Utstyr** som er nødvendig til å utføre arbeidet. Dette gjelder både sikkerhetsutstyr og verktøy for å kunne utføre arbeidet. Verktøyet skal være tilfredsstillende med tanke på effektivitet, sikkerhet og være lite belastende.
6. **Plass** til å utføre aktiviteten, samt tilkomst. Dette innebærer at det er ryddet, sikret og klargjort.
7. **Ytre forhold** må være tilfredsstillende. Dette kan for eksempel omfatte vær og vind, men også offentlige tillatelser.

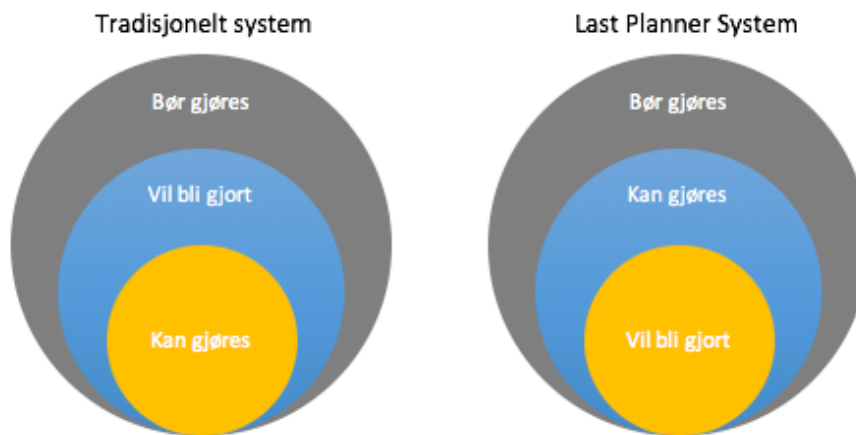
(Lauritzen, 2016)

God flyt kan altså karakteriseres som en kombinasjon av høyt produksjonsvolum, og jevnt produsert volum målt per tidsenhet (Bølviken et al., 2011). Det gir dermed lite mening og si at en produksjonsprosess med stabilt produsert volum, men med lav utnyttelse, har god flyt. Det samme gjelder også en produksjonsprosess med høyt produsert volum, men med mange stopp-start-sekvenser.

I tradisjonell planlegging detaljprosjektertes det ofte tidlig i fasen. Dette i motsetning til Last Planner, der de ulike aktivitetene detaljprosjektertes nærmere opp mot aktivitetenes utførelsestidspunkt. I tradisjonell planleggingsammenheng kan dette føre til at planene raskt blir utdaterte og dermed må forkastes. For å sikre fremdriften må det dermed tas grep og ad hoc-beslutninger. Dette medfører igjen at aktiviteter settes i gang uten at alle forutsetninger er tilstede, se figur 2.1, jfr. syv forutsetninger for en sunn aktivitet. Vi har da med fenomenet making-do å gjøre (Koskela, 2004). Når ad hoc-beslutninger må tas, oppstår det også stopp-start-sekvenser som hindrer flyten i produksjonen. Ved å prosjektere mer detaljert nærmere aktivitetens oppstart, får man mer og mer informasjon om hva og hvordan operasjoner kan og bør utføres. På den måten reduseres usikkerhet og man øker sannsynligheten for å oppfylle forpliktelsene både med tanke på kvalitet og avtalt sluttdato (Letelier Osés, 2014).

Making-do er et begrep som omhandler en form for sløsing og oppstår når en aktivitet startes uten at alle forutsetningene ligger til rette. Når en aktivitet er "usunn", er det en eller flere faktorer som ikke er tilfredsstillende, som for eksempel plass, materialer eller informasjon. Making-do kan på norsk sies "klare seg", altså at man initierer usunne aktiviteter og dermed karer seg med de ressursene man har til rådighet. Dette har i følge Koskela (2004) to former for konsekvenser, tekniske og adferdskonsekvenser. De tekniske konsekvensene er at det blir en økning i behandlingstiden og dens variabilitet forårsaket av making-do. Dette fører igjen til mer pågående arbeid som er ekvivalent med lengre ledetider. En lengre prosess fører til

høyere driftskostnader. En annen iboende konsekvens av making-do er at arbeidet får en dårligere kvalitet og sannsynligheten for at arbeid må gjøres på ny, øker. Når det gjelder adferdskonsekvensene, inkluderer det at arbeidernes motivasjon avtar, samt innsatsen for å tilfredsstille de manglende faktorene reduseres (Koskela, 2004).



Figur 2.1 - Utførelse av aktiviteter, inspirert av Letelier Osés (2014)

Produksjonsteoretikere som arbeider i produksjon, skiller mellom to måter å regulere arbeidsflyten på (Ballard, 2000). Skyv og sug-planlegging. Pull-, bakover- eller sug-planlegging, er en teknikk for å introdusere materiell eller informasjon til en produksjonsprosess. Den alternative teknikken, push- eller skyvplanlegging, ”pusher” input inn i prosessen basert på en fastsatt sluttdato. Det som i hovedsak skiller de to metodene er at i sug-planlegging, så tillates kun materialer eller informasjon i produksjonsprosessen dersom prosessen er klar for å ta det imot og utføre arbeidet (Ballard, 2000). I skyv-planleggingen kan materiell og informasjon være tilgjengelig lenge før arbeidslagene er klar for å sette i gang aktivitetene.

Tradisjonelt sett har byggebransjen benyttet skyv-planlegging i et forsøk på å skape samhandling mellom aktiviteter som er gjensidig avhengig av hverandre (Ballard, 2000). Selv om skyv teknikken har blitt brukt, har enkelte elementer i lang tid vært preget av sug-planlegging. Et eksempel på dette er bestilling av betong som må skje når produksjonen er klar for leveransen, da betong ikke kan ligge å vente på byggeplassen. Noe av grunnen til at sug- teknikken brukes i begrenset omfang, er fordi ledetiden til leverandører ofte er større enn entreprenørens evne til å forutse ferdigstillelse av aktiviteter (Ballard, 2000).

Informasjonsflyt er også en del av flytbegrepet, og handler om intern kommunikasjonen mellom medarbeidere og eksternt til kunder, publikum og andre interessenter (Austrheim et al., 2002). Informasjonsflyt er en overføring av informasjon fra en part til en annen, i en gitt prosess. For å være til fordel i et prosjekt må informasjonsflyten være nøyaktig og fullstendig. Den må komme til riktig tid. Å ha riktig informasjon levert for seint, kan være like ubrukelig som ingen informasjon. Informasjonen som kommer frem må være meningsfull, tilstrekkelig og relevant for personen som trenger den (Camilleri, 2016).

2.1.2. Planstrukturen i LPS

På systemsiden understreker Koskela et al. (2010) at Last Planner i hovedsak består av disse fem elementene. **Hovedplanen**, som en overordnet generell plan. **Faseplanen**, som er hovedplanen delt opp i mer detaljerte faser. **Utkikksplanen**, som tar for seg en del av faseplanen på 4-8 uker. **Ukentlig arbeidsplan**, som viser aktiviteter innenfor 2-4 uker og beregning av **prosent planlagt utført (PPU)**, som gir et mål på hvor mange aktiviteter som er fullført i forhold til planlagt fremdrift.

Bertelsen (2012) beskriver de ulike elementene slik:

- **Hovedplanen**, er en avtale med byggherre om hva vi **skal** gjøre.
- **Faseplanene**, er en avtale mellom fagene om det vi **bør** gjøre.
- **Utkikksplanen**, er en avtale mellom fagentreprenørene om hva vi **kan** gjøre.
- **Ukeplanen**, er basenes avtale om hva vi **vil** gjøre.
- **PPU**, er avtalen om hva vi **skal gjøre bedre**.

Hovedplanen er en overordnet generell plan som identifiserer alle arbeidspakker for hele prosjektet. Planen skal vise/anslå hovedaktivitetene, aktivitetenes varighet og deres rekkefølge. Hensikten med denne planen er å føre de aktørene som er involvert sammen tidlig i prosessen, for å diskutere hvordan man skal nå målene og milepælene (Koskela et al., 2010). Det å bruke milepæler som styringsredskap bringer stabilitet og forutsigbarhet til byggeprosjekt (Kalsaas, 2017).

I **faseplanen** deles hovedplanen opp i ulike faser for å utvikle mer detaljerte arbeidsplaner og utarbeide mål som prosjektteamet kan arbeide etter. I faseplanleggingen er hensikten å finne en hensikts- og produksjonsmessig rekkefølge på arbeidspakkene. Faseplanleggingen involverer representanter fra alle aktører for å utvikle en mer detaljert arbeidsplan for de ulike involverte partene, som entreprenør, underentreprenører, konsulenter etc. (Koskela et al., 2010). Det diskuteres hvilke kritiske hendelser og aktiviteter som må være på plass for at prosjektet kan holde fremdriftsplanen. Selv om det ikke benyttes matematisk utrekning av kritisk vei i Last Planner, så er det stor fokus på aktiviteter og installasjoner som rammer mange fag og milepæler (Kalsaas, 2017). For å utarbeide faseplanen avholdes det møter der lappeteknikk benyttes. Det er en teknikk der de ulike fagene skriver opp aktiviteter som må gjøres i den aktuelle fasen på Post-it-lapper, en fagre for hvert fag. Ved å se på de ulike aktivitetene blir faggruppene og anleggsledelsen enig om rekkefølgen, og hvordan fasen skal gjennomføres (Bertelsen, 2012).

Utkikksplanleggingens hensikt er å påse at aktiviteter kan starte opp når tiden er inne, og dermed redusere usikkerhet. Dette gjøres bland annet ved å indentifisere og eliminere hindringer, gjennom Koskelas syv forutsetninger for en sunn aktivitet, for å nå de målene som er beskrevet i utkikksperioden (4-8 uker). Klargjøring sikrer at oppgaver er klare for produksjon og dermed hindrer sløsing av tid, materiell og utstyr (Koskela et al., 2010). I hierarkiet av planer har utkikksplanen som oppgave å ha kontroll på arbeidsflyten. Tradisjonelt sett har utkikksplanen blitt brukt til hva som skulle vært utført, men i LPS har planen disse funksjonene:

- Forme arbeidsflytssekvenser og hastighet
- Koordinere arbeidsflyt og kapasitet
- Dekomponere arbeidspakker i hovedfremdriftsplanen til aktiviteter og operasjoner
- Utvikle detaljerte metoder for å utføre arbeid
- Opprette en buffer med sunne aktiviteter som er klare til utførelse
- Oppdatere og revidere planer på et høyere nivå etter behov (Ballard, 2000)

I utviklingsplanen er det viktig at aktiviteter som er avhengig av andre, og som må være ferdig til en angitt tid, markeres og kommer tydelig frem. Det er dermed viktig at detaljeringsnivået på de ulike aktivitetene er tilstrekkelig (Kalsaas, Skaar, et al., 2010). Innenfor Lean Construction er det også fokus på å kunne gjøre oppgaver helt ferdig når de først har startet, såkalt ferdig-ferdig. Ved å oppnå dette unngår man fenomenet Koskela (2004) kaller making-do. For å unngå hindringer før de påvirker produksjonen, er utviklingsplanen et viktig styringsprinsipp (Kalsaas, 2017).

Ukentlig arbeidsplan er en tverrfaglig plan, som viser produksjonsoppgavene som skal gjennomføres innenfor en tidshorison på 2-4 uker (Koskela et al., 2010). Arbeidsplanen er basert på å forutse hvor og hva som kan gjøres med tanke på tilgjengelige ressurser, og ved å se på avhengigheter mellom aktiviteter. LPS-møtene som omhandler de ukentlige arbeidsplanene skiller seg i fra tradisjonell planlegging ved at i LP-sammenheng utarbeides arbeidsplaner i fellesskap og at aktivitetene som velges ut er kun sunne aktiviteter er "de som kan gjøres" og ikke "de som bør/må gjøres". Hensikten med ukentlige møter er å formidle fremgang og planlegge de kommende ukene.

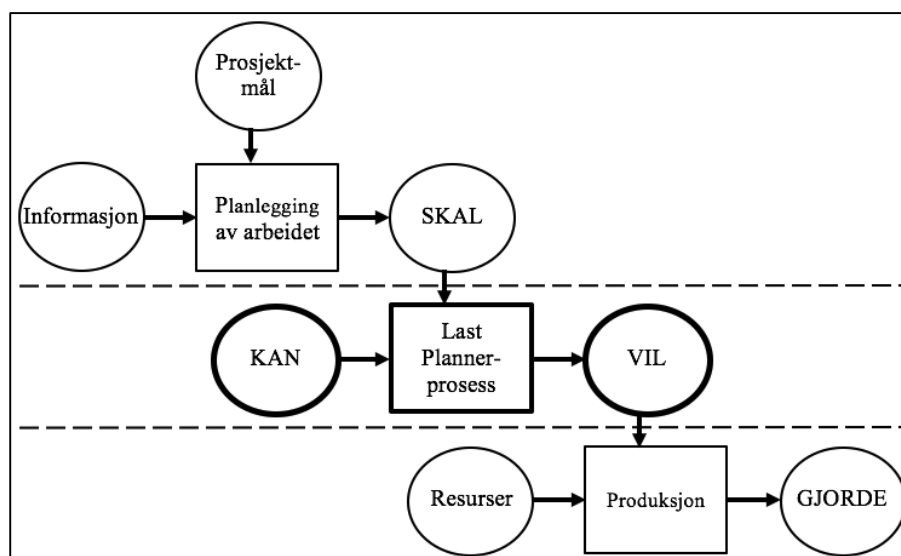
Prosent Planlagt Utført (PPU) er et mål på hvor mange aktiviteter som var planlagt, som ble utført. Etter målt PPU er det nødvendig å indentifisere årsaker til avvik, og finne ut hvordan man unngår gjentagelse. PPU viser også hva som krever mer ressurser for å oppnå ønskede resultater (Koskela et al., 2010). I tradisjonelle prosjekter ligger PPU på 40-60%, mens Last Planner System ønsker en PPU>80% (Bertelsen, 2012). En god PPU skal ligge på ca 80%, men dersom PPUen er over 80% og nærmere 100%, er dette et tegn på for stor sikkerhetsmargin med tanke på aktivitetens varighet (Bertelsen, 2006). Hensikten med Prosent Planlagt Utført er først og fremst å fremme planenes pålitelighet og lære å forbedre prosessplanleggingen.

PPU er som sagt et mål på hvor mange aktiviteter som var planlagt, som ble utført. For å være konkurransedyktig sammenligner organisasjoner sine produkter, tjenester og forretningsprosesser mot de beste innenfor sin bransje. PPU og flere andre målemetoder, som SPI (Fremdriftsindeks), S-kurve og PCR (prosent av hindringer som er fjernet) benyttes i byggebransjen i dag. Dette er såkalte "Key Performance Indicators (KPI)", og benyttes i ulike faser av prosjektet. Måling alene er ikke tilstrekkelig for å forbedre ytelsen. Det er også nødvendig å analysere resultatene for å kunne oppdage forbedringspotensial, og for å gjennomføre tiltak for å utnytte potensialet (Alarcón et al., 2001). Hensikten med KPIer, er med andre ord å muliggjøre for målinger av prosjekter for å oppnå best mulig praksis (KPI Working Group, 2000).

“.. To manage you must measure, if you don't you are only practising..”(Chrysostomou, 2000)

Det finnes en rekke ulike ytelses- og målingsindikatorer for byggebransjen. Enkelte indikatorer er mer innarbeidet enn andre. De ulike indikatorene har innvirkning på ulike forhold i prosessen, og ved utvelgelse av KPIer, må man tenke på at disse utfyller hverandre samtidig som de for seg selv gir utbytte. Årsaken til dette, er fordi en høy score i én dimensjon ikke må gå uoppdaget på bekostning av en annen (Bjørnenak et al., 2009).

Som vi ser av figur 2.2, så kan LPS-prosessen forstås som en mekanisme for å transformere det som **SKAL** bli gjort, til det som **KAN** gjøres, og dermed **VIL** bli utført. Prosjektprosessen helt fra prosjektets mål med tilhørende informasjon, til det som faktisk ble gjort, er også lik den tradisjonelle fremgangsmåten, men den utføres uten det uthevede leddet i midten, som fokuserer på å øke flyten og skape sunne aktiviteter.



Figur 2.2 - The Last Planner System, inspirert fra Ballard (2000)

2.2. Involverende planlegging

Veidekke startet tidlig på 2000-tallet med forbedringsprosessen Vi i Veidekke (ViV), der målet var å utvikle Veidekke gjennom økt involvering av ansatte. Målet med denne prosessen var å utvikle virksomheten gjennom systematisk involvering av alle ansatte. Tanken bak metodikken var å endre kulturen og måten det ble jobbet på. Dette skulle gjøres ved å utnytte alles kompetanse, både funksjonærenes og håndverkernes og med det, skape trivsel og entusiasme. Det ble blant annet lagt til rette for opplæring gjennom Veidekke-skolen, samt ett nettverk med tilretteleggere med kompetanse på forbedring. Det ble òg satt fokus på en sterk forankring i linjen som skulle bidra til gjennomføring og systematikk i planleggingen, oppfølgingen og evalueringen. Etter noen års erfaringer med ViV, dukket det opp utfordringer og en form for trøtthet knyttet til strategien. Flere av elementene ble i ulik grad fulgt i praksis, men hovedproblemet til forbedringsprosessen var at ViV ikke var godt nok tilpasset Veidekkes prosjektbaserte produksjon. Engasjementet var stort, men manglende gjennomføringsevne og at forbedringsarbeidet ikke var tilpasset Veidekke, skapte frustrasjon. Last Planner kom dermed som en direkte forlengelse av ViV, og som en løsning på de utfordringene forbedringsprosessen hadde støtt på. Da Veidekke valgte å ta i bruk metodikken, mente de den trengte noen justeringer for å kunne passe til deres virksomhet, verdier og prinsipper for godt forbedringsarbeid (Kalsaas, 2017). De satte dermed norske navn på de ulike plannivåene og møtene, og gjorde andre endringer som blant annet å tilføre lagsplan som et femte plannivå. De gav metodikken, som da er bygget opp og basert på Last Planners tanke sett, navnet Involverende planlegging (IP) (Kalsaas, 2017).

Involverende Planlegging (IP) er dermed Veidekkes metodikk for fremdriftsplanlegging i prosjektbasert produksjon. Ved at IP er en videreutviklet, tilpasset metodikk, har de dermed samme prinsippene som LPS (Bølviken, 2013), se kapittel 2.1. Hovedmålsettingen med IP er å redusere tapt tid og skape flyt i produksjonen. For å oppnå dette er involvering viktig. Det betyr at alle deltar i planleggingen av egen hverdag (Veidekke, 2015). Den siste planlegger i metodikken til Veidekke er satt til å være de som utfører arbeidet. I Involverende planlegging er dette basen og i siste instans håndverkerne (Lauritzen, 2016).

Ved at det i prosjektbasert produksjon er krevende å fastslå tidsperspektivet på de ulike aktivitetene, er prinsippet om rullende tidsplanlegging et verktøy som tar opp variasjoner i tidsbruk og kan tilpasse seg det aktuelle tidsforbruket i produksjonen (Kalsaas, 2017). Plansystemet i Involverende planlegging består av to nivåer; strategiske og operative planer, se figur 2.3. Strategiske planer, som hovedplan og faseplan, blir som regel laget en gang og endres dermed minimalt på. De operative planene som utviklingsplan, ukeplan og lagsplan er rullende planer som oppdateres og forandres som arbeidet pågår. I de operative planene benyttes hindringsanalyse ved de syv forutsetningene (Lauritzen, 2016). Eventuelle endringer som oppstår blir kommunisert til høyere plannivåer.

2.2.1. Prinsippstrukturen i IP

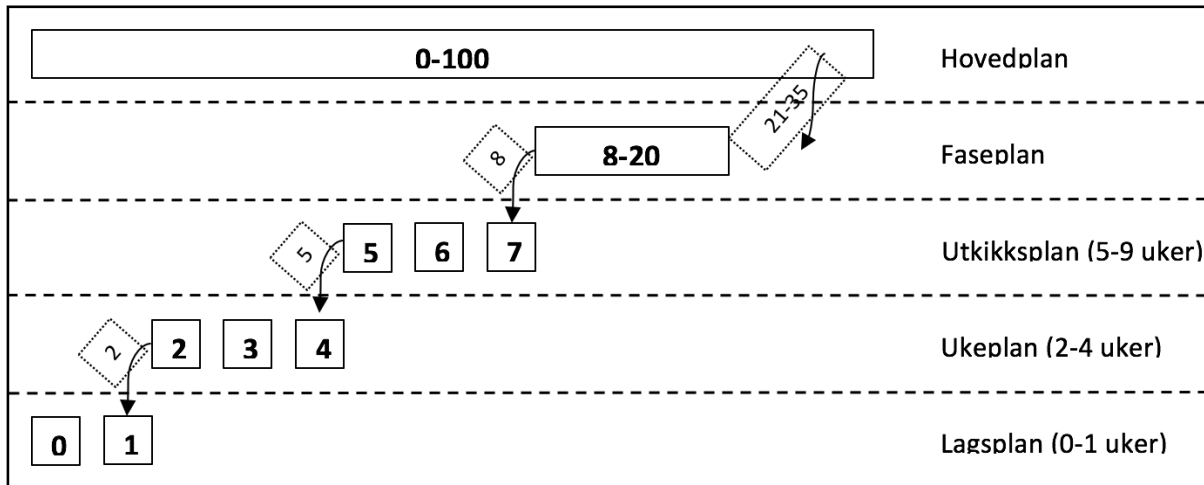
Prinsippet om arbeidsdeling i tid innebærer at hvert plannivå har en bestemt person som har ansvar for planen og som skal lage, oppdatere og følge opp denne. Normalt sett er dette den samme personene som skal forberede og lede de tilhørende møtene. De ulike ledelsesnivåene planlegger med hovedfokus på ulike tidshorisonter og plannivåer. Selv om anleggsleders hovedfokus skal være noen uker fremover i tid, er ikke det synonymt med at han ikke skal informeres om morgendagens aktiviteter. IPs arbeidsdeling i tid bidrar til at prosjektledelsen kan bruke mer tid på planlegging og mindre tid til løpende oppfølging. Dette er igjen ikke det samme som at prosjektledelsen skal sitte inne på brakken hele tiden. God ledelse innebærer blant annet å være synlig og ha en god dialog med sine medarbeidere (Lauritzen, 2016).

Møtestrukturen i involverende planlegging består av faseplanmøte, driftsmøte, basmøte, lagsmøte og morgenmøte (Kalsaas, 2017). Strukturens mål er å ta hånd om de ulike plannivåene. Figur 2.3 viser de fem plannivåene som opprinnelig er satt opp i IP, men viser også morgenmøte som et sjette plannivå. Det illustreres også hvilke hensikter de ulike plannivåene har, tidshorisonten de skal ta for seg og hvilke møter de behandles i.



Figur 2.3 - Prinsippstrukturen i Involverende planlegging, inspirert fra Kalsaas (2017)

Figur 2.4 illustrerer hvordan sug-planleggingen bidrar til at aktiviteter gjennomgås i de ulike plannivåene, og dermed planlegges og tilrettelegges med nødvendig informasjon. Ved at de gjennomgår de ulike nivåene, skal det sørge for at aktivitetene får de forutsetningene de skal ha for å kunne påbegynnes som en sunn aktivitet.



Figur 2.4 - Sug-planlegging i Involverende planlegging, inspirert av Hermanrud et al. (2018)

2.2.1. Nivåinndelt planlegging

I Involverende planlegging benyttes en nivåinndelt planlegging. Denne formen for planlegging tilrettelegger for at de som er interesserte i prosjektet, kan involvere seg i drøftinger, og få informasjon på det nivået de ønsker og har kompetanse for å forstå. Interessentene blir på denne måten ikke overøst med informasjon som enten er av generell grad eller av informasjon som blir for komplisert. En nivåinndelt planlegging er dermed en forutsetning for suksess, fordi den innebærer at planleggerne og alle som er involvert i prosjektet, diskuterer de faglige utfordringene i prosjektet i en fornuftig rekkefølge (Andersen et al., 2009).

For at en plan som er sammensatt av flere fag skal kunne fungere, må de som er involverte ha en grundig forståelse av hva planen innebærer. Dersom planen ikke er konsentrert om det vedkommende er interessert i og har ansvaret for, er forpliktelse og å være med på å realisere planen en umulighet. Gjennom dette er nivåinndelt planlegging en forutsetning for prosjektarbeid. Dette gjelder også oppfølging og kontroll av planer oppimot utført arbeid. Ved planlegging på ulike nivåer tillater det oppfølging og korrigerende tiltak på ulike nivåer og med de riktige ansvarlige. Ved revidering som følge av endringer i omgivelser eller andre forhold, er det å ha en nivåinndelt plan hensiktsmessig. Det fører til at man slipper å gjøre all planlegging på nytt, da det er bare en av de nivåinndelte planene som må revideres (Andersen et al., 2009).

En oppsummering av hva IP dreier seg om, er at planer lages i fellesskap av de som skal gjøre arbeidet og at alle har kjennskap til og innflytelse på egne arbeidsoppgaver. Det er òg viktig å lage planer gjennom å gi gjensidige løfter, der rullerende planlegging og økt detaljering av planen utføres, jo kortere tid det er til arbeidet skal utføres. Gjennom å fjerne hindringer og farer systematisk, er det kun sunne og sikre aktiviteter kommer til utførelse. Når planlagte aktiviteter ikke blir gjort, må man finne årsaken og eliminere hindringene, samt lære av avvik. Et siste element er at ulike plannivåer har ulike eiere (Veidekke, 2015).

2.2.2. Ulikheter mellom IP og LPS

Involverende planlegging er som nevnt i kapitlet, en tilpasset og videreutviklet versjon av Last Planner. Selv om de er bygget på det samme prinsippene, så finnes det noen ulikheter som skiller. Ulikhetene som nevnes under er de Kalsaas (2017) nevner i sin bok.

Ulikheter mellom IP og LPS:

- Begrepet arbeidsdeling i tid. Med dette menes at de ulike ledelsesnivåene planlegger med hovedfokus på ulike tidsvinduer. Jo høyere i prosjekthierarkiet man sitter, jo lengre frem skal planleggingshorisonten være. Dette er ikke vektlagt i Last Planner.
- I IP er det lagt mer vekt på å beskrive sammenhengen mellom plan- og møtestrukturen, dvs. i hvilke møter hvilke planer skal behandles.
- Mens det i Last Planner typisk er formannen som er den siste planleggeren, er dette i IP basen og i siste instans den enkelte håndverkeren.
- En konsekvens av dette er at mens ukeplanen er det fjerde og laveste plannivået i Last Planner, utgjør lagsplanen et femte plannivå i IP.
- Morgenmøtet, der alle håndverkerne gjør en daglig siste utsjekk, er en integrert del av IP (som et sjette plannivå).
- Mens måling av Prosent Planlagt Utført (PPU) er et sentralt element i Last Planner, har dette (så langt) ikke hatt en tilsvarende tydelig posisjon i IP.
- Mens Last Planner ikke har noen fast struktur for hvordan hindringsanalysene skal gjøres, bruker vi i IP de syv forutsetningene for en sunn aktivitet (Koskela,1999).
- Den enkelte håndverker har i sum en større plass i IP enn i Last Planner. IP fokuserer på at *alle* skal være involvert i planleggingen av egen hverdag.

2.3. BIM-kiosk

En BIM-kiosk kan best karakteriseres som et informasjonsverktøy som er plassert ute på byggeplassen

(Vestermo, Murvold, et al., 2016).

I en forskningsrapport utarbeidet av Bråthen og Moland (2016), ble utvikling og etablering av prosesser og samhandlingsmodeller understøttet av Bygningsinformasjonsmodellering (BIM,) for å øke verdiskaping i byggebransjen omhandlet. De undersøkte der hvordan omfattende bruk av BIM bidrar positivt til prosjektet. I rapporten belyste de blant annet at tømrere, elektrikere, rørleggere og flere faggrupper, er de som faktisk skal bygge det som har blitt modellert. Disse håndverkerne får normalt sett informasjonen gjennom 2D-tegninger og har dermed ikke tilgang på all informasjon som er langt inn i 3D-modellen under prosjektering.

Informasjonen som gis på papirtegninger, er de samme som før BIM ble tatt i bruk. BIM-modellene som utarbeides i dag inneholder mengder informasjon som tegninger ikke viser. Ved en økende kompleksitet i bygg som føres opp, kan denne informasjonen være nødvendig ved spesifikke aktiviteter. Uten tilgang til disse modellene "skjules" informasjon, som burde være tilgjengelig under byggeprosessen, for håndverkerne og baser (van Berlo et al., 2015). Videre mener van Berlo et al. (2015) at dersom arbeiderne får nødvendig informasjon øker effektiviteten og kvaliteten samtidig som muligheten for feilproduksjon reduseres.

Forskning har vist at tilgangen på nødvendig, oppdatert informasjon på byggeplassen ikke er tilstrekkelig for de som skal utføre arbeidet. Mangel på informasjonsflyt fra der arbeidet utføres til anleggskontoret, kommer av ufullstendig kommunikasjon (Ruwanpura et al., 2012). En mangel på forskning om informasjonsteknologi til bruk på byggeplassen er observert i blant annet i samme forskningsartikkel. I Ruwanpura et al. (2012) sine casestudier var resultatet blant annet at arbeiderne ønsket et verktøy som illustrerte tegning og modell i 3D og 4D for å kunne studere hva som skulle bygges i sammenstilling med tidslinjen. Det ble på bakgrunn av dette tilrettelagt for et kommunikasjonsverktøy lokalisert på byggeplassen. Verktøyet, som videre ble utviklet til i-Booth[©], var et forsøk på å tilrettelegge for bedre flyt av informasjon og var en tidlig utgave av BIM-kiosken. Responsen de opplevde var positiv med tanke på produktivitet, effektivitet og tilfredsheten blant håndverkerne.

I løpet av de siste årene har BIM og 3D-modellering blitt mer og mer vanlig og nødvendig i forprosjektering av konstruksjoner. Det er også i prosjekteringsfasen av prosjektene, BIM tradisjonelt sett har og blir brukt (Grong, 2013). I de senere år har også bransjen begynt se nytten av å innføre BIM ute i produksjonen der de som utfører arbeidet er. Dette for det meste i form av BIM-tilpassede nettbrett eller BIM-kiosker. Ved å ta i bruk BIM-kiosker eller nettbrett, legges det til rette for at håndverkere i alle fag kan få tilgang til nødvendig, oppdatert informasjon til riktig tid. Samt at de gjennom nødvendig informasjon og visualisering av fremdriftsplanen, kan være med på å påvirke sin egen arbeidsdag og problemer kan identifiseres og løses tidlig. Formålet med BIM-kiosker på arbeidsplassen er at blant annet håndverkerne, formenn og prosjektingeniører får tilgangen og mulighet til en bedre forståelse av det planlagte arbeidet. (Vestermo, Murvold, et al., 2016).

Bråthen og Moland mener at på grunn av de gode erfaringene bransjen har fått gjennom bruk av BIM i prosjekteringsfasen, er det etterlengtet at BIM blir tatt mer i bruk på byggeplassen. Smarttelefoner og nettbrett er for mange kjent teknologi og nødvendig verktøy. Noen av de som velger å ikke benytte seg av denne teknologien gjør dette fordi de synes det er vanskelig eller tar for lang tid å "sette seg inn i". For at BIM-kiosken skal kunne brukes av alle håndverkere, må den være enkel i bruk samt være tilgjengelig når det er behov for den. Bruken av BIM som produksjonsunderlag på byggeplassen fordrer dessuten en godt utarbeidet modell (Bråthen & Moland, 2016). Noen av tilbakemeldingene Bråthen og Moland (2016) fikk fra håndverkere under sin studie var: *"Det er mye enklere å lete opp detaljer i modellen i forhold til tegninger. Tegningene kan noen ganger være neste umulig å forstå."* *"Jeg kan se på tegningen at det skal være noen rør her. [...] Men av tegningene kan jeg ikke se om rørene ligger nedi gulvet eller over taket. Ved hjelp av modellen ser jeg med en gang at rørene skal være over taket."* Rapporten konkluderer med at både håndverkere og ledere var fornøyde med bruk av BIM og BIM-kiosk som verktøy, og det hadde dermed vært en suksess med tanke på flere faktorer.

For å fullt utnytte BIM-kiosken til for eksempel implementering må tilgjengelige verktøy og systemer utnyttes og gjøres kjent. Bråthen og Moland (2016) viser også at man ikke automatisk oppnår suksess ved innføring av BIM på en byggeplass. De ser på innføringen som et utviklingsprosjekt som ofte er krevende. Gjennom flere studier har de sett på hvordan de bør gå frem i utviklingsprosjekter. De har kommet frem til fem elementer som de mener kan føre til en mer vellykket implementering. (1) Klart definert behov og hensikt. (2) Klare mål. (3) Forankring. (4) Involvering og samarbeid. (5) Ressurser (Bråthen & Moland, 2016).

Ved at arbeidere får tilgang på nødvendig informasjon ute på byggeplassen, legger dette til rette for økt flyt. Ved en utstasjonert kiosk vil aktører slippe å vandre frem og tilbake til anleggsbrakken for å skaffe oppdatert informasjon. Informasjonen og visualisering av HMS, fremdrift, mengder, riggplan og prosjektmodellen er noe av det en slik kiosk kan være med på å formidle (Vestermo, Murvold, et al., 2016). Gjennom visualisering av oppdatert informasjon kan man for eksempel redusere inaktiv tid, omarbeid og øke sikkerheten og effektiviteten. BIM-kiosken fungerer også som et samlingssted for økt samarbeid der håndverkere ansikt til ansikt kan visualisere, diskutere og løse tekniske og produksjonsflytrelaterte utfordringer.

BIM har i mange år vært en del av byggebransjen, og utviklingen er fortsatt pågående. Selve BIM-kiosken er nettopp et eksempel på hvordan bruken av BIM har utviklet seg. Det kommende kapitlet skal gi en større forståelse av hva BIM er, og hvilke dimensjoner den inneholder.

2.3.1. Bygningsinformasjonsmodellering - BIM

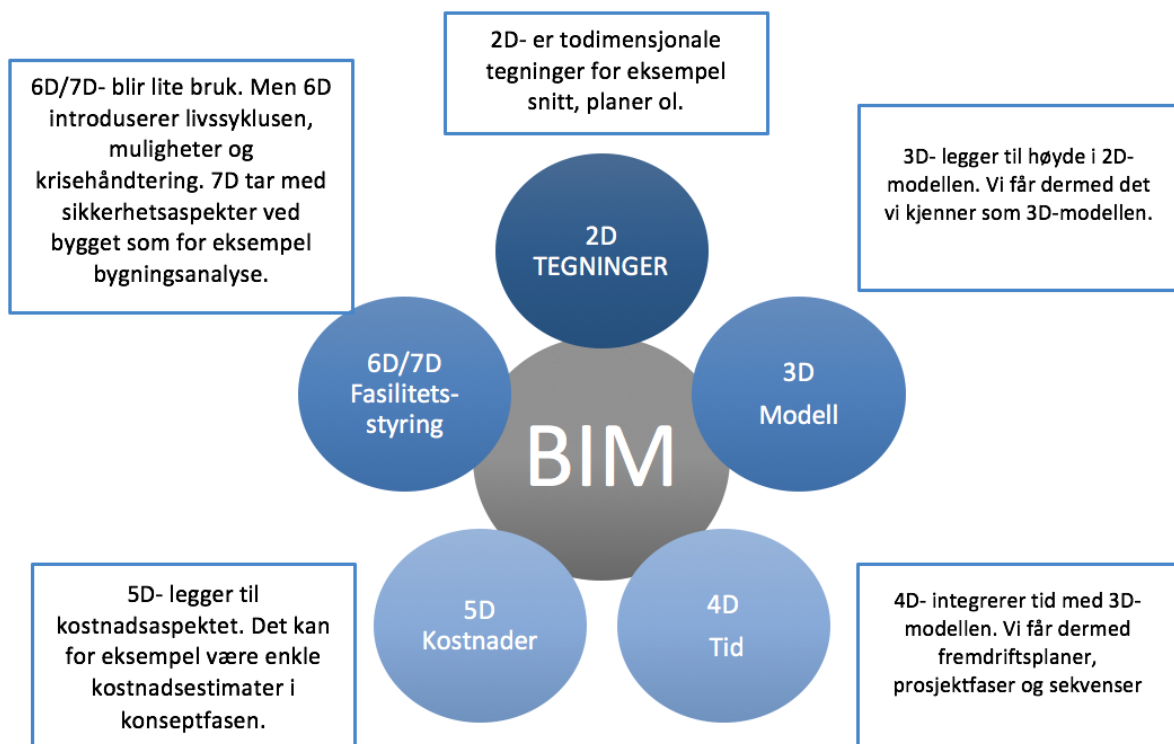
På sitt beste er Bygningsinformasjonsmodellering (BIM) en integrert, strukturert digital database, informert av de ulike aktørene, som består av 3D-parametriske objekter og muliggjør at ulike systemer er kompatible med hverandre (Kensek, 2014). Det vil si at BIMs grensnitt er fullstendig oppgitt og samhandler og fungerer sammen med andre produkter og systemer uten tilgang- og implementasjonsrestriksjoner (Karlsen, 2018).

BIM er en digital prosess, der alle involverte aktører kan samarbeide og dele nødvendig informasjon i planleggingen og gjennomføringen av et byggeprosjekt (goBIM, 2018). Dette

gjelder blant annet arkitekter, interiørdesignere, bygg, elektor og VVS-ingeniører, prosjekteiere og byggeledere. Når de ulike aktørene benytter BIM i sitt arbeid, synkroniserer disse sine 3D-modeller med tilhørende informasjon og planer opp mot en felles BIM-modell. Ved at hele tegningsgrunnlaget og all informasjonen er tilgjengelig for prosjektmedarbeidere i en BIM-modell, kan antall feil og mangler oppdages og minimeres. Modelleringsprogrammene har egne "krasj"-funksjoner som oppdager og gir beskjed dersom elementer i BIM-modellen kommer i konflikt (Kubba, 2012).

The National Building Information Model Standard Project Committee - United States, definerer BIM slik: *"Building Information Modeling (BIM) is a digital representation of physical and functional characteristics of a facility. A BIM is a shared knowledge resource for information about a facility forming a reliable basis for decisions during its life-cycle; defined as existing from earliest conception to demolition"* (NBIMS-US, 2018).

Å klassifisere funksjonene som knyttet til BIM-programvaren, og dens applikasjoner, kan gjøres ved å kategorisere dem som dimensjoner. Selv om BIM i dag blir sett på som en tegningsdatabase i 3D, så kan BIM bestå av flere dimensjoner. Figuren under viser de 7 vanligste dimensjonene og deres beskrivelse er hva Kensek (2014) mener BIM knyttes til.



Figur 2.5 - Dimensjonene i BIM

2.3.2. Oobeya-rom

”Oobeya” er det japanske ordet for ”big project room/stort prosjektrum” og er et nyttig konsept for produksjonsutvikling. Konseptet er et av mange verktøy i Toyotas produktutviklingssystem og bidrar til samarbeid på tvers av fag samt optimalisering av prosjektet fra et lags perspektiv (Horikiri et al., 2009). I Oobeya, som er et kontrollrom, visualiseres de viktigste prosessene og linkes opp imot tidsplanen og prosjektets milepæler og mål (Björnfot et al., 2012).

Grunnen til at Oobeya ble utviklet, var at de ble erfart at de fleste bedrifter brukte mye tid i starten på utviklingsprosjekt. Mangel på klarhet og koordinering var noen av årsakene til sløsing av tid. Dersom Oobeya brukes riktig, er dette et verktøy som hjelper bedrifter å forbedre produktutviklingen fordi alle fagene som har innvirkning involveres. Det er som i et Oobeya-rom som i produksjonsfasen, at produktiviteten forbedres først når sløsende aktiviteter er indentifisert og fjernet. Gjennom bruk av Oobeya fremheves de verdiskapende aktivitetene som må indentifiseres for å bruke sug-planlegging for å gjøre arbeidet raskere (Horikiri et al., 2009).

Oobeya har tre karakteristikk (Olivencia, 2014):

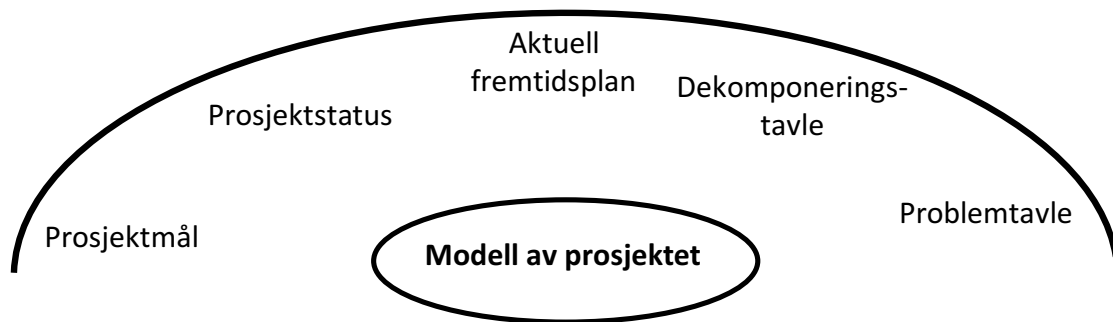
- Oobeya er avhengig av visuelle midler. Ved å gjøre ting visuelt er målet å fange opp problemer, slik de kan tas hånd om til rett tid.
- Oobeya fremmer samarbeid og bygger på gjensidig tillit. Konseptet ”tvinger” arbeidere til å løse problem sammen, versus å skyve oppgaver over på andre.
- Oobeya krever tydelig lederskap og visjon. Et hvert prosjekt må dermed ha sin egen visjon, for sitt unike produkt.

Hva et Oobeya-rom skal inneholde, har Horikiri et al. (2009) beskrevet i sin artikkel. De kommende punktene beskriver hva de mener et slikt rom skal inneholde og illustreres på figur 2.6.

- **Modell av prosjektet.** I midten av rommet visualiseres produktet i form av tegning, modell eller lignende. Visualisering er et godt verktøy som hjelper laget med å kommunisere og løse problemer raskt.
- **Prosjekt mål.** Prosjektets mål bør utføres grafisk og kortfattet, og bør være knyttet opp til prosjektets hovedplan og bedriftens strategi. Det er prosjektlederen som er ansvarlig for å utarbeide og kommunisere prosjektets klare og troverdige mål. I motsetning til urealistiske og uklare mål, skaper disse motiverte ansatte.
- **Prosjektstatus.** Denne tavlen viser hvordan prosjektets fremdrift er i forhold til planen. Røde og grønne markeringer illustrerer om elementene er på planen (grønn), eller ikke (rød). Andre farger som gul brukes ikke, da dette kan føre til diskusjoner som drar fokus bort fra oppgaven, samtidig som det gjør tavlen vanskeligere å lese. Bruk av to farger indikerer tydelig om det er på planen eller ikke.
- **Aktuell fremtidsplan.** Her vises aktivitetene til alle prosjektmedlemmene og aktiviteter som er kritisk markeres. Team-medlemmene presenterer sine aktiviteter og visualiserer rekkefølgen på disse foran prosjektlederen og kollegaer. På denne måten blir fremdriften til de ulike lagene transparent. Gjennom god dialog mellom kollegaene og lederen, enes det om den beste kollektive måten å nå målene.
- **Dekomponeringstavle.** Deloperasjoner eller områder som trenger oppmerksomhet vises og brytes ned i aktiviteter.

- **Problemtavle.** Tavlen viser kritiske problemer. Problemene markeres og blir gjennomgått for å finne løsninger og ansvarlige som skal løse problemene.

Et Oobeya rom er kort oppsummert et rom der prosjektets mål, milepæler, fremdriftsplaner, utfordringer visualiseres, diskuteres og løsninger fremlegges og fordeles.



Figur 2.6 - Funksjonene i et Oobeya-rom, inspirert fra Björnfor et al. (2012).

Big room

”Big room” er et begrep for et lignende konsept, men det har ingen definert standard på hva det skal inneholde og hvilken funksjon rommet har. Det beskrives som et møterom som tilrettelegger for at prosjektering skjer av involverte beslutningsaktører til samme tid. I likhet med Oobeya-rommet ønskes det veggplass til smartboard, prosjektor samt oversikter som visuell planlegging (Bråthen, Fløyen, et al., 2016). Big room brukes blant annet i sammenheng med samlokaliserte arbeidsmøter. Disse møtene har først og fremst fokusert på prosjekteringsfasen, der ulike fag, arkitekt, entreprenør samt andre involverte aktører samles for koordinere og planlegging i fellesskap for å korte ned planleggingstiden.

Forskjellen på et Oobeya-rom og et big room er at Oobeya-rommet har klare retningslinjer for hva dette skal inneholde samt at dette blir brukt i produksjonsfasen av utførende arbeidere. I motsetning er big room et rom for prosjekterende aktører, der de samles i prosjekteringsfasen og lokasjonen er ikke nødvendigvis i nærheten av prosjektet.

2.3.3. Interaksjoner mellom BIM-kiosker og planleggingsmetodikker

Jones (2015) hevder at bedrifter har startet å benytte BIM og planleggingsmetodikker samtidig for å skape forutsigbar arbeidsflyt. Dette kan skape bedre pålitelighet i planleggingen og levere mer verdi for kunden samtidig som man sparer ressurser (Jones, 2015). Vestermo, Murvold, et al. (2016) hevder at det er forsket mye på BIM og planleggingsmetodikker hver for seg, men at det er lite forskning på linken mellom disse. Ved at planleggingsmetodikker alltid ønsker kontinuerlig forbedring, ønsket de å se på interaksjoner mellom metodikkene og BIM-kiosken for å se om disse kunne skape en mer effektiv byggeplass. Interaksjonene Vestermo, Murvold, et al. (2016) kom frem til er gjengitt i tabell 2.1:

Tabell 2.1 - Interaksjoner (Vestermo & Murvold, 2016)

-
- (1) BIM-kiosker gjør det mulig for arbeiderne å besøke byggeprosjektet gjennom en virtuell virkelighet med bruk av BIM.
-
- (2) BIM-kiosker gjør det mulig for arbeiderne å visualisere endringer raskere da de har adgang til oppdaterte tegninger og en 3D-modell på arbeidsplassen.
-
- (3) Ved å bruke 3D-modellen på BIM-kioskene får arbeiderne en bedre forståelse for hvordan sluttproduktet skal bli. BIM-kiosker kan bli brukt som hjelpemiddel når det er mangel på informasjon i 2D-tegningene.
-
- (4) Ved at informasjon blir levert direkte gjennom BIM-kioskene forbedrer det flyten og reduserer leveringstiden.
-
- (5) Ved å ha BIM-kiosker på nett (online), vil det forenkle prosessen med å få oppdaterte tegninger ut til byggeplassen.
-
- (6) Ved å ha nettbasert tilgang til informasjon på BIM-kioskene standardiseres måten å skaffe informasjon på. Arbeiderne kan hente tegninger direkte fra BIMen, istedenfor å få tegningene skrevet ut.
-
- (7) Prosessvisualisering og kommunikasjon gjennom internett gjør det mulig å bruke BIM-kioskene til statusoppdateringer. En tømmer kan for eksempel sende en statusoppdatering når han har satt opp en vegg, så får elektrikeren beskjed når det er klart for ham.
-
- (8) Ved å ha oppdatert prosess-status tilgjengelig på BIM-kioskene, er det mulig å bruke BIM-kiosker til å se hvor det er klart til å begynne å jobbe, eller hvor lenge en må vente til det er klart. Dette reduserer ventetid og syklustid for aktiviteter.
-
- (9) Ved å bruke BIM-kioskene til å automatisk generere lister over nødvendige materialer fra BIMen, er det mulig å spare tid og å oppnå bedre nøyaktighet. En tømmer kan for eksempel generere en liste for et rom for å se nøyaktig hvor mye materialer som trengs. Dette fører til økt produktivitet og redusert variabilitet.
-
- (10) Ved å benytte BIM-kioskene som et møtested for arbeidstakerne fra ett eller flere fag, kan en øke rikheten i kommunikasjonen. Alle kan komme med sine meninger, samtidig som en bruker BIM-kiosken til visualisering, og kunnskapsgrunnlaget for å ta en beslutning øker. Sannsynligheten for at den beste beslutningen tas vil dermed øke. Ved å bruke BIM økes informasjonsgrunnlaget, og det vil støtte beslutninger som tas. I denne situasjonen vil BIM-kiosken legge til rette for en større grad av ansikt-til-ansikt kommunikasjon mellom arbeiderne.
-
- (11) BIM-kiosker gir muligheten til å rapportere direkte fra BIM-kioskene til ledelsen på byggeplassen. Dette kan være umiddelbare tilbakemeldinger på feil, konflikter, avvik eller andre ting. Dette kan bidra til å sikre at mer tid brukes på produksjon, og en oppnår en redusert syklustid.
-
- (12) Ved å ha tilgang til internett kan en lage hyperlinker til tegninger og dokumenter som befinner seg på prosjekthotellet. På denne måten standardiseres måten en skaffer informasjon på. Variasjon reduseres når en har direkte linker til de dokumentene som trengs.
-

2.4. Implementering

I rapporten til Kalsaas, Skaar, et al. (2010), som studerte utprøving av Last Planner i et caseprosjekt, ble dette sagt: *“En framtidig erfaring fra prosjektet er at det har vært mer ressurskrevende å implementere Last Planner enn først antatt. Prosjektet har brukt betydelige ressurser, og flere av byggeprosjektets representanter har uttrykt at uten denne støtten hadde de aldri holdt ut med den motgangen og systemtilpasningen som har blitt gjennomført før de ble overbevist om effekten. Ressursbruken og støtten i implementeringsfasen er derfor helt nødvendig for å få suksess i Last Planner implementering, undervurdering av dette er trolig den største trusselen mot suksess”*.

Sørli et al. (2010) mener at dersom igangsetting av bevisbaserte tiltak konsekvent hadde ledet til positive resultater, hadde ikke det vært nødvendig med fokus på implementering. Følgende hadde også spørsmålet om implementeringsgrad og kvalitet vært uinteressant. Dette er ikke tilfellet, da implementering sjeldent skjer uten hindringer eller motstand.

Implementering handler om å få tiltak til å virke og kan sies å være bindeleddet mellom forskning og praksis. Vi kan si at det er en kontinuerlig prosess der målet er å etablere og vedlikeholde praksis som bygger på forskningsfunn. Fixsen et al. (2005) definerer implementering ved å si at for å gjennomføre en bestemt metode eller behandlingsprogram i praksis, kreves det et sett av spesifiserte aktiviteter. Implementering handler dermed om en målrettet systematisk prosess der de forskningsbaserte tiltakene i praksis blir etablert og integrert. For å integrere teoretiske tiltak i praksis, vil det kreve en form for standardisering og kontroll samt gode støttestrukturer.

2.4.1. Hva kreves for god implementering?

For å definere hva som er god implementering kan en rekke forhold nevnes. Durlak et al. (2008) mener at det foreløpig er uklart hvilke faktorer som er viktigst. Det er også dokumentert at mangel på enkelte implementeringskomponenter, kan kompenseres ved styrking av andre (Fixsen et al., 2005). For eksempel kan dårlig opplæring, kompenseres til en viss grad av god veiledning.

Kontekst:

Å ha støtte fra administrasjon og ledelse samt at miljøet er åpen for nye tiltak er viktige kontekstuelle faktorer. *“... even the strongest, most extensively evaluated program will fail without an adequate (implementation) support system”* (Greenberg et al., 2005).

Programkvalitet:

Å implementere nye tiltak er enklere dersom tiltakene er enkle, praktiske, tiltalende, troverdige, bekreftende for praktikerne og lønnsomme for organisasjonen. Det er også viktig at tiltakene er godt spesifisert og beskrevet, samtidig som at de glir naturlig inn sammen med de andre daglige gjøremålene. Det må også bli avsatt tilstrekkelig med tid til å utføre oppgavene. Tiltakene bør også ha god teoretisk støtte og læringmateriell som er tilpasset brukerne samt være lette i bruk (Sørli et al., 2010).

Organisasjon og personale:

Forhold som bedrer implementering er en korrelasjon mellom programmet som skal innføres og organisasjonens mål, behov og problemforståelse. Tiltakene må dekke aktuelle behov som organisasjonen har og de må bygge på organisasjonens verdier. Implementeringsprosessen fremmes også dersom det i organisasjonen finnes "ildsjeler" som tar ansvar og fremmer prosessen og dens intensjon, samt at man har motiverte ansatte. Man er avhengig av at ledelsen er aktiv og støtter implementeringsarbeidet og er villig til å lære opp personalet tilstrekkelig. Noen av problemene i forbindelse med implementering, er først og fremst tid, der andre oppgaver blir prioritert (Sørliet et al., 2010).

Implementører:

Implementører er de som formidler og lærer opp personale. Det er viktig at disse er godt kvalifiserte og motiverende, samt at de har evne til å formidle til den aktuelle målgruppen. I tillegg til å ha legitimitet og være troverdige er det en klar fordel dersom disse har praktisk erfaring med tiltakene de vil implementere (Sørliet et al., 2010).

2.4.2. Hva er god implementering av IP?

For å lykkes med implementering er det avgjørende å bygge på et riktig grunnlag: *"If the foundation isn't built on solid ground, all the tools in the world won't help you [...] That is, companies who try to use the tools before getting the foundational elements in place will be sorely disappointed by Lean [...] The last step in The Toyota Way is using the tools. Yet so many companies go with the tools first."* (Moore, 2011).

Generell implementering som er beskrevet i kapittel 2.4.1, gir generelle forhold som må være tilstede. For å implementere en bedriftstilpasset metodikk, som IP er, må man blant annet se på bedriftens kultur og visjon. Ved å studere og analysere veilederen til Veidekke entreprenør om IP, Lauritzen (2016), og boken "Lean Construction" til Kalsaas (2017), har det som kreves for god implementering av Involverende planlegging blitt konkretisert. Det er ut ifra disse kildene blitt utarbeidet fem punkter som menes må være tilstede for å kunne implementere metodikken Involverende planlegging. Disse listes opp under med en kort forklaring.

Det som kreves for god implementering av Involverende planlegging er:

1. Støtte fra administrasjon og ledelse.
2. Lokal tilpassing, da IP er en helhetlig metodikk.
3. Opplæring og støttespillere.
4. Informasjonsflyt og visualisering.
5. Forankring hos egne ansatte og underentreprenører.

1. Støtte fra administrasjon og ledelse

Implementeringen av IP krever innsats over tid i hele organisasjonen. For å få innført nye arbeidsmetodikker er man dermed avhengig av at ledelsen støtter implementeringen og bidrar med kunnskap og ressurser. Et eksempel kan være å få med driftsleder i et forankringsmøte om IP ved prosjektstart. Gjennom et slikt møte kan viktigheten av IP belyses og klare retningslinjer og forventninger til prosjektet bli kartlagt. Forventninger og retningslinjer

er nødvendige faktorer for samspill og videre arbeid. Med viktigheten av IP, menes hvilke behov, mål og problem som IP dekker og er med på å løse.

2. Lokal tilpassing, da IP er en helhetlig metodikk

Alle prosjekter og prosjektorganisasjoner er forskjellig, derfor kreves det tilpassing av blant annet rollefordeling og møtestruktur. Siden IP er et helhetlig konsept så fungerer metodikken best når den blir brukt i hele prosjektet. Selv om man skal tilpasse bruken, er det ikke synonymt med å velge bort deler av den. Dersom man velger bare "det som passer" reduseres effekten og gevinsten betraktelig. Bruken av metodikken må startes tidlig, det er fordelaktig dersom IP også brukes i prosjekteringen, såkalt Involverende planlegging i prosjektering (IPP).

3. Opplæring og støttespillere

Opplæring av eget personell og underentreprenører bør skje før oppstart og ikke underveis i prosjektløpet og har størst utbytte når det blir utført ute på prosjekt. Der kan forholdsmessige utfordringer tas opp og forutsetningene er de samme som blir møtt i hverdagen. Det er nødvendig med et fungerende nettverk av ressurspersoner (implementører), som kan bidra med veiledning og støtte. Dette er nødvendig både under opplæring og i gjennomføringsprosessen av prosjektet.

4. Informasjonsflyt og visualisering

God kommunikasjon er alltid en nøkkelfaktor for å lykkes. Nødvendig informasjon til rett tid kreves for å løse oppgaver. Eksempelvis må alle møtedeltagere få nødvendig informasjon for at et møte skal kunne bli effektivt og produktivt. Dette for å kunne være klar for de utfordringer og problemstillinger som ville dukke opp.

Ved implementering av IP, tas de strategiske og operative planene i bruk. Ved gjennomføring er det ulike roller som har ansvaret for de ulike planene. For å få planene og prosessen til å fungere må derfor rollene fra starten av være definert og fordelt, samt at informasjonsflyten fra de ulike planene og mellom møtene være funksjonell. De ulike planene fungerer godt som verktøy for å visualisere fremdriften, og hjelper også til med HMS-risikostyring i de ulike plannivåene.

5. Forankring hos egne ansatte og underentreprenører

For at egne ansatte skal ta i bruk metodikken, er det nødvendig at de har forståelse og tro på at den kan forbedre deres arbeidshverdag ved bruk av dens metoder. Implementeringen blir dermed lettere dersom tiltakene i metodikken er praktiske og enkle å forholde seg til. Gjennom mål og strategier som både ledelse og ansatte har skapt og kan enes om og relateres til, skaper det en felles tro og forpliktelse.

Å få underentreprenørene med på laget er avgjørende for et prosjekt. Underentreprenører bør derfor bli informert om bruk av metodikken før kontraktinngåelse. Dette gjør at forventninger og erfaringer med metodikken kan avklares og utveksles før videre samhandling. Involvering av underentreprenører og anleggsledelsen på et tidlig stadige gir også større eierskap og forankring i både prosjektet og metodikken.

2.4.3. IT-støtte i implementeringsfasen

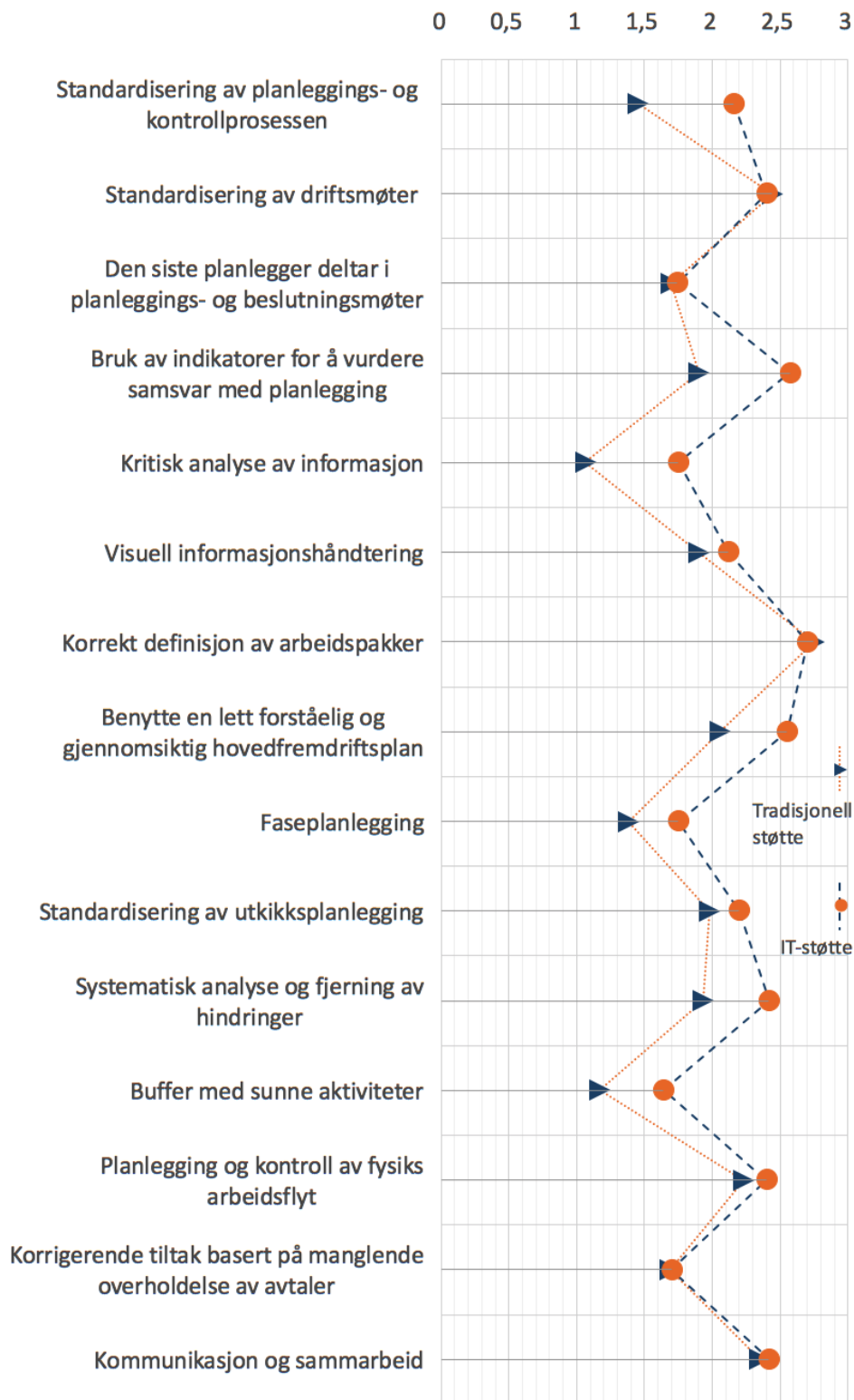
I artikkelen til Lagos et al. (2017) listes seksten kriterier for hva som kreves for at implementering for Last Planner skal være vellykket, se tabell 2.2. Kriteriene er komponenter av LPS og er basert på en litteraturstudie av tidligere forskning (Bernardes et al., 2002; Viana et al., 2010). Lagos' forskning har blitt gjennomført i samarbeid med fagpersoner som besitter høy kompetanse innenfor LPS, som har bidratt til å heve kvaliteten og validiteten til resultatet. Resultatene fra forskningen, ble innhentet etter en fire måneders implementeringsfase i tilsammen 18 byggeprosjekter. Hvert prosjekt hadde en LPS-konsulent som bistod med implementeringen. 10 av de 18 byggeprosjektene benyttet IT-støtte ved implementering av LPS, de resterende benyttet tradisjonell støtte. I Lagos (2017) beskrives det at i den tradisjonelle støtten ble det benyttet Excel-regneark og andre tradisjonelle verktøy, mens det ved IT-støtte ble benyttet IT-verktøy som var tilpasset implementeringen av LPS. På bakgrunn av denne prosessen, ble utarbeidede kriterier gitt score på hvor stor implementeringsgraden var. Det ble dermed mulig å sammenligne implementeringsgraden til de ulike kriteriene med og uten IT-støtte.

Videre i denne masteroppgaven vil alle kriteriene som er omtalt i artikkelen til Lagos et al. (2017) bli beskrevet. Dette gir en bedre forståelse av kriteriene og hvilken rolle hvert enkelt kriterium har i metodikken. Kriteriene har fra litteratursøket til Lagos et al. (2017) også n-antall underkriterier. Underkriteriene beskriver hva som må være tilstede for at implementering av kriteriet skal være fullkommen. De totalt 80 underkriteriene er utledet i en tidligere studie av Lagos (2017) og er fritt oversatt fra spansk og finnes beskrevet i tabeller under hvert kriterium. For å kunne håndtere kriteriene med tilhørende underkriterium, er det også valgt å slå sammen kriterium 12 og 13, se tabell 2.2. Årsaken til dette var blant annet at de sås på som lite hensiktsmessig å ha to like kriterier og at kriterium 12 kun inneholdt to underkriterier. Kriteriene ble dermed slått sammen og omdøpt; Buffer med sunne aktiviteter.

Tabell 2.2 - Kriterier i Last Planner-metodikken

Kriterier som kreves for vellykket implementering av Last Planner	
1. Standardisering av planleggings- og kontrollprosessen	
2. Standardisering av driftsmøter	
3. Deltakelse av "The Last Planner" i planleggings- og beslutningsmøter	
4. Bruk av indikatorer for å vurdere samsvar med planlegging	
5. Kritisk analyse av informasjon	
6. Visuell informasjonsbehandling	
7. Korrekt definisjon av arbeidspakker	
8. Bruke en lett forståelig og gjennomiktig hovedplan	
9. Faseplanlegging	
10. Standardisering av mellomplanlegging/ utviklingsplanlegging	
11. Systematisk analyse og fjerning av hindringer	
12. Tilgang på en buffer med sunne aktiviteter	12. Buffer med sunne aktiviteter
13. Bruk av sunne aktiviteter i kortsiktigsplanlegging	
14- 13. Planlegging og kontroll av fysiske arbeidsflyt	
15- 14. Korrigerende tiltak basert på årsaker til manglende overholdelse av avtaler	
16- 15. Kommunikasjon og samarbeid	

I Lagos et al. (2017) sin artikkel ses det dermed hvordan bruk av IT-støtte, er med på å forbedre implementeringen av disse kriteriene. I rapporten deres konkluderes det med at mange av de listede kriteriene har en betydelig forbedret implementering ved bruk av IT-verktøy, i forhold til tradisjonell støtte. Resultatet av artikkelen er illustrert ved en likertskalaen vist på figur 2.7.



Figur 2.7 - Resultat fra Lagos et al. (2017) sin forskning, gjengitt i en likertskala

2.5. Kriteriene

Herunder beskrives de ulike kriteriene, og det angis en målestokk for i hvilken grad kriteriet er implementert. Til sist, under hvert kriterium, er underkriteriene som er beskrevet av Lagos et al. (2017) gjengitt.

2.5.1. Standardisering av planlegging- og kontrollprosessen

”En standard er en felles ”oppskrift” på hvordan noe skal lages eller gjennomføres, og standardisering er prosessen fra behov/idé til ferdig utviklet standard” (Standard Norge, 2017).

Ved å standardisere planleggings- og kontrollprosessen, følges det en felles mal på hvordan arbeid, oppgaver, møter og planer skal gjennomføres. I planleggingsprosessen blir aktiviteter og oppgaver planlagt, definert og fordelt. Dette gjøres i møter som er tilpasset agendaen og de ulike møtene følger møteplaner som er tilpasset det aktuelle møtet. Arbeidet følger fremdriftsplaner som blir bygd opp på definert måte. Dette blir gjort for å få en bestemt struktur og opparbeide gode rutiner som etterhvert blir innarbeidet og arbeiderne blir vant med.

I kontrollprosessen, kontrolleres arbeidet som har blitt planlagt. For å kontrollere alle elementer utarbeides det standardiserte sjekklister som følges. Det er nødvendig å følge disse utarbeide listene, for å unngå konflikter og merarbeid i ettertid. Dersom det oppdages feil i kontrollprosessen kan dette rettes opp fortløpende av de ansvarlige. For eksempel ved oppsetting av en vegg, må denne kontrolleres om denne er i lodd. Dersom den ikke er innenfor standardkravene må tømrere tilbake for å rette opp. Deretter kan sluttførende arbeid, som elektriker- og malerarbeid, fullføres (Kalsaas, 2017). Om veggen ikke hadde blitt kontrollert, og det i ettertid hadde blitt oppdaget at veggen ikke tilfredstilte kravene, måtte feilene blitt rettet opp og en rekke faggrupper måtte kommet tilbake for å reparere.

Implementeringsgrad (IG) 0: Det finnes ingen mal eller form for standard innenfor planleggings- og kontrollprosessen.

IG 1: Noen standarder er utarbeidet men brukes i liten grad av organisasjonen. Kontrollprosessen omfatter i liten grad registrering og oppfølging av tidligere feil og mangler.

IG 2: Standarder er utarbeidet i henhold til organisasjonens strategi, men bare deler av dem brukes. De fleste i organisasjonen bruker de standardiserte malene for prosessene og utfordringer blir som regel registrert, løst og fulgt opp.

IG 3: Planleggings- og kontrollprosessen er fult ut standardisert og samme prosessen brukes i hele organisasjonen. Prosessene fanger opp og registrerer problemer som dukker opp og løsningene registreres og overvåkes.

Tabell 2.3 - Standardisering av planleggings- og kontrollprosessen

Kriterium	Underkriterier
Standardisering av planleggings- og kontrollprosessen	Det finnes et system av etablerte planleggings- og kontrollprosesser
	Administrasjon og ledelse er involvert i styringen av planleggings- og kontrollprosessen
	Planleggings- og kontrollprosessen omfatter en ukentlig styring av fremdriftsforpliktelser og kontinuerlige forbedringer
	Generelle problemer som har oppstått i prosjektet er registrert
	De foreslåtte og / eller implementerte løsningene er registrert og deres overholdelse blir vurdert

2.5.2. Standardisering av driftsmøter

At noe bør gjøres i henhold til en overordnet plan, er ikke nødvendigvis det samme som at aktiviteten er klar for å kunne gjennomføres. Til det trenger man en prosess som avdekker og fjerner eventuelle hindringer, slik at aktiviteten ikke bare bør, men også kan bli utført. Dette skjer gjennom de operative planene, der utviklingsplanen er sentral. Formålet med utviklingsplanen er å sikre selvstendige aktiviteter og kontroll med arbeidsflyten i prosjektet (Kalsaas, 2017). I driftsmøtet tas en uke fra faseplanen inn i utviklingsplanen og en fase ut. Utviklingsplanen gjennomgås og det fokuseres på å skape sunne aktiviteter (Lauritzen, 2016). En standardisering av driftsmøtene medfører en regelmessighet i gjennomføringen og at en fast agenda blir fulgt (Lagos, 2017).

IG 0: For driftsmøter finnes det ingen mal eller form for standard. Møtedeltagerne er tilfeldig valgt.

IG 1: Det finnes anbefalte veiledere på hvordan møtet skal styres men agendaen og effektiviteten varierer.

IG 2: Standarder er utarbeidet i henhold til organisasjonens strategi for utførelse av driftsmøtet. Indikatorer brukes men tas ikke med i den videre vurderingen av arbeidet.

IG 3: Driftsmøtene er fullt ut standardisert og møtedeltagerne kommer forberedt. Det er en fast og effektiv agenda, og det legges i møtet til rette for at aktiviteter kan bli utført uten hindringer. Det benyttes visuelle verktøy i driftsmøtet som blant annet viser ulike indikatorer.

Tabell 2.4 - Standardisering av driftsmøter

Kriterium	Underkriterier
Standardisering av driftsmøter	Det er regelmessighet i gjennomføringen av driftsmøtet
	Deltakere er valgt ut og kalt inn til møtet på forhånd
	Standard agenda for Last Planner er kjent og fulgt: <ol style="list-style-type: none"> 1. Gjennomgang av prosjektstatus og indikatorer 2. Overholdelse av ukeplanen, årsaker til manglende overholdelse og korrigerende tiltak 3. Gjennomgang av utviklingsplanen og begrensninger/hindringer 4. Kortsiktige forpliktelser
	Bruk av Last Planner-indikatorer i driftsmøtet. PPC, PCR, progresjonskurve, SPI
	Bruk av visuell styring og støttemateriale i driftsmøtet

2.5.3. Den siste planlegger deltar i planleggings- og beslutningsmøter

Prinsippet om å planlegge sammen med de som skal utføre arbeidet, bygger på at de som skal gjøre arbeidet har gode kunnskaper om hvordan aktiviteten skal oppnå god flyt. I henhold til Last Planner-tankegangen er involvering av den siste planlegger vesentlig. At den siste planlegger dermed deltar i planleggings- og beslutningsmøter er påkrevet og en avgjørende faktor for å oppnå hensikten med tankegangen. Ved at den siste planlegger er med på disse møtene, kan det føre til et større eierskap og en bedre samhandling med anleggsledelsen. Dette bidrar også til en mer presis fremdriftsplan ved at de som skal utføre arbeidet, og som vet hvor lang tid og hva som trengs til hver operasjon, får si sitt (Kalsaas, 2017). At de siste planleggerne deltar i møter krever også at de blir informert samt at de kommer forberedt til møtet (Lagos, 2017). Når de siste planleggerne er med i møtene kreves det også at disse involverer seg i faglige diskusjoner og foreslår tiltak.

IG 0: Planlegging- og beslutningsmøter foretas av ledelsen, og de som skal utføre arbeidet er ikke en del av dette.

IG 1: Noen av de siste planleggerne får begrenset med informasjon som gjør at de i liten grad involveres i møtene. De er dermed ikke forberedt og kan komme med nødvendige kunnskaper om fremtidig arbeid.

IG 2: TLP involveres i møtene og får begrensede mengder informasjon for at de skal kunne stille forberedt. De kan dermed bidra i enkelte løsningsdiskusjoner.

IG 3: De utførende er med på å bestemme å planlegge sin egen hverdag gjennom å delta i planleggings- og beslutningsmøter. Før møtene får de tilstrekkelig med informasjon for at de kan stilleforberedt, og kan diskutere forpliktelser og forbedringstiltak. Eksempler på involvering kan være lappeteknikkmøte i faseplanleggingen.

Tabell 2.5 - Den siste planlegger deltar i planleggings- og beslutningsmøter

Kriterium	Underkriterier
Den siste planlegger deltar i planleggings- og beslutningsmøter	Alle de siste planleggerne som er nødvendige for å oppnå møtets mål deltar
	Byggeledere, formenn, veiledere og underentreprenører diskuterer forpliktelser og foreslår forbedringstiltak
	HR-, innkjøps-, prosjekterings og HMS-ansvarlige diskuterer forpliktelser og foreslår forbedringstiltak
	Planleggerne blir informert og kommer forberedt til de aktuelle møtene
	Det brukes en indikator for å evaluere de siste planleggerne i planleggings- og kontrollprosessen

2.5.4. Bruk av indikatorer for å vurdere samsvar med planlegging

Indikatorer brukes til å kontrollere elementer i byggeprosessen som arbeidets fremgang. I byggsammenheng kan dette være milepæler. Hovedfremdriftsplanen er gjerne delt opp i ulike faser og disse igjen er på "lavere" nivå det opp i operasjoner. En milepæl er en kontrollstasjon i prosjektet som indikerer riktig kurs. De representerer dermed holdepunkter underveis i prosjektet. Milepæler skal formuleres så løsningsnøytralt som mulig, dette for ikke å legge føringer for hvordan milepælen skal nås, bare hva som skal nås. Det skal også være enkelt å registrere om milepæler er oppnådd eller ikke (Andersen et al., 2009). Milepælene bestemmer ikke bare hvilken retningen prosjektet skal ha, den angir også føringer for tempoet som skal følges. Milepæler er også mer robust en aktiviteter, da milepæler ofte kan oppnås på ulike måter (Karlsen, 2013). Andre indikatorer brukt i Lean- og LPS-sammenheng er Prosent Planlagt Utført (PPU). Dette angir hvor mange prosent av det planlagte arbeidet som er utført (Kalsaas, 2017). Indikatorer kan også måle om hindringer er fjernet og ytelsesgraden til prosessen (Lagos, 2017). Indikatorer gir gode retningslinjer for anleggsledelsen og underentreprenørene, for om et prosjekt er på planen i forhold til planlagt fremdrift.

IG 0: Det brukes ingen form for indikatorer, i form av for eksempel milepæler eller PPU for å måle hvordan arbeidet går i forhold til fremdriftsplanen.

IG 1: Noen indikatorer brukes for å vurdere fremdriften mot planen.

IG 2: Indikatorer brukes i stor grad men vurderes i begrenset grad opp mot planleggingen.

IG 3: Prosjektet benytter indikatorer som milepæler, PPU og andre måleenheter, og de brukes blant annet for å kontrollere om fremdriftsplanen følges, samt hvor mange hindringer som er fjernet.

Tabell 2.6 - Bruk av indikatorer for å vurdere samsvar med planlegging

Kriterium	Underkriterier
Bruk av indikatorer for å vurdere samsvar med planlegging	Indikatorer indikerer overholdelse av milepæler og mål i hovedfremdriftsplanen
	Indikatorer brukes til å kontrollere arbeidets fremgang
	Evaluerer av fremdriften opp mot forhåndsutarbeidet fremdriftsplan
	En indikator for overholdelse av ukentlige forpliktelser måles (f.eks.PPC)
	En hindringsindikator måles, en indikator som måler hvor mye/mange hindringer som er fjernet (f.eks.: PCR)
	En indikator på ytelse og / eller produktivitet måles

2.5.5. Kritisk analyse av informasjon

Informasjon er data som blir tolket av maskiner eller mennesker, og som er avhengig av å bli satt i riktig sammenheng for at den skal gi mening. Når informasjon formidles og kombineres med kunnskap og erfaring går dette over til kunnskap (Karlsen, 2013). Å ha et kritisk øye til informasjonen som skal tolkes, eller som blir videreformidlet er dermed nødvendig. Uten kritisk tenkning og analyse kan feillære og uønskede hendelser oppstå. Periodisk overvåkning og kontroll av fremdrift, forpliktelser og årsaker til manglende overholdelse med mer skal utføres for å sikre driften (Lagos, 2017). Når kontroller blir utført må det rapporteres for at kontrollen skal ha noen hensikt. Rapportering er å beskrive hva som har skjedd og hvordan situasjonen er. For å ta tak i det som er rapportert kreves det oppfølging, det er å gjøre noe med det rapporteringen viser. Andersen et al. (2009) mener at oppfølging er ledelse, ikke papirarbeid og at oppfølging er å analysere situasjonen, velge tiltak og gjennomføre dem.

IG 0: Prosjektet foretar ingen kritisk analyse av informasjon. Periodisk overvåking og kontroll av utviklingen til fremdrift, fjerning av hindringer, årsaker til manglende overholdelser med mer er fraværende.

IG 1: Enkelte målinger og kontroller foretas av aktuelle parametere.

IG 2: Det utføres i stor grad overvåking og kontroll av utvalgte informasjonselementer.

IG 3: Det er utarbeidet gode rutiner og systemer som analyserer og evaluerer informasjonen som mottas. Rutinene omfatter også overvåking og kontroll av fremdriften, forpliktelser, hindringer, korrigerende tiltak og effektiviteten til prosjektet.

Tabell 2.7 - Kritisk analyse av informasjon

Kriterium	Underkriterier
Kritisk analyse av informasjon	At faktisk fremdriften samsvarer med planlagt fremdrift kontrolleres og overvåkes periodisk (f.eks.: S-kurve, inntjent verdi eller SPI)
	At avtaler blir holdt, kontrolleres og overvåkes periodisk (f.eks. PPU)
	At hindringer blir fjernet blir periodisk overvåket og kontrollert (f.eks.: PCR)
	Årsakene til avtalebrudd kontrolleres og overvåkes periodisk (f.eks. Paretdiagram)
	Implementeringen og effektiviteten av korrigerende tiltak blir periodisk kontrollert og overvåket
	Analyseteknikker og verktøy brukes (simuleringer, målinger, Ishikawa (årsak-virkning), Pareto, etc.)
	Aktivitetens og aktivitetenes effektivitet kontrolleres og overvåkes periodisk
	Beslutninger er tatt og tiltak utføres basert på dataanalyse

2.5.6. Visuell informasjonshåndtering

Informasjonshåndtering dreier seg om hvordan informasjon blir tatt hånd om og hvordan informasjonen blir arbeidet med. I dette tilfellet handler det om hvordan informasjonen blir håndtert visuelt. For å visualisere informasjon i form av planer, resultater, de 7 forutsetningene, møteplaner etc. skal disse publiseres, sendes ut og/eller være lett tilgjengelig på oppslagstavle i anleggsbrakka (Lagos, 2017). Interaktive dataverktøy benyttes som verktøy for visualisering og er gode hjelpemidler for visualisering av 3D og 4D-modeller samt annen relevant informasjon.

IG 0: Bruk av hjelpemidler for visualisering av informasjon, er fraværende.

IG 1: Det finnes metoder og verktøy for å håndtere informasjonen visuelt og det brukes i deler av organisasjonen.

IG 2: IT-verktøy bidrar til den visuelle informasjonshåndteringen, og den blir i stor grad tatt i bruk i organisasjonen.

IG 3: IT-verktøy brukes fult ut som visuelt verktøy for å behandle og synliggjøre informasjon. Dette blant annet at hovedfremdriftsplan med milepæler, faseplan, utviklingsplan med mer er tilgjengelig og brukes i prosjektet.

Tabell 2.8 - Visuell informasjonshåndtering

Kriterium	Underkriterier
Visuell informasjonshåndtering	Milepælsplan og hovedfremdriftsplan publiseres eller sendes, de er kjent og brukt
	Faseplan publiseres eller sendes, de er kjent og brukt
	Utkikk- og ukeplanene er publisert eller sendt og er kjent og brukt
	Det finnes en oversikt av indikatorer for overholdelse og fremgang. Oversikten er publisert/sendt og er kjent/brukt
	Visuell oversikt over årsaker til manglende overholdelse, samt en visuell oversikt over forpliktelser til korrigerende tiltak, publiseres eller sendes og er kjent og brukt

2.5.7. Korrekt definisjon av arbeidspakker

Arbeidspakkene bør deles opp i aktiviteter for å sikre riktig analyse og beregning. De ulike arbeidspakkene og aktivitetene har tilknyttede ledere og bestemmelser, som har ansvaret for å utføre og kvalitetssikre disse (Lagos, 2017). Gjennom aktivitetsplanlegging legges det en plan på hvordan milepæler skal nås med de tilsiktede ressursene og den avsatte tidsrammen (Andersen et al., 2009). En korrekt definisjon av arbeidspakkene krever tilstrekkelig informasjon om det som skal skje i de ulike pakkene, og at prosjektering fra tidlig stadium er utført. Ved å definere arbeidspakkene på en grundig og riktig måte, sørger man for en økt flyt i arbeidsprosessen samtidig som man reduserer muligheten for feil som vil føre til omarbeid og økte kostnader.

IG 0: Arbeidspakkene defineres eller beskrives ikke korrekt, lagene som skal utføre aktivitetene får feilaktig eller ingen informasjon om hva eller hvordan aktiviteten skal utføres.

IG 1: Definisjonen av arbeidspakkene er utydelige og feilaktig oppdelt, samt at betingelser og ledere som er ansvarlige ikke er bestemt.

IG 2: Arbeidspakkene er som regel delt opp og definert, samt at ansvarlige ledere er identifisert.

IG 3: Arbeidslagene får arbeidspakker som er korrekt definert, og de er delt opp i aktiviteter med riktige mengder materialer og mannskap.

Tabell 2.9 - Korrekt definisjon av arbeidspakker

Kriterium	Underkriterier
Korrekt definisjon av arbeidspakker	Arbeidspakker er delt opp i aktiviteter
	Tilknyttede bestemmelser, for aktivitetene, er definert. Som f.eks. tidsfrister, materialvalg, etc.
	Tilknyttede ledere er identifisert
	Ved oppdeling av arbeidspakker tillates riktig analyse og hindringshåndtering av aktivitetene

2.5.8. Benytte en lett forståelig og gjennomiktig hovedfremdriftsplan

Hovedplanen er som nevnt i kapitlet om Last Planner, en overordnet generell plan som identifiserer alle arbeidspakker for hele prosjektet (Koskela et al., 2010). At denne er lett å forstå, vil si at det som står i planen er konkrete mål uten for detaljert beskrivelse, samt at termer og den visuelle oversikten er kjent og lesbar. Dersom planen detaljeres for mye, gir dette retningslinjer og begrensninger til de som senere skal detaljprosjekterte arbeidspakkene og aktivitetene. Ved å bruke en gjennomiktig eller transparent plan, gir man alle i prosjektet tilgang til strategien, og enhver vet hva som kreves av dem (Catley, 2013). Man er dermed i forkant og kan unngå uoverensstemmelser, som da gjerne blir løst før problemet oppstår.

IG 0: Hovedfremdriftsplanen er komplisert og milepæler er ikke definert. Planen er uegnet og utilgjengelig for arbeidernes bruk.

IG 1: Hovedplanen inneholder milepæler som ikke kontrolleres eller vedlikeholdes. Planen er utydelig men tilgjengelig for deltagerne i planleggingen.

IG 2: Hovedfremdriftsplanen har gode milepæler og visualiseres for deltagerne

IG 3: Hovedplanen med tilhørende milepæler er tilgjengelig og visuelt fremstilt som bidrar til kontroll og oppfølging. Planen er gjennomiktig og tilgjengelig.

Tabell 2.10 - Benytte en lett forståelig og gjennomiktig hovedfremdriftsplan

Kriterium	Underkriterier
Benytte en lett forståelig og gjennomiktig hovedfremdriftsplan	Prosjektets milepæler eksisterer, kontrolleres og vedlikeholdes
	Hovedplanen er midlertidig i henhold til fremdrift
	Planen er visuell og forståelig
	Den er tilgjengelig og er kjent av alle deltakerne i planleggingen

2.5.9. Faseplanlegging

Faseplanen har som formål å fastlegge den ideelle byggeprosessen med tanke på rekkefølge og tidsbruk innenfor de rammer som er satt av hovedplanen. Faseplanen er avtalen mellom fagentreprenørene om den beste måten å gjennomføre prosjektet på (Bertelsen, 2012). Gjennom faseplanen defineres milepæler og aktivitetene settes opp og detaljeres i en hensiktsmessig rekkefølge. Planen vil inneholde de nødvendige aktivitetene for å få fasen ferdig (Kalsaas, 2017). For å bestemme aktivitetenes rekkefølge gjennomføres det faseplanmøter og der lappeteknikken tas i bruk. Faseplanlegging bør utføres ved hjelp av sug-planlegging og planen bør oppdateres underveis (Lagos, 2017).

IG 0: Det benyttes ingen form for faseplanlegging.

IG 1: Faseplanene er utarbeidet og endres ikke ved endringer. Planen har begrenset tilgjengelighet.

IG 2: Sug-planlegging benyttes i liten grad for utarbeidelse av planen. Planen oppdateres uregelmessig men planen er tilgjengelig og forståelig.

IG 3: Faseplanen med tilhørende milepæler er synlig, oppdatert, interaktiv og utført ved hjelp av sug-planlegging. Alle aktiviteter som kreves for å fullføre fasen er beskrevet.

Tabell 2.11 - Faseplanlegging

Kriterium	Underkriterier
Faseplanlegging	Faseplanen med milepæler og oppgaver er utarbeidet for hver fase
	Det er en synlig og oppdatert oversikt av faseplanleggingen
	Faseplanleggingen er utført ved hjelp av sug-planlegging
	Oppdaterings- og revisjonsprosessen er konstant, interaktiv og involverende

2.5.10. Standardisering av utviklingsplanlegging

Utviklingsplanleggingen kan knyttes til hovedplanen og dens mål. Planens tidsrom er 4-6 uker og ukentlige vurderinger og omprogrammeringer blir gjort dersom det er nødvendig (Lagos, 2017). Utviklingsplanen har som mål å skape sunne aktiviteter, ved å fjerne hindringer slik at arbeidet kan utføres i planlagt rekkefølge (Kalsaas, 2017). Planen har óg som hensikt å forme arbeidsflytssekvenser og hastighet samt koordinere arbeidsflyt og kapasitet. Det er i denne planen arbeidspakker i hovedfremdriftsplanen blir brutt ned i aktiviteter, og det er her metoder for å utføre arbeid blir utviklet. Bufferen med sunne aktiviteter opprettes (Ballard, 2000).

IG 0: Det utarbeides ingen form for utviklingsplan.

IG 1: Utviklingsplanen er i liten grad relatert til hovedplanen og hindringer om oppdages rettes opp fortløpende uten mulighet for registrering eller oppfølging.

IG 2: Planen utarbeides og hindringer, begrensninger er registrert og gjort kjent. En buffer med sunne aktiviteter kan brukes ved behov.

IG 3: Ved utarbeidelse av utviklingsplanen følges en felles mal som er relatert til hovedplanen. Sunne aktiviteter planlegges ved å fjerne oppdagede og potensielle hindringer, og en buffer av sunne aktiviteter tas i bruk ved behov. Planen oppdateres ukentlig dersom om nødvendig.

Tabell 2.12 - Standardisering av utviklingsplanlegging

Kriterium	Underkriterier
Standardisering av utviklingsplanlegging	Aktiviteter planlegges innen 4-6 uker (5-9 uker for Veidekke)
	Utviklingsplanen er utarbeidet og er relatert til hovedplanens mål og utførelseskapasitet
	Den blir vurdert ukentlig og omprogrammert om nødvendig
	Midlertidige begrensninger er fastslått (4-6 (5-9) uker frem i tid)
	Utviklingsplanen styres ved en buffer av sunne aktiviteter

2.5.11. Systematisk analyse og fjerning av hindringer

Gjennom utkviksplanen og er målet å fjerne hindringer før aktiviteten skal starte. Ved å ha en standardisert gjennomføring av utkviksplanen vil man opparbeide rutiner som vil være med på å oppdage å løse hindringer som kan oppstå. Hver begrensning som identifiseres må ha en ansvarlig person som påser at hindringen fjernes. Å fjerne hindringer bidrar til å redusere usikkerhet i produksjonen (Kalsaas, 2017). Fjerning av hindringer tilrettelegger for sunne aktiviteter og bidrar til økt produksjonsflyt.

IG 0: Det foretas ingen systematisk analyse for å skape sunne aktiviteter.

IG 1: Hindringer og begrensninger er registrert, men har ikke blitt knyttet opp til utkviksplanen eller ansvarlige utførende.

IG 2: Analysen og fjerningen av hindringene skjer i stor grad av de ansvarlige.

IG 3: Hindringer fjernes systematisk gjennom egnede verktøy og bidrar til bedre flyt i produksjonen. De som er ansvarlige for hindringene forplikter seg til å fjerne disse, og hindringenes tilstand kontrolleres.

Tabell 2.13 - Systematisk analyse og fjerning av hindringer

Kriterium	Underkriterier
Systematisk analyse og fjerning av hindringer	Hindringer er tilordnet bestemte aktiviteter i utkviksplanen
	Hindringer er identifisert før utgivelsen av utkviksplanen
	Hver hindring har en ansvarlig person som forplikter seg å fjerne denne
	Tilstanden til hindringene og forpliktelsene registreres og overvåkes
	Hindringer som skal være fjernet kontrolleres for så sikre pålitelighet

2.5.12. Buffer med sunne aktiviteter

Å ha tilgang på "Exutable Work Inventory (EWI)", som oversatt betyr "utførbar arbeidsoppgave", betyr å ha en buffer med arbeid som kan gjøres dersom det planlagte arbeidet ikke kan gjøres til avtalt tid. Å ha en slik buffer gjør at arbeiderne slipper å vente på klargjøring av det de egentlig skulle gjort, men isteden har annet arbeid som kan gjøres (Kalsaas, 2017). Å eksklusivt bruke utførbare arbeidsoppgaver betyr at kun sunne aktiviteter medberegnes når korttidsplanleggingen skjer (Lagos, 2017). Dette medfører bedre flyt i produksjonen, men krever at hindringer oppdages og fjernes.

IG 0: Det finnes ingen systemer som legger til rette for bruk en buffer av sunne aktiviteter. Dersom det blir forstyrrelser og hindringer i produksjonen, medfører dette stans. I korttidsplanleggingen tas alle aktiviteter som skal gjøres med, uansett om de er sunne eller ikke.

IG 1: Det finnes noen sunne bufferaktiviteter, men de er ikke gjort kjent. I kortsiktsplanleggingen benyttes det i liten grad sunne aktiviteter.

IG 2: Bufferen med sunne aktiviteter er publisert, men er ikke kjent av de siste planleggerne. I kortsiktsplanleggingen benyttes det i stor grad sunne aktiviteter, og forpliktelsene som inngås baserer seg på disse aktivitetene.

IG 3: Det er kjennskap og tilgang til bufferaktiviteter som kan tas i bruk, dersom aktiviteter ikke kan igangsettes som planlagt. Bufferaktivitetene har ingen hindringer som er påvirket av

annet arbeid. Det tas kun med sunne og utførbare aktiviteter i kortsiktsplanlegging, og endringer i bufferen av sunne aktiviteter gir endringer i planen.

Tabell 2.14 - Buffer med sunne aktiviteter

Kriterium	Underkriterier
Buffer med sunne aktiviteter	Det er en buffer med sunne aktiviteter publisert og / eller kjent av alle de siste planleggerne
	Aktivitetene som utgjør bufferen har ingen hindringer som påvirker gjennomføringen på kort sikt
	Forpliktelser genereres/skapes utelukkende basert på sunne aktiviteter
	Endringer i bufferen og tilstanden av hindringer gir endringer og justeringer i planen
	En gjenværende buffer av oppgaver kan inkluderes i kortsiktige planer, der de tilrettelegges og gjennomføres
	Forpliktelser er pålitelige og har klare krav til overholdelse

2.5.13. Planlegging og kontroll av fysisk arbeidsflyt

For å ha god flyt i arbeidet må arbeidslagene vite rekkefølgen på sitt arbeid og kommende aktiviteter. De må også kjenne til foregående aktiviteter og hvilke lag som har/skal utføre disse (Lagos, 2017). Ved å vite dette, tilrettelegges det for økt kommunikasjon mellom arbeidslagene som skal utføre aktivitetene. For å oppnå optimal arbeidsflyt vil man gjennom planlegging oppnå bedre resultater ved å se på allerede utførte aktiviteter. Fra de utførte aktiviteter høstes erfaringer om hvordan utfallet ble, opp mot hvordan utfallet var tenkt det skulle bli.

IG 0: Det utføres ingen planlegging og kontroll av fysisk arbeidsflyt.

IG 1: Lagene som skal utføre arbeidet vet ikke foregående og etterfølgende aktiviteter på grunn av feilaktig planlegging.

IG 2: Planene som er utarbeidet er riktige og gjort kjent, men arbeidslagene har ikke tatt disse i bruk.

IG 3: Det brukes planer, IT-verktøy og BIM-kiosker for å vise oversikter over hvilke arbeidslag og aktiviteter som i rekkefølge skal utføres. Den viser en oversikt over leveranser, og har muligheter for reservasjon av kraner og andre maskiner. Det utføres også nødvendige kontroller for å sikre arbeidsflyten

Tabell 2.15 - Planlegging og kontroll av fysisk arbeidsflyt

Kriterium	Underkriterier
Planlegging og kontroll av fysisk arbeidsflyt	Effektene av arbeidsflyten estimeres og måles empirisk
	Planlegging av aktiviteter betrakter resultater av gjennomførte aktiviteter
	Aktivitetenes rekkefølge er planlagt riktig
	Lagene vet tydelig rekkefølgen av sitt arbeid
	Lagene vet foregående og etterfølgende aktiviteter og lag

2.5.14. Korrigerende tiltak basert på manglende overholdelse av avtaler

Korrigerende tiltak, er tiltak som må iverksettes for å rette opp i problemer som allerede er forårsaket. Årsaker til manglende overholdelse må identifiseres og loggføres for å kunne komme med korrigerende tiltak. Effekten av de korrigerende tiltakene må også overvåkes og registreres (Lagos, 2017). Gjennom loggføring av avtaler som ikke holdes, må disse analyseres for å finne årsakene til hvorfor det ble gjort avtalebrudd for å hindre gjentagelse. Korrigerende tiltak opprettes for å sikre fremdriften og forhindre tap. For at disse tiltakene skal bli utført, må de tildeles ansvarlige fagpersonell og opprettes en tidsfrist.

IG 0: Årsaker til at avtaler ikke holdes, oppdages ikke og det utarbeides ikke korrigerende tiltak for å komme i takt med fremdriftsplanen.

IG 1: Manglende overholdelse oppdages, men registreres ikke. Korrigerende tiltak blir iverksatt.

IG 2: Årsakene til manglende overholdelse av avtaler er kjent og registrert. De korrigerende tiltakene blir ikke fulgt opp.

IG 3: Manglende overholdelse oppdages og registreres, og de ansvarlige for korrigerende tiltak identifiseres samt at effekten av tiltakene overvåkes.

Tabell 2.16 - Korrigerende tiltak basert på manglende overholdelse av avtaler

Kriterium	Underkriterier
Korrigerende tiltak basert på manglende overholdelse av avtaler	Ukentlige årsaker til manglende overholdelse er identifisert
	Årsakene til manglende overholdelse er registrert og kategorisert i en historisk oversikt
	Grunnleggende årsaker og årsaker til manglende overholdelse søkes og registreres
	Korrigerende tiltak opprettes og registreres, på grunn av manglende overholdelse
	En sluttdato for gjennomføring og kontroll for korrigerende tiltak drøftes
	Effektiviteten av korrigerende handlinger overvåkes og registreres

2.5.15. Kommunikasjon og samarbeid

Begrepet kommunikasjon kan sies å være overføring av informasjon, ideer, erfaringer, holdninger og følelser fra en person eller gruppe til en annen. Innholdet i det som blir formidlet kalles informasjon mens kommunikasjon er prosessen der informasjonen formidles (Karlsen, 2013). Relevant, klar og effektiv, er viktige stikkord for god kommunikasjon. For at et team skal kunne fungere godt sammen er det nødvendig at medlemmene kjenner og oppfyller sine roller og ansvar (Lagos, 2017). Samarbeid handler om å få parter engasjert i å gjennomføre tiltakene som er definert, for å nå målene (Bråthen, Fløyen, et al., 2016). Godt samarbeid gir synergi, der summen av arbeidsressursene øker (Bertelsen, 2012).

IG 0: Kommunikasjonen innad i teamet er ineffektiv og preges av feil.

IG 1: Kommunikasjonen er uklar og i liten grad relevant mellom teammedlemmene. Medlemmene er usikre på rollene og ansvaret de har.

IG 2: Medlemmene i teamet kjenner sine roller, men kommunikasjonen innad er preget av støy og uklarheter.

IG 3: Det kommuniseres klart og effektivt i hele organisasjonen. Ansvarsfordelingen er kjent og følges av medlemmene i teamet. Beslutninger tas med riktig informasjon..

Tabell 2.17 - Kommunikasjon og samarbeid

Kriterium	Underkriterier
Kommunikasjon og samarbeid	Teammedlemmer kjenner og oppfyller sine roller og ansvar
	Det er en god (klar, effektiv og relevant) kommunikasjon av informasjonen
	Det er god kommunikasjon mellom lagene
	Det er en god kommunikasjon med de siste planleggerne
	Beslutninger tas, diskuteres eller vurderes sammen etter behov

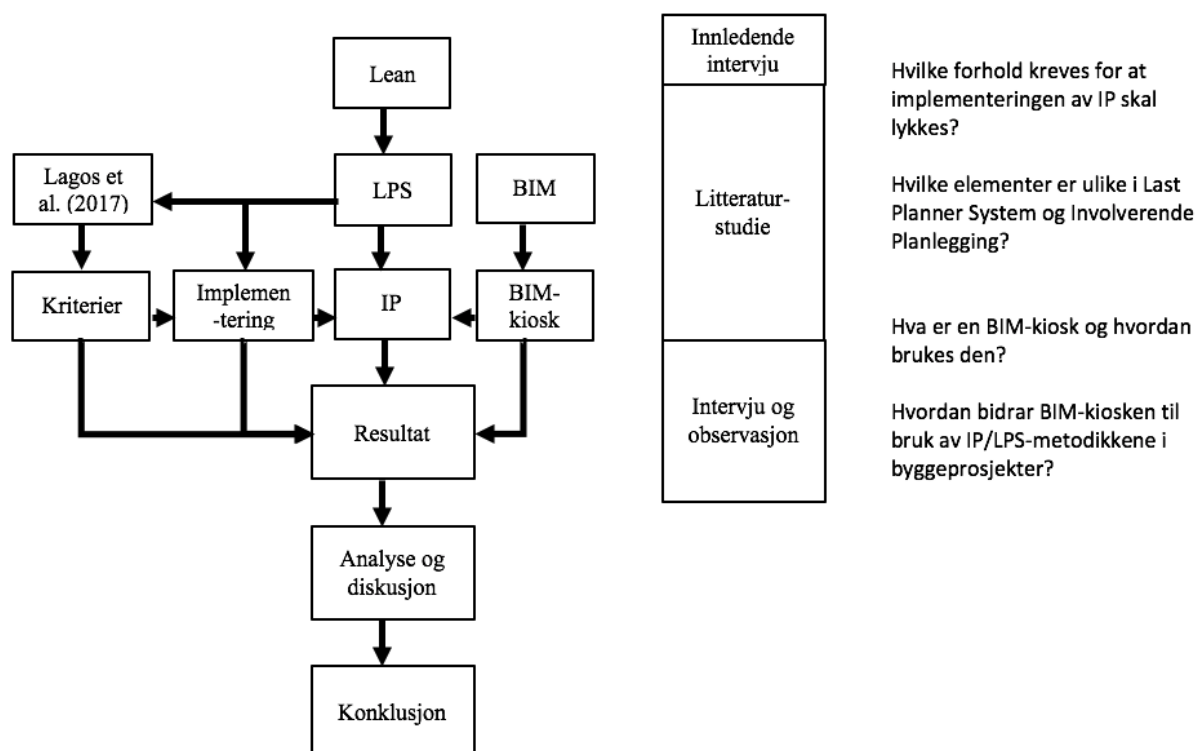
3. Metode

I dette kapitlet beskrives metodene som er tatt i bruk for utarbeidelse av oppgaven. Det vil også svares på hvorfor de aktuelle metodene ble valgt for å svare på problemstillingen, hvordan innsamlingen av data har foregått og hvilke avgrensninger som er gjort. Svakheter og styrker med metoden vil også beskrives her.

”En metode er en fremgangsmåte, et middel til å løse problemer og komme frem til ny kunnskap. Et hvilket som helst middel som tjener dette formålet, hører med i arsenalet av metoder” (Aubert, 1985).

3.1. Forskningsstrategi

Forskningsstrategien er illustrert ved figur 3.1, og viser hvilke steg som er tatt for å komme frem til konklusjonen. Til høyre i figuren er forskningsspørsmålene listet opp i den rekkefølgen de ble søkt etter, og hvilken metode som i hovedsak ble benyttet for å finne svar på de aktuelle spørsmålene.



Figur 3.1 - Oppgavens forskningsstrategi

Lean Construction ble tidlig sett på som et interessant tema for masteroppgaven. Det ble ut fra dette, sett på hva som kunne bli studert innenfor dette aktuelle temaet. Med Lean Construction i tankene, ble det på et tidlig stadium i oppgaveprosessen, utført innledende intervjuer med tre representanter for Veidekke Entreprenør. De utvalgte var prosjektleder, anleggsleder og prosjektingeniør, og representerte dermed tre ulike syn på hva som rører seg på en byggeplass. Intervjuene handlet i første rekke om hvordan de mente IP fungerte, og dernest hvilke utfordringer de hadde møtt i sitt nåværende prosjekt. Dette ble utført for å finne ut om de hadde ønskelige vinklinger eller tema som kunne være med på å forme oppgavens og dens problemstilling.

Etter de innledende intervjuene ble LPS og IP studert gjennom litteraturstudier. Det ble da fattet interesse i en forskningsartikkel av Lagos et al. (2017), som omhandlet implementering av LPS med IT-støtte. På bakgrunn av den artikkelen og personlig erfaring på byggeplassen, ble BIM og BIM-kiosken sett på som en interessant vinkling i forhold til implementering og IP. Etter å ha peilet en kurs for oppgaven, ble forskningsspørsmål utarbeidet. Det ble deretter satt i gang med å svare på disse. For å besvare forskningsspørsmålene, var det fra starten av fokus på å innhente riktig informasjon og teori. Det ble startet med blanke ark, og det ble tidlig sett på forskningsdatabaser og miljøet rundt BIM, LPS og IP. Gjennom å studere miljøet rundt, har det blitt opparbeidet en bredere forståelse for temaene, som har vært til hjelp ved gjennomføringen av litteratursøket. Ved litteratursøk var tanken å omtale de mest sentrale elementene i Last Planner System, som også er videreført i Involverende planlegging. Den innsamlede teorien ble så brukt til å utforme et grunnlag for videre datainnsamling, i form av intervjuer og observasjoner.

I Lagos et al. (2017) sin artikkel listes det opp 16 kriterier. Kriteriene er beskrevet av Lagos et al. (2017) som elementer av LPS, og må være tilstede dersom LPS-metodikken skal kunne benyttes fullt ut. Disse kriteriene har igjen n-antall underkriterium som beskriver grundigere hva som kreves for hvert enkelt kriterium. De tilsammen 80 underkriteriene finnes i denne oppgaven under hvert kriterium fra kapittel 2.5.1-2.5.15, og er opprinnelig omhandlet i Lagos (2017) sin masteroppgave, på spansk. For å kunne benytte disse, ble en oversettelse utført. Det ble også gjort en tilpassing av ulike kriterier og underkriterier til ord og uttrykk som benyttes i den norske byggebransjen.

Teorien ble videre benyttet til å beskrive de ulike kriteriene gitt av Lagos et al. (2017), samt utarbeide nivåer for implementeringsgrad. Det ble valgt å utarbeide disse implementeringsgradene i fire nivåer. Valget som førte til dette, var begrunnet med at en inndeling i fire nivåer, kunne dekke de ulike implementeringsgradene på en tilfredsstillende måte. De ulike nivåene av implementeringsgrad, ble utarbeidet for å få en dypere forståelse av hva som krevdes for hvert enkelt kriterium, og dermed hva som kreves for fullstendig implementering av LPS/IP. Det ble også studert kilder (Kalsaas, 2017; Veidekke, 2015) for å forstå hva som krevdes for fullstendig implementering av IP. Ut fra å analysere disse kildene, ble fem punkter utarbeidet som svar på hva som kreves for en fullstendig god implementering av Involverende planlegging.

Ved å ta utgangspunkt i forskningen til Lagos et al. (2017), ble det utført en lignende studie av hvilke elementer av LPS, BIM-kiosken kan bidra til en økt bruk av. For å undersøke dette, ble et litteraturstudie, observasjon samt intervjuer av ansatte i entreprenørfirmaet Veidekke

utført. I forskningen til Lagos et al. (2017), har de gjennomført en score for å kvantifisere hvordan IT-støtte påvirker implementeringen av LPS. For å sammenligne BIM-kioskens betydningen opp mot forskningsartikkelen, har score-rangeringen og kriteriene som er benyttet i artikkelen, blitt tatt i bruk i denne oppgaven. Årsaken er at det i ettertid skal være mulig å sammenligne resultatene for de ulike elementene i LPS/IP. Ved å sammenligne disse resultatene, kan man se hvilket bidrag BIM-kiosken gir med tanke på bruken av IP, i forhold til generell IT-støtte. Man kan fra dette se om kiosken er et verktøy som egner seg til bruk og implementering av IP/LPS-metodikkene.

Litteraturstudiet ga ikke svar på alle forskningsspørsmålene. Det ble dermed utført passiv observasjon samt dirkete intervjuer. Intervjuene ble utført gjennom dybdeintervjuer, for å kunne forstå hvordan og hva intervjupersonene mener en BIM-kiosk kan bidra med opp mot IP. Det var ønskelig å intervju fagpersoner i ulike stillinger for å fremskaffe ulike syn og meninger om temaet. Det ble utført dybdeintervjuer av BIM-ansvarlig hos Veidekke Region Øst og driftsleder/BIM-koordinator på et prosjekt i Veidekke Distrikt Oslo. Årsaken til valget av intervjupersoner var deres stilling og kunnskap om BIM og BIM-kiosken. Gjennom å intervju disse får man se to ulike perspektiver på BIM-kiosken. Den ene noe litt mer overordnet, mens driftslederen har et mer praktisk syn på bruken. Ved å intervju personer med ulik tilnærming, får man også se om de med overordnet blick, mener det samme som de ute på prosjektet. Dette er med på å styrke oppgavens troverdighet. Dette begrunnes med at dersom man hadde snakket med to intervjupersoner med lik stilling og lik mening, ville svarene som kom frem ikke være like bekreftbare som det man får ved å intervju to personer i ulik stilling og ulik tilnærming til temaet.

Intervjuene omhandlet i hovedsak de ulike kriteriene til Lagos et al. (2017), og det ble snakket om BIM-kiosken og dens bidrag til IP-metodikken. Samtalen dreide seg om hva BIM-kiosken var kompatibel til å dekke av IP i dag, men det ble også snakket om hva intervjupersonene mente BIM-kiosken kom til å være i fremtiden. Blant annet om den kom til å være mer kompatibel med tanke på Veidekkes planleggingsmetodikk. Intervjupersonene var opptatte av utvikling og var engasjert i utprøving av ny teknologi, som eksempelvis BIM-kiosker og prøveprosjekter med papirfrie byggeplasser (Statsbygg, 2017).

Resultatene som fremkom under intervjuene, ble sammenfattet kriterium for kriterium. Det ga også ett grunnlag for å kunne analysere hvert kriterium hver for seg. I analysen analyseres dermed de ulike kriteriene, der svarene ble kvantifisert gjennom å sette score for hvert underkriterium. Det ble forsøkt å være kritisk til avgitt svar, der noe av målet med analysen var å se etter forskjeller i svarene gitt av intervjupersonene. Scorene som fremkom i analysen ble så sammenfattet i en likertskala for å illustrere scoren.

Det ble også valgt å gå nærmere inn på ett prosjekts bruk av BIM-kiosken. Prosjektet driftslederen var på, benyttet BIM-kiosken og det falt da naturlig å se nærmere på dette prosjektet. Årsaken til at det ble valgt ut ett case, var at man på den måten fikk komme inn på prosjektet, og studere hvordan de arbeider med BIM-kiosken og IP. Det ble dermed opparbeidet en dypere forståelse av temaene, i forhold til å se på flere prosjekter og firmaer. Med flere firmaer ville man fått mer generelle og overfladiske svar, da innhøsting av data fra mange prosjekter er mer tidkrevende. Det ble på prosjektet gjennomført en observasjon av BIM-kiosken, og hvilke programmer og funksjoner som var tilgjengelige.

Resultatene og analysen, sett opp mot teorien ble diskutert for å se hvordan de stemmer overens med tidligere forskning. Vinklingen på teorien ble preget av Lagos et al. (2017) sin forskning. Det ble dermed diskutert hvorvidt resultatene fra Lagos' forskning stemte overens med resultatene som fremkom i denne oppgaven. Til sist ble en konklusjon utarbeidet, som en sammenfatting av oppgaven og dens resultater. Gjennomføringen av oppgaven kan i korte trekk oppsummeres ved tabell 3.1:

Tabell 3.1 - Oppgavens forskningsstrategi

1. Litteratursøk	Litteratursøk som i hovedsak omhandlet LC, LPS, IP, BIM-kiosk og implementering
2. Utarbeide teori og vurderingsgrunnlag	Utarbeide og forstå score for implementering av ulike kriterier i henhold til LPS/IP
3. Innsamling av data	Samle informasjon gjennom intervjuer fra representanter i Veidekke
4. Analyse	Analysere høstede data og forme resultatet ved bruk av score og likertskala
5. Diskusjon	Resultatene diskuteres
6. Konklusjon	Oppgavens resultater og innhold konkluderes

3.1.1. Min faglige bakgrunn

Min faglige bakgrunn innenfor byggebransjen startet med fagbrev som tømmer. Der fikk jeg se og oppleve hvordan byggebransjen var, og hvordan prosessene ble gjennomført. Videre ble det bygget på med en bachelor i byggeteknikk, for så en toårig mastergrad i byggeteknikk og arkitektur. I studietiden har jeg også hatt sommerjobber hos både tømmer-, byggherre- og entreprenørfirma. Dette har gitt meg et innblikk i hvordan de ulike aktørene opptre og hvilke problemstillinger de møter. Gjennom mine erfaringer på byggeplassen er dermed forbedringsprosesser på byggeplassen et interessant emne. Å kunne optimalisere og bidra til en positiv endring, er dermed noe som trigger, og som jeg forhåpentligvis vil kunne jobbe med i arbeidshverdagen som ferdig utdannet sivilingeniør.

3.2. Forskningsmetoder

Innenfor den vitenskapelige teorien beskrives deduktiv, induktiv og abduktiv metode. Utgangspunktet i deduktiv forskning er teori som man utleder hypoteser fra. Ut fra disse hypotesene styres det meste av forskningsprosessen. I den deduktive forskningsmetoden testes dermed hypotesene i forhold til empiri. Gjennom testing får vi da bekreftet eller avkreftet om de utarbeidede hypotesene stemmer. Hensikten er å forbedre teorien. Ved å benytte induktiv forskningsmetode, gjennomføres det observasjoner og analyser av fenomen som danner grunnlaget til teorien (Ulleberg, 2002). Den abduktive metoden er en kombinasjon av deduktiv og induktiv, der teori utvikles gjennom analyser av data. I denne metoden ser man på teorier som er nødvendig for å forstå dataene man skal samle inn.

I litteraturen skilles det også mellom kvantitativ og kvalitativ metode. Metodene forteller hvordan vi går frem for å dokumentere eller etterprøve kunnskap. De kvantitative metodene gir data i form av målbare enheter, mens kvalitative metoder fanger opp meninger og opplevelser som ikke lar seg tallfeste eller måle (Dalland, 2012). Ved den kvalitative metoden benyttes ofte intervjuer og observasjoner for innsamling av data. Man oppnår dermed en dybde i temaet ved at resultatet gjenspeiler erfaringer og meninger til de som blir intervjuet. Den kvantitative metoden er avhengig av en større mengde data som innhentes. For innhøsting av data benyttes spørreundersøkelser og strukturerte intervjuer, med begrensede svarmuligheter. I tabell 3.2 er noen av de ulike metodenes kjennetegn listet opp.

Tabell 3.2 - Kjennetegn ved kvantitative og kvalitative metoder (Dalland, 2012)

Kvantitativt orientert	Kvalitativt orientert
Går i bredden	Går i dybden
Får frem det som er felles, det representative	Får frem det som er spesielt, eventuelt avvikende
Systematiske og strukturerte observasjoner eller faste spørreskjema	Fleksible intervju og ustrukturerte observasjoner
Datainnsamling skjer uten direkte kontakt med feltet	Datainnsamling skjer i direkte kontakt med feltet
Innsamlet data er knyttet til adskilte fenomener	Innsamlet data tar sikte på å få frem sammenheng og helhet
Fremstillingen tar sikte på å formidle forklaringer	Fremstillingen tar sikte på å formidle forståelse

3.2.1. Benyttede forskningsmetoder

I denne oppgaven er det benyttet en form for deduktiv metode med hint av abduktiv tilnærming. Det ble på forhånd av innhøstingen av data ble utført litteratursøk for å kunne analysere og drøfte resultatene. I teorien var det påstander og hypoteser som var ønskelig å prøve ut. Gjennom empiri ble det utledet og konkludert med resultater som blant annet besvarte den tidligere forskningen.

Det er i denne oppgaven valgt en kvalitativ metode med fokus på litteratursøk, observasjon og intervjuer som kilde til innsamling av data. Dette ble gjort for å søke det dybde i litteraturen og ta sikte på en grundigere forståelse av temaet. Metoder som for eksempel spørreundersøkelser, passer dermed ikke profilen for dybdesøk. Spørreundersøkelser er mer egnet til innsamling av større mengder data og målbare tall. Selv om det ble benyttet en kvalitativ metode, ble det på bakgrunn av intervjuene utført en kvantifisering for å tallfeste bruken av BIM-kiosken. Kvantifiseringen ble utført fordi det var ønsket et resultat som oppleves som mer håndfast. Ved å kvantifisere resultatene er det enklere å lese og forstå resultatene, i forhold til resultater i form av en tekst. Det blir dermed enklere å svare på forskningsspørsmålet om hvordan BIM-kiosken bidrar til bruk av IP/LPS-metodikkene i et byggeprosjekt, samt å sammenligne scoren med Lagos et al. (2017) sin tidligere forskning. Tabell 3.3 viser hvilke metoder som var tenkt skulle svare på de ulike forskningsspørsmålene.

Tabell 3.3 - Metoder som er benytte for å besvare forskningsspørsmålene

Forskningsspørsmål	Metode for besvarelse
Hvordan bidrar BIM-kiosken til bruk av IP/LPS-metodikkene i et byggeprosjekt?	<ul style="list-style-type: none">• Intervju• Svar fra delspørsmålene
1. Hva er en BIM-kiosk, og hvordan brukes den?	<ul style="list-style-type: none">• Litteraturstudie• Intervju• Observasjon
2. Hvordan er bruken av BIM-kiosk opp mot IP-metodikken i et prosjekt i Veidekke?	<ul style="list-style-type: none">• Intervju• Observasjon
3. Hvilke forhold kreves for at implementeringen av IP skal lykkes?	<ul style="list-style-type: none">• Litteraturstudie
4. Hva er ulikt i Last Planner System og Involverende Planlegging?	<ul style="list-style-type: none">• Litteraturstudie

For å svare på disse forskningsspørsmålene er det valgt å gå i dybden, dette vil blant annet si at det er valgt å studere et fåtall personer og at det er sett på ett prosjekts bruk av BIM-kiosken opp mot IP. Det er dermed ikke valt å gå i bredden, å intervju et stort antall personer og studere flere prosjekter, for å få svar. Ved hjelp av dybdesøk, menes det at man får svart best mulig på spørsmålene. Som det fremgår av tabell 3.2, så egner de valgte metodene for kvalitativ orienterte metoder. Ved bruk av litteratursøk, observasjon og intervju får man frem sammenhenger og helheten mellom temaene LP, IP, BIM og implementering.

Det sees fra tabell 3.3, at litteraturstudie er med på å dekke nesten alle delspørsmålene. Det eneste delspørsmålet som ikke dekkes av litteraturstudium er spørsmål to, som er tenkt dekket av intervjuer og observasjon. Det er gjennom litteraturstudie mulig å fremskaffe tidligere gjennomført forskning, innenfor temaene som omhandles, LP, IP, BIM og implementering. Forskningen skal være med på å svare på deler av de ulike forskningsspørsmålene. Teorien som tilegnes ved litteraturstudie er dermed med på å danne et teoretisk grunnlag for videre forskning.

Intervju som metode for innhenting av data er blitt benyttet for å innhente meninger, få frem følelser og for å spesifikt få svar på det forskningsspørsmålene beskriver. Intervju skjer, som de fremkommer av tabell 3.2, i direkte kontakt med feltet der fagpersoner befinner seg. Gjennom intervjuer får man også en videre forståelse av temaene som blir snakket om.

Observasjoner som utføres ute på arbeidsplassen egner seg også til besvare mer generelle spørsmål, som for eksempel hva en BIM-kiosk brukes til. Denne formen for informasjonsinnhenting egner seg bedre enn blant annet intervju, der man ved intervju får et utvalg personers mening om hva kioskene brukes til. I sammenheng med intervjuer bidrar observasjon til bedre forståelse av situasjonen.

3.3. Litteratursøk

For å danne et grunnlag for utarbeidelse av teorikapitlet, er tidligere forskning og oppgaverelaterte artikler studert. Hart (2001) beskriver fem grunner til å gjennomføre litteratursøk når man starter et prosjektarbeid. Ut fra denne listen, er det kan det sies at punkt nummer fem er det som best stemmer overens med denne oppgaven. Selv om det ikke var en mangel i Lagos et al. (2017) sin forskning, så ble det ut fra denne forskningen gjort en ny vinkling, for å forske på nytt innenfor samme tema.

1. Det vil hjelpe deg å identifisere allerede utarbeidet arbeid innenfor samme tema.
2. Det vil forhindre forskning på noe som allerede er forsket på.
3. Det vil hjelpe deg forhindre fallgruver og feil som er utført i tidligere forskning.
4. Det vil hjelpe deg å utvikle metodikken for prosjekt ved å identifisere sentrale problemstillinger og teknikker for datainnsamling, som egner seg best til det aktuelle temaet.
5. Det vil gjøre deg i stand til å finne mangler i tidligere forskning, som kan gi mulighet til å forske på et nytt emne innenfor samme tema.

Litteratur som omhandler, Lean Construction, Last Planner System, BIM, Involverende planlegging og implementering er de emnene som det i hovedsak har blitt søkt etter. Databasene som er benyttet for innhenting av informasjon er hovedsakelig internettsider som eksempelvis iglc.net, Google Scholar, researchgate.net og bibsys.no. Det er også benyttet bøker, for eksempel Kalsaas (2017) og Womack et al. (1990) og Andersen et al. (2009). Ved å benytte iglc.net og researchgate.net innhentes utarbeidede forskningsartikler som er relatert til temaet. "The International Group for Lean Construction" (IGLC) er et internasjonalt nettverk av forskere som tilstreber å fornye byggebransjen gjennom en tilnærming til Lean Production som har vært en suksess i produksjonsindustrien (iglc.net, 2018). Boken av Kalsaas (2017) er den første som har samlet en fremstilling av Lean Construction på norsk. Kapitlene i boken beskriver ulike temaer innenfor temaet, og omhandler blant annet hvordan Veidekke utviklet metoden som de i dag kaller Involverende planlegging.

3.4. Intervju

Ved siden av litteraturstudiet ble det gjennomført kvalitative intervjuer, også kalt dybdeintervjuer, for å supplere og støtte under fremskaffet teori. Ved å benytte kvalitative intervjuer, sikter man på å gå i dybden. Dalland (2012) sier da at antall intervjupersoner ikke kan være for stort. Videre sier han at gode samtaler med en, to eller tre intervjupersoner kan gi mye stoff. Presisjonen i beskrivelsene og fortolkningen av hva intervjupersonen sier, er kvalitative intervjuets styrke (Dalland, 2012). For at intervjuobjektene beskrivelser skal bli utfyllende, krever det at intervjueren stiller utfyllende spørsmål samt riktige oppfølgingsspørsmål som medfører at intervjueren må være observant. Formen kvalitative intervju kan gjennomføres på er blant annet strukturert, semistrukturert eller ustrukturert form. Ved strukturerte intervjuer følges en utarbeidet intervjuguide systematisk, denne formen er dermed enklere å ferdigstrukturere og analysere i etterkant. Ustrukturerte intervjuer legges det ingen føringer på hvordan intervjuet skal gjennomgås, bortsett fra temaet som er kjent. Spørsmålene og svarene som kommer frem i denne intervjumodellen formes underveis. I et semistrukturert intervju følges intervjuguiden til en viss grad, samtidig som uforutsette spørsmål og svar kan fremkomme.

Gjennom at intervjueren nylig hadde opparbeidet seg en kunnskap om temaet, var det til tider krevende å kunne stille de riktige oppfølgingsspørsmålene. Ved uklarheter, fra begge parter, var det åpenhet og frimodighet nok til å stille spørsmål dersom noe var uklart. Underveis i intervjuene ble det også kastet frem ideer om hvilke funksjoner BIM-kiosken kan få i fremtiden, for å kunne dekke et enda større spekter av kriterier. Slik det fremkom under samtaler, var intervjupersonene interessert i en utvikling av BIM-kioskene for å legge til rette for økt bruk og synergi med IP.

3.4.1. Intervjupersoner

Intervjupersonene som ble valgt ut til dybdeintervjuer har to ulike stillinger, BIM-ansvarlig og BIM-koordinator/driftsleder. De hadde dermed to ulike tilnærminger til kiosken. De valgte er begge svært involvert i BIM i sine respektive stillinger da den ene er BIM-ansvarlig i Veidekke Entreprenør, region Øst mens den andre er BIM-koordinator og driftsleder på et prosjekt i Veidekke Entreprenør, region Oslo. Gjennom å være BIM-ansvarlig har vedkommende innflytelse og kunnskap om hvordan bruk av BIM og BIM-kiosk skjer på et overordnet nivå. Driftslederen, som er lokalisert på det studerte prosjektet, er daglig involvert i den praktiske bruken av BIM og BIM-kiosk, og har dermed et annet syn og forståelse av brukergrensesnittet, utfordringer og hva som fungerer og hva som ikke fungerer. Sistnevnte er også medvirkende til videreutvikling og forskning innenfor BIM-kiosk og bruk av digitale verktøy.

3.4.2. Intervjumetode

For å besvare noen av forskningsspørsmålene ble det utført kvalitative intervjuer. Hvordan, varighet, og hvem som ble intervjuet når, er listet opp i tabell 3.4. Den første samtalen med BIM-ansvarlig, ble utført som et ustrukturert intervju der oppgavens tema og bruken av BIM-kiosk ble drøftet. Det ble ut ifra dette enighet om et fortsatt samarbeid.

De neste intervjuene med BIM-ansvarlig, ble utført ved to separate økter. I disse samtaler ble de seksten kriteriene fra Lagos' forskning og hvordan BIM-kiosken kunne være med på dekke de ulike underkriteriene drøftet. Samtaler ble utformet som et semistrukturert

intervju, med en struktur preget av kriteriene. I samtalen ble de seksten kriteriene med tilhørende 80 underkriterier benyttet som intervjuguide. Kriteriene, med tilhørende underkriterium, ble vist frem under intervjuet, og intervjupersonen hadde ikke sett disse på forhånd. Det ble dermed ikke utarbeidet egne spørsmål til denne samtalen. Målet med samtalen var å drøfte og snakke rundt de ulike kriteriene, og deres tilknytning til BIM-kiosken. Det ble gjennomgått tilsammen 80 underkriterier for å se hvilke som kunne knyttes opp til BIM-kiosken og dens verktøy. Valget av intervjumetode ble valgt på bakgrunn av ønsket om å få intervjuobjektet til å snakke mest mulig om de ulike kriteriene uten at spørsmål og vinklingen fra intervjueren skulle påvirke svarene. Ved å benytte kriteriene som en intervjuguide, førte dette også til at intervjuet mer ble som en samtale enn et spørsmål-svar-intervju.

Intervjuet med driftslederen ble på samme måte utført som et semistrukturert intervju. På forhånd av intervjuet ble det utarbeidet spørsmål delt inn i temaer, med hensikt å dekke kriterienes innhold som skulle få intervjupersonen til å svare på flere kriterier samtidig. Det ble dermed ikke den samme systematiske gjennomgangen av de ulike kriteriene. Dette ble gjort på bakgrunn av at det var tidkrevende å gå igjennom alle de 80 underkriteriene, slik det ble gjort hos BIM-ansvarlig. Det ble stilt spørsmål og intervjupersonen fikk snakke fritt, mens intervjuer fulgte opp med oppfølgingsspørsmål underveis. Intervjuet, ble også her foretatt i to separate omganger.

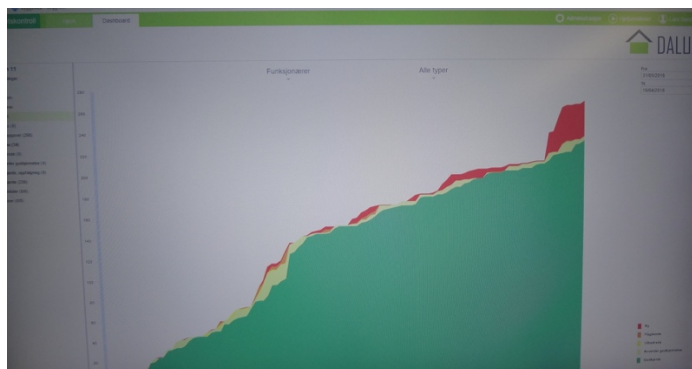
Tabell 3.4 - Intervju personer og intervjuets art

Firma	Intervju person	Intervju form	Dato	Varighet
Veidekke	Prosjektleder	Ustrukturert intervju	01.11.17	35 min
Veidekke	Anleggsleder og prosjektingeniør	Ustrukturert intervju	03.11.17	50 min
Veidekke	BIM-ansvarlig	Ustrukturert intervju	20.02.18	65 min
Veidekke	BIM-ansvarlig	Semistrukturert intervju	05.03.18	60 min
Veidekke	BIM-ansvarlig	Semistrukturert intervju	07.03.18	85 min
Veidekke	Driftsleder/BIM-koordinator	Semistrukturert intervju	20.03.18	90 min
Veidekke	Driftsleder/BIM-koordinator	Semistrukturert intervju	26.04.18	60 min

3.5. Observasjon

Observasjon og intervju henger tett sammen som metoder. Når intervjuer utføres, observerer vi som regel vår samtalepartner. Dalland (2012) mener dermed at å benytte disse to metodene sammen, så kan de være med på å utfylle hverandre. Når man benytter observasjon som metode kreves det at man benytter sansene, og ikke bare en av gangen. Som observatør er det hensiktsmessig å påvirke situasjonen vi observerer minst mulig. I kvalitativ observasjon ønsker man å oppnå en helhetsforståelse av det som observeres. Det ønskes også å vite årsaken til at mennesker gjør som de gjør, og hvorfor de gjør dette (Dalland, 2012).

Etter den siste samtalen med driftsansvarlig, ble BIM-kiosken vist frem ute på plassen. Der fikk intervjuer observere hvordan kiosken ble benyttet og det ble snakket om bruken av kiosken. Prosjektet var under en opplæringsfase av arbeidere som skulle benytte kiosken. Det ble dermed utført en gjennomgang av hvilke programmer og funksjoner som var tilgjengelig på kiosken. Kiosken som var plassert utenfor bygget i en container, var planlagt å komme inn, men av ulike årsaker var det ikke blitt utført enda. Under observasjon ble blant annet BIM-modellen benyttet og flere funksjoner ble vist. Det ble også vist programmer, som blant annet viste en graf over antall avvik i prosjektet, se figur 3.2. Denne viser i grønn, de avvikene som var håndtert, og hvilke som fortsatt var aktive (i rødt) på byggeplassen. Avvikshåndtering er en sentral del av IP/LPS, da disse metodikkene ønsker å skape flyt. Avvik er med på å forhindre flyt i produksjonen.



Figur 3.2 - Graf over avvik

3.5.1. Casestudium

En casestudie er en empirisk forespørsel som undersøker fenomener i sanntiden og som er innenfor fenomenets omgivelser og sammenheng. En casestudie er mest relevant til bruk, dersom man ønsker å finne ut hvorfor eller hvordan et fenomen fungerer (Yin, 2013). Yin (2013) beskriver også noen metoder som er mest brukte for innhenting av informasjon i et casestudie: dokumentstudier, direkte intervjuer, passive observasjoner, deltagende observasjoner og spørreundersøkelser.

3.5.2. Prosjektet - Vitaminveien 11

Det studerte prosjektet utføres av Veidekke Entreprenør, distrikt Oslo. I oppgaven har Veidekkes prosjekt, Vitaminveien 11, og hvordan de benytter BIM-kiosken blitt studert. Dette er et prosjekt som har en kostnadsramme på 1MRD NOK, og omfatter bygging av hotell, kinosenter, boliger, barnehage og næring (Veidekke, 2016), se figur 3.3. Prosjektet har vært

delt inn i tre deler, hotell, kino og boliger, og har på det meste vært oppe i cirka 370 håndverkere fordelt på tilsammen 81 underentreprenører, se tabell 3.5 for mer informasjon. Prosjektet har vært omtalt i ulike medier for sin satsning innenfor teknologi, blant annet i bygg.no (NTI CADcenter, 2018).



Figur 3.3 - Skisse av Vitaminveien 11 (Veidekke, 2016)

Tabell 3.5 - Prosjektinformasjon om Vitaminveien 11 (Veidekke, 2016)

Prosjekt	Vitaminveien 11
Byggherre	Olav Thon Gruppen
Entrepriseform	Totalentreprise
Kontraktssum	1 MRD NOK ekskl. mva.
Byggetid	April 2016 – Vår 2019
Areal	60.000 m ²

3.6. Analyse og drøfting av data

Svarene som kom ut av intervjurundene ble brukt til å underbygge teorien om hva og hvordan BIM-kiosken blir brukt hos ledende entreprenører i byggebransjen. Svarene gir en indikator på hvilke elementer innenfor LPS og IP, BIM-kiosken kan være og er en viktig støttespiller for. De viser òg hvilke elementer den ikke har mulighet til å supplere implementeringen av. Resultatene kan også bidra til å belyse hvilke elementer ved kiosken som er positive og/eller negative ved bruk, samt hvilken funksjon de intervjuede mener BIM-kiosken i fremtiden vil ha.

For å validere resultatene som kom frem av intervjuene, ble resultatkapitlet sendt til BIM-ansvarlig for gjennomgang. Vedkommende fikk dermed tilgang til resultatene, for å sikre at disse ble riktig gjengitt.

3.6.1. Utarbeidelse av score og likertskala

Basert på Lagos et al. (2017) sin forskning, og med bakgrunn i intervjuene, ble en likertskala med tilhørende score utarbeidet. Ved å tilstrebe en lignende modell var det i ettertid mulig å sammenligne resultater. For å sette score ble samme skala valgt, 0-3. Ved sammenligning må man også merke seg at disse to likertskalanene, og de ulike scorene, ble utarbeidet under to ulike forutsetninger og omstendigheter.

Resultatene i denne oppgaven gjenspeiler meningene til utvalgte intervjupersoner og inneholder dermed ikke samme mengder data som Lagos et al. (2017) sine resultater. Resultatene viser også hvilke elementer BIM-kiosken er med på å dekke i LPS, og ikke hvordan implementeringsgraden av hvert element er. Bruk av BIM-kiosk har ikke samme innvirkning og effekt på implementeringen av de ulike kriteriene, som generell bruk av BIM og IT-verktøy har. Bruksområdene til BIM-kiosken er smalere sammenlignet med generell BIM. I all hovedsak var det om BIM-kiosken bidro til bruk av de ulike kriteriene, og ikke i hvilken grad de ulike kriteriene ble implementert ved hjelp av BIM-kiosken. Det var implementeringsgraden Lagos et al. (2017) så på i sin forskning, men da på implementering ved hjelp av IT-støtte, og ikke BIM-kiosk.

I arbeidet med å vurdere hvilken påvirkning BIM-kiosken har på bruk av IP/LPS, er det utarbeidet en skala fra 0-3, med trinnene 0, 1,5 og 3. Årsaken til at disse tre nivåene ble valgt, var at det ble høstet kvalitativ data, som ble sett på som utfordrende å kvantifisere. Gjennom at de ble høstet data gjennom intervjuer, var det ikke hensiktsmessig å fastslå om kriteriet fikk scoren 1,2 eller 1,7. Hensikten var å se om BIM-kiosken bidro til bruk av LPS/IP-metodikkene, ikke i å se nøyaktig hvor stor grad kiosken bidro. Nivå 0, betyr 0% bruk av BIM-kiosken til kriteriet, nivå 1,5 = 50% og nivå 3 = 100% bruk av BIM-kiosken til IP. En kort beskrivelse av de ulike nivåene gis videre.

Generell beskrivelse av de valgte nivåene.

Nivå 0: Ingen utnyttelse av BIM-kiosken til kriteriet. Det brukes kun tradisjonell planlegging og metoder.

Nivå 1,5: BIM-kiosken bidrar til deler av kriteriet, og verktøyene brukes i henhold til organisasjonens strategi.

Nivå 3: BIM-kiosken bidrar til at kriteriet og dens verktøy brukes fullt ut.

For å sette score ble følgende spørsmål stilt: bidrar BIM-kiosken til... ”de ulike underkriteriene”. For å få full score (3) er svaret ja, at kiosken bidrar og det benyttes. Ved score 1,5, er det bare deler av underkriteriet som kan benyttes eller som benyttes i kiosken. Dersom underkriteriet ikke er et kriterium BIM-kiosken kan være med på å implementere, gis det en score på 0. Selv om kriteriet er implementert i firmaets system, så er altså spørsmålet om BIM-kiosken bidrar til implementering av dette. Det vil da si at selv om for eksempel bedriften deler arbeidspakker opp i aktiviteter, som er underskrivere definert i Lagos (2017), så er det ikke synonymt med at BIM-kiosken bidrar til dette. Scoren som gis, baserer seg på intervjuobjektene svar, og fastsettes etter studentens analyse.

For å sammenligne drøftet data med Lagos’ resultater ble følgende formel (3.1) brukt for å utarbeide gjennomsnittlig score.

$$\text{Oppnåelse for kriterie} = \sum_{k=1}^n \frac{\text{Score underkriterium}}{\text{Antall underkriterier}}$$

Formel 3.1 - Utregning av total score

Formelen gir den totale oppnåelsen for det aktuelle kriteriet. Eksempelvis kan vi se på kriteriet som omhandler faseplanlegging. Dette kriteriet har 4 underkriterier, der hvert underkriterium har fått scorene 0, 3, 0 og 1,5. Dette satt inn i formelen (3.2) vil gi:

$$1,13 = \sum_{k=1}^4 \frac{0 + 3 + 0 + 1,5}{4}$$

Formel 3.2 - Eksempelutregning av score

Kriteriet har med det fått en score på 1,13 av 3 mulige. Dette angir dermed at BIM-kiosken bidrar til bruk av underkriteriene i faseplanleggingen 1,13 av 3, som er cirka 40%. Når vi da ser på den generelle beskrivelsen av nivåene, kan vi lese at kiosken bidrar til deler av metoden.

3.7. Kildekritikk

Kildekritikk er noe som benyttes for å vurdere troverdighet til informanten og informasjonen den gir. For å analysere og vurdere kilder og kildematerialet har det for utarbeidelsen av litteraturen blitt benyttet TONE-prinsippet. Gjennom en slik vurdering, analyseres kildene etter; Troverdighet, er kilden til å stole på? Objektivitet, er kildene som brukes nøytrale? Nøyaktighet, er materialet presist, eller finnes det unøyaktigheter? Egnethet, er materialet knyttet opp til temaet? (Orgeret, 2017). Denne metoden sikrer kvaliteten på kildene som brukes, samt at litteraturen som benyttes i oppgaven ikke inneholder feil. I teorien benyttes av og til reliabilitet for troverdighet, validitet for bekreftbarhet og generaliserbarhet for overførbarhet. Dette er termer som er mer egnet for kvantitative metoder. I den valgte kvalitative metoden ses det mer på de sistnevnte begrepene, se også figur 3.4. Gjennom TONE-prinsippet dekkes både kriteriene troverdighet og bekreftbarhet. Overførbarhet sier noe om fortolkningen gir grunnlag for overførbarhet til andre situasjoner (Blekesaune, 2018).

Kvantitative metoder		Kvalitative metoder
Reliabilitet	→	Troverdighet
Validitet	→	Bekreftbarhet
Generaliserbarhet	→	Overførbarhet

Figur 3.4 - Sentrale begreper for vurdering av forskningens kvalitet, inspirert av Blekesaune (2018)

Masteroppgaven har bygd videre på Lagos et al. (2017) sin forskningsartikkel, publisert på iglc.net. For å forstå elementer i oppgaven har kilder bak artikkelen blitt studert for å verifisere innholdet. Noen av disse kildene var utgitt på spansk, og en kritikk til bruk av disse kildene er dermed at ordlyden i noen kriterier kan fremstå som noe annet enn forfatteren intensjoner.

Resultatene i oppgaven kommer fra intervjuer, og baserer seg på de subjektive meningene til de som ble intervjuet. Det kan dermed ikke garanteres at funnene som kommer frem er objektive og allmenngyldige. Intervjuobjektene er ansatte i Veidekke Entreprenør og kan dermed ha en lojalitet til sin bedrift. Det intervjupersonene sier, trenger dermed ikke være synonymt med det Veidekke mener på nasjonalt nivå. Gjennom intervjuer er det også muligheter for mistolkning, både av intervjuerens spørsmål og av intervjupersonens svar. Antallet som er intervjuet er også en komponent som må ses på som en begrensning, da dette selv for Veidekke intern ikke trenger å være representativt. At resultatene på den måten kan overføres til å andre bedrifter eller prosjekter er dermed ikke en selvfølge. Troverdigheten til resultatet kan også være svekket, dersom kildene som ble intervjuet ikke snakket sant eller justerte på sannheten.

Gjennom at det er én person som har foretatt en evaluering og analyse av informasjonen som har blitt gitt i intervjuene, for dermed å sette score, svekker oppgavens bekreftbarhet. Da scoren som gis, består av en persons oppfatning og analyse av svarene som ble gitt.

I oppgaven ble et prosjekt studert for å gå nærmere inn på hvordan de benyttet BIM-kiosken. Fordelene med et casestudie er at det tillater å gå i dybden på et prosjekt eller en enhet, for dermed å komme frem til mer detaljert informasjon. Svakheter med å bruke casestudie er at det kan være krevende å utarbeide generelle resultater basert på den casen som er studert, siden den ikke nødvendigvis er representativ for hele bransjen (Wæhle et al., 2018).

For å ivareta TONE-prinsippet har litteraturkildene, som har blitt benyttet, vært hentet fra databaser som er knyttet til temaene. Dette er med på styrke TONE-begrepene til oppgavens teori. Artiklene som publiseres på de aktuelle databasene anses som troverdige, objektive, nøyaktige og egnet for temaet.

Intervjupersonene er ansatt og del av et ledende entreprenørfirma. Veidekke har i lang tid vært opptatt av å dele sine tanker om IP (Kalsaas, 2017). Intervjupersonene kan dermed ses på som troverdige. At de er objektive er vanskeligere å fastslå, da de kan ha en lojalitet til sin bedrift. Det er på bakgrunn av dette, forsøkt å unngå spørsmål som kan medføre at intervjupersonen må forsvare sin bedrift. Det er heller lagt vekt på at intervjupersonen skal få snakke og forklare hva de mener om de ulike temaene, for så å komme med oppfølgingsspørsmål underveis. Når intervjuer gjennomføres vil samtaler ikke bli like nøyaktige som om intervjupersonen hadde skrevet ned svarene. Samtaler er løsere i formen, og man får ikke alltid formulert seg korrekt. For å forsøke å ivareta nøyaktigheten, ble det brukt godt tid på intervjuene. Intervjupersonene, hadde dermed tid til å tenke seg om, før vedkommende avga svar. Dette er dermed ikke synonymt med at alle svarene er nøyaktige. Ved at temaet for intervjuene var bestemt, vil det dermed påstås at materialet og resultatene som fremkom under intervjuene er knyttet opp til oppgavens tema.

For at innholdet i oppgaven skal oppnå en tilfredsstillende grad av overførbarhet, har resultatene blitt høstet på et overordnet nivå. Det er valgt å intervju ledelsen, og ikke håndverkere og baser. Den ene intervjupersonen i ledelsen, sitter ikke på et spesifikt prosjekt og vil med det ha et mer overordnet og generelt syn. Det gjør at resultatene er mer overførbare.

4. Resultat

I dette kapitlet presenteres resultatene som er kommet frem i oppgaveprosessen. Først presenteres resultater som omhandler IP og BIM-kiosken. Deretter omhandles de ulike kriteriene omtalt av Lagos et al. (2017). Hvordan de ulike forskningsspørsmålene er blitt besvart er beskrevet i tabell 3.3.

Resultatene som beskrives under de ulike kriteriene, er sammenfattede svar som fremkom gjennom intervjuer. Som nevnt i kapittel 3.4.2, så ble kriteriene og deres underkriterier benyttet under intervjuene. Svarene er intervjupersonenes meninger og syn på de temaene som ble tatt opp. Adjektivene og karakteristikken som benyttes, er dermed intervjupersonenes egne. De intervjuede personene refereres til som driftslederen og BIM-ansvarlig.

I de innledende intervjuene ble prosjektleder, anleggsleder og prosjektingeniør intervjuet for å forstå hvilke utfordringer de mente prosjektet og Involverende planlegging (IP) hadde. I deres prosjekt var det flere meninger om at manglende prosjektering og en presset fremdriftsplan hadde ført til flere ulemper hos dem. Prosjektingeniøren påpeker at Involverende planlegging i prosjektering (IPP) ikke har blitt gjennomført i dette prosjektet, men at det burde satses mer på. Konsekvensene av en fraværende IPP-metodikk, har ført til mye endringer samt forsinkelser og stopp i flyten. Gjennom å involvere de siste planleggerne i en tidlig fase fås flere aspekter og synspunkter frem. Dette hjelper de prosjekterende med å lage mer korrekte prosjekteringsprodukt, mente vedkommende.

Den ene som ble intervjuet sier at ikke alle deler av IP blir benyttet på deres prosjekt, men at de har valgt ut de delene de mener er relevante og gjennomførbare. De delene som er valgt ut, er også tilpasset litt for å øke utbyttet. Vedkommende sier for eksempel at lappeteknikken blir benyttet, da dette er et godt verktøy for å involvere underentreprenører. Intervjupersonen kritiserer også IP gjennom å mene at de som har utarbeidet metodikken ikke har benyttet den erfaringen som produksjonsdelen av virksomheten besitter. Videre menes det at IP oppleves som teoretisk og tungvint. Vedkommende mener at å utføre alle planer og møter etter IPs hensikt, er for mye. Dersom man skulle følge alle disse, måtte man være i møter hele dagen eller laget planer av ulikt slag. Vedkommende påpeker at IP er prisvinnende for sitt arbeid, men sier videre at det ikke hjelper dersom det ikke fungerer i praksis. Vedkommende mener også at flere av planene som IP består av, er en selvfølge for at daglig drift skal kunne opprettholdes. Men at IP burde være enklere å gjennomføre. Det menes også at IP fort kan bli gitt en kald skulder fordi man blir prakket på med en mengde oppgaver. Prosjektingeniøren mener at deler av IP har vært i bruk lenge før det ble en "greie" i Veidekke. Men de mener også at delene i IP må prosjektjusteres, og at hver prosjektleder må ta i bruk de elementene han mener er riktig å bruke.

4.1. BIM-kiosk

I tidligere forskning er det beskrevet at behovet for et verktøy som la til rette for en effektiv informasjonsflyt, var savnet. Ruwanpura et al. (2012) gjorde dermed et forsøk på å tilrettelegge for at nødvendig informasjon skulle gjøres tilgjengelig ute på byggeplassen. Formålet med BIM-kiosker er blant annet at håndverkerne, formenn og prosjektingeniører får tilgangen og mulighet til en bedre forståelse av det planlagte arbeidet.

Selve BIM-kiosken, se figur 4.1, er en kasse som står på hjul som gjør at du kan rulle den rundt og plassere den der det er behov, så lenge det er tilgang på strøm. Når man åpner lokket på kassen ser man en stor skjerm og en arbeidsflate. På arbeidsflaten finner man et tastatur, en mus og på enkelte kiosker, VR-briller (virtual reality). Det som befinner seg på arbeidsflaten, er det som behøves for å manøvrere og hente den informasjonen som måtte trenge. Inne under arbeidsflaten, står en BIM-tilpasset datamaskin som er tilkoblet en trådløs ruter, som sørger for at kiosken er tilkoblet internett.

En BIM-kiosk beskrives i teorien som et informasjonsverktøy, som er plassert ute på byggeplassen. Det er et verktøy som gir arbeiderne tilgang på informasjon via 3D- og 4D-modeller. Av intervjupersonene beskrives den som en samhandlingsarena og et innsynsverktøy, som er egnet til visualisering og deling av informasjon. Det er en kiosk som gjør informasjon tilgjengelig for folk. Det driftslederen mener er det beste med kiosken, er blant annet at arbeidere for tømmer, rør og ventilasjon, kan stå sammen å se på de problematiske områdene, se figur 4.2. De kan da finne ut hvordan de skal løse det. I tillegg så kan man bruke den til å sjekke hvordan fremdriften ligger an. Hovedsakelig er det 3D-modell og 2D-tegninger kiosken blir bruk til. Driftslederen mener at det er ekstremt mye enklere enn å se på en 2D-tegning der alle har forskjellige tegninger. Disse tegningene er ikke sammenstilt, men det er BIM-modellen på kiosken.

Ved Vitaminveien 11 var BIM-kiosken plassert i en container utenfor bygget, se figur 4.2. Ved et møte mellom de tekniske fagene, mente en av basene at ved at man ikke ser alle detaljer på tegninger, og at man dermed må man bruke 3D-modellen. Til den påstanden mener driftslederen, at det er akkurat derfor BIM-kiosken.



Figur 4.1 - BIM-kiosken

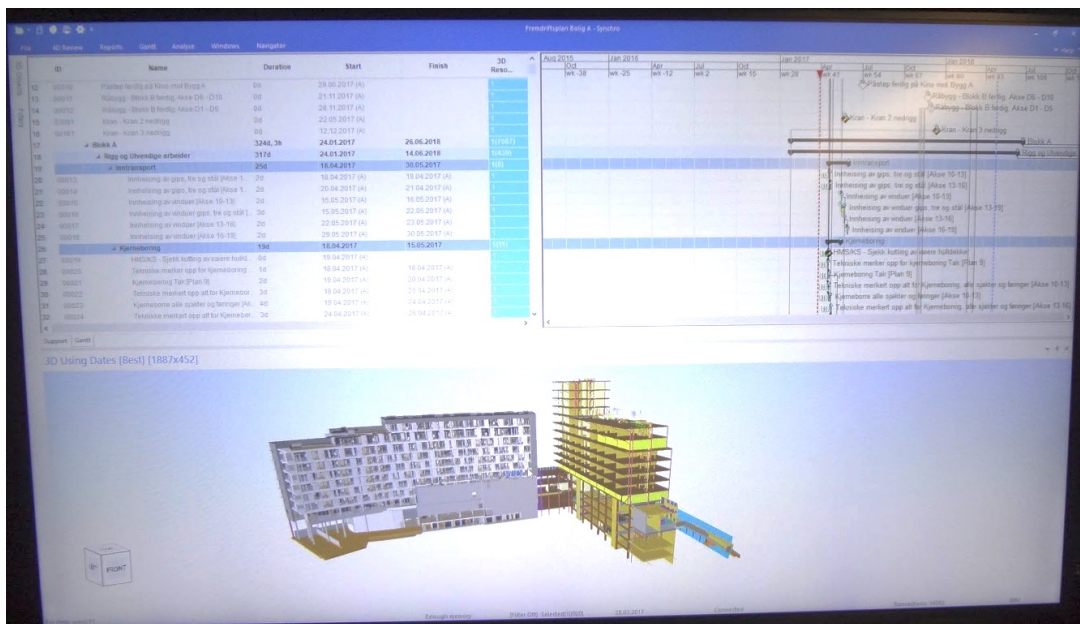


Figur 4.2 - Samling av håndverkere ved BIM-kiosken

For å kunne ta i bruk BIM-kiosken, kreves det at det benyttes program og en plattform som støtter dette. Programmene som benyttes på BIM-kiosken, ved Vitaminveien 11, er Byggeweb, Dalux, Solibri, Synchro. Dette er programmer som har ulike funksjoner, men som også har noen likhetstrekk. Byggeweb er programmet som inneholder prosjektets webhotell. Det vil si at alt av tegningsgrunnlag finnes her. Rørlegger, tømrer, murer og resterende fag finner sine arbeidstegninger i dette programmet. Dalux er programmet Vitaminveien 11 benytter til avvikshåndtering. Programmet har funksjoner som gjør at sjekklister og avvik kan registreres. I Dalux ligger også tegningsgrunnlaget som i Byggeweb, slik du kan markere på tegning hvor det aktuelle avviket er. Solibri er et program som visualiserer, analyserer og kvalitetssikrer BIM-modellen som blir utarbeidet. Synchro er hovedsakelig den plattformen 3D og 4D-modellene blir visualisert på, i Vitaminveien 11. Dette er ett program og en plattform som legger til rette for økt kvalitet, sikkerhet, produktivitet og effektivitet i prosjektet. Ved å benytte denne programvaren legges det til rette for å bruke 3D- og 4D-modellen ute via nettbrett eller BIM-kiosk (Synchro, 2018). Ved bruk av Synchro kan man få visualisert BIM-modellen, fremdriftsplanen og hvilke aktiviteter som skal utføres i den aktuelle perioden, med tilhørende ansvarlige for aktiviteten. Som figur 4.3 viser, så ser vi et eksempel av skjermen på Synchro-programmet. Der visualiseres aktivitetene med ansvarlige, og aktivitetens varighet oppe til venstre, mens fremdriftsplanen vises oppe til høyre. BIM-modellen endres etter hvor man er på planen og vises nederst på figuren. Det er dermed mulig å "dra" i tidslinjen for å se aktiviteter fremover i tid. Da endrer også BIM-modellen seg etter hvor mye som er/skal være bygget.

Øverst i venstre hjørnet finner vi aktivitetene som skal gjennomføres og deres varighet i dager, samt de ansvarlige for aktiviteten.

Øverst i høyre hjørnet finner vi fremdriftsplanen og de aktivitetene som skal gjennomføres på det aktuelle tidspunktet.



Nede i midten ser vi BIM-modellen som viser hvilke aktiviteter som foregår ved det aktuelle tidspunktet.

Figur 4.3 - Aktiviteter, fremdriftsplan og 3D-modell i Synchro

I dag fås fremdriftsplaner og 3D-modeller. Disse satt sammen, danner 4D-modellen. Driftslederen mener at det kan være en idé å lage korte videosnutter av en fase eller en tre-ukersperiode. Dette kan da rulle å gå på BIM-kiosken og på infoskjermer. Også på mannskapsriggen. Selv om håndverkere sitter i lunsjen, så får de fremdriften litt inn. Da vet også de hva som kommer. Da er det færre som kan si at de ikke har sett fremdriftsplanen. Dersom man vet hvilke aktiviteter som skal gjøres litt frem i tid, og se hvor lang tid det skal ta, det vil også virke motiverende.

Under observasjon, var det flere programmer som var tilgjengelig på BIM-kiosken. Driftslederen forklarer at de benytter Synchro, Solibri, Dalux og Byggeweb på kiosken, men at vedkommende tror at det er Solibri som blir mest brukt av de ute på byggeplassen. Det er i Solibri man finner samlemodellen, og det er BIM-modellen som inneholder all informasjon og tegninger fra alle fag. En av funksjonene som dras frem i det programmet, er at man kan legge en 2D-tegning over 3D-modellen, se figur 4.4. Med programmet Dalux kan man logge seg inn, for å eksempelvis se avvik. Man kan også se på tegninger der. På Dalux kan man både få tegning og modell, man kan få disse ved siden av hverandre eller oppå hverandre, se figur 4.5. Dersom man vil se på en tegning, kan man foreta et snitt av modellen på det aktuelle stedet. Da får man tegningen i 2D, og man ser strukturen og hvor ting er. Med tanke på de tekniske fagene, så er det genialt, mener driftslederen. Man ser da hvordan modellen faktisk er i forhold til rørene, og de ulike fagene vet dermed hva de må ta hensyn til. Vi har også gitt kiosken tilgang på Byggeweb, på grunn av at det er der webhotellet er, forklarer driftsansvarlig.



Figur 4.4 - Illustrasjon av funksjon ved programmet Synchro



Figur 4.5 - Illustrasjon av programmet Dalux

BIM-kiosken fungerer nå som et innsynsverktøy der du blant annet kan se planer, og modellen. Men BIM-ansvarlig mener kiosken må være noe mer:

”Den (kiosken) må være noe mer, den må bli noe mer. Den må være en hjelpestasjon og en samarbeidsarena. Det må være en grunn til at du går bort til den, ikke bare at det gjør det enklere for arbeidere med tanke på tilgangen på tegninger ute på plassen. Den må bli en mellomstasjon for noe. Den må gi noe mer en det man ser på modellen. Det må gis et litt større spillerom på hva du kan benytte den til.”

Slik systemet fungerer per dags dato, så bestemmes rekkefølgen på aktiviteter hovedsakelig i lappemøter, se beskrivelse i kapittel 2.1.2. I fremtiden håper driftslederen at det kunne vært mulig å utføre ute på byggeplassen. Dersom kiosken står i en kontainer, da hadde det fint om

man kunne utført lappemøte i kontaineren, ved kiosken. Driftslederen mener at oppstartsmøter uansett må foregå inne på anleggsbrakka, men dersom det er små justeringer av rekkefølger eller lignende, så kunne man tatt dette ute på plassen. En ny måte å tenke på er å gjøre hele lappemøtet digitalt. Da kan man bruke touch-skjerm og dra lappene dit de skal.

Driftslederen er usikker på om det er en fordel å gi tilgang til for mange funksjoner og programmer på kiosken. Dersom man gir tilgang til alle programmer, kan det bli litt for mye. Hovedsakelig er BIM-kiosken et samlepunkt, driftslederen tror ikke kiosken blir det man bygger etter. For arbeidere er mobil og nettbrett verktøy som er mer egnet, men for å samles og diskutere er kiosken med stor skjerm bra. Kiosken er da absolutt det beste. Så framtiden blir en kombinasjon og det holder ikke med en kiosk per prosjekt, mener driftslederen.

Driftslederen, som ble intervjuet, gjorde et grovt regnestykke der det kom frem at de ble brukt 120.000,- til bestilling av tegninger. Dette er tegninger for de på brakkeriggen, tegningene på byggeplassen er dermed ikke medregnet. Vedkommende mener at det er ikke mange som bruker tegningene på anleggskontoret, og at de i tillegg benyttes flere timer i uken for å sortere disse tegningene. De fleste som trenger tegninger, går inn i tegningsdatabasen og finner det de trenger. Driftslederen hevder at for de 120.000,- pluss 70.000,- i arbeid med å sortere tegningene, kunne man kjøpt 60 nettbrett og leid 7 BIM-kiosker. Nettbrettene har i prinsippet en levetid på tre år. Så på tre år kan man spare 380.000,-. I tillegg kan man legge til alle timene som brukes av håndverkere på å hente disse tegningene. Man kan også legge på en faktor for at man bruker feil tegning. Dette er bare et estimat som ikke kan ses på som nøyaktig, men er prinsipielt med for å illustrere at det kan være penger å spare med å digitalisere tegningsbruken.

4.2. De ulike kriteriene

4.2.1. Standardisering av planleggings- og kontrollprosessen

Administrasjon og ledelse er med på å styre hvilke systemer som skal tas i bruk, hva systemet skal inneholde og hva som skal synligjøres inne på brakka eller ute på byggeplass. Dersom man velger programmer som ikke støtter bruk av BIM-kiosk blir det vanskelig å benytte 4D-planen på kiosken. Dette er valg som må tas tidlig, sier BIM-ansvarlig. BIM-ansvarlig mener at:

”Man oppnår en ukentlig styring av fremdriftsforpliktelser når man oppnår en struktur i systemet.”

Driftslederen sier at man ikke rekker å kontrollere alt. Mye går på at man stoler på folk. Det kommer også etterkommende fag, som fort finner ut om forutgående fag ikke er ferdig. Men dersom man hadde benyttet Dalux-appen og hadde de sjekket status selv, da hadde de gjort jobben som de i utgangspunktet skal gjøre, og dokumentert det. Det blir gjort stikkprøver på kvalitet, sier driftslederen. Tekniske rådgivere går runder og tar stikkprøver. Men de klarer sikkert ikke få med seg alt de heller. Du er avhengig av at folk er ærlige og våger å si ifra. Dette spesielt, når prosjektet er så stort.

Noe av årsaken til at kiosken ikke er på alle byggeplasser, er fordi ikke alle bruker støttende systemer. Man kan ikke bare benytte BIM-kiosken, man må også benytte programmer bak. Det krever også opplæring. Driftslederen mener også at folk strever med å venne seg til BIM-kiosken og teknologien, da i hovedsak anleggsledere. Vedkommende mener det er en omstilling, i tillegg er det en økonomisk investering. Det må kunne forsvares at man bruker for eksempel 120.000,- på teknologi.

4.2.2. Standardisering av driftsmøter

Referatet fra driftsmøtene kan lages i BIM-programmet Synchrono, og det blir lagret på overordnet nivå. Det er ikke alle som har tilgang til det fulle referatet, forklarer BIM-ansvarlig. Det sies også at det er en regelmessighet i gjennomføringen av driftsmøtet, og deltagerne er valgt ut og kalt inn på forhånd. Man kan bruke Synchrono i driftsmøtet for å visualisere hvor man er i henhold til fremdriftsplanen, og hva som skal skje i neste periode. Men siden kiosken er plassert ute på byggeplassen og driftsmøtene foregår inne på anleggsbrakka, så benyttes kiosken ikke til dette, sier BIM-ansvarlig. Driftslederen sier at deres prosjekt er delt i flere deler, og at de ulike driftsmøtene utføres på forskjellige måter. Noen blir som BIM-ansvarlig sier, utført via Synchrono, mens andre blir utført på den ”vanlige” måten på papir. Driftslederen hevder at det er lettere å følge opp punkter som blir notert på Synchrono, kontra på papir. Nettopp fordi i Synchrono så har du framdriftsplanen og all annen nødvendig informasjon. Man får også ved hjelp av Synchrono, satt fokus på fremdriften og om de ulike fagene ligger bak eller foran planlagt fremdrift. I driftsmøtene statussettes også aktiviteter, dette blir da en måling på hvor man er i forhold til planen. Driftslederen sier at:

”Det er ikke alltid driftsmøtene er med på å gjøre aktivitetene sunne. Det fører til at man må gjøre mye i basemøter.”

Den intervjuede driftslederen forteller at i sitt prosjekt går store deler av basemøtene til å statussette. Men vedkommende mener at dette burde vært gjort av baser eller håndverkere før møtene finner sted.

4.2.3. Den siste planlegger deltar i planleggings- og beslutningsmøter

BIM-ansvarlig påpeker at alle de siste planleggerne som er nødvendige for å oppnå møtets mål deltar, slik er det i alle møter. Om det er i prosjektering eller i produksjon, så må de som skal være involverte være med. De siste planleggeren skal optimalt sett ha en innflytelse på arbeidet før produksjonen starter.

BIM-kiosken kan bidra til at de siste planleggerne samles for å diskutere fremdriften og forpliktelser. Det som da er mest hensiktsmessig, er om det som diskuteres blir rapportert gjennom bruk av notat eller lignende, slik man ikke må skrive det ned for så ta dette opp igjen under driftsmøtet. Ved direkte rapportering, er faren for at informasjon og detaljer tapes mindre. Det er ikke et system for dette på BIM-kiosken i dag. BIM-ansvarlig forteller at på et tidligere prosjekt ble det brukt håndholdte enheter for å rapportere inn, ved hjelp av delte notater. Driftslederen fikk dermed beskjed når noen skrev noe i notatet. Dersom tømmerformannen skrev at de trengte lekter til onsdag, da viste vedkommende at driftslederen hadde sett dette, og at det ble bestilt.

”I IP og IPP så skal man være sammen for å planlegge. BIM-kiosken bidrar til at de siste planleggerne kommer forberedt til møte ved at de kan se på planen to til fire uker før. [...] På innkallingen til møtet kan agendaen for møtet være satt, og hver enkelt kan dermed gå til BIM-kiosken for å oppdatere og forberede seg. De kan også rapportere dersom de ser noe må forskyves eller gjøres for å optimalisere driften” sier BIM-ansvarlig.

Det blir foretatt en evaluering av de siste planleggerne, men evalueringen av disse er ikke noe man ønsker å visualisere ute på BIM-kiosken. Man evaluerer blant annet produksjon mot prosjekteringen, eksempelvis ved måling ute på plassen. Det kontrolleres hvor lang tid aktiviteter tok i forhold til det som var planlagt, og om aktører leverer til avtalt tid. BIM-ansvarlig sier at dette blir loggført og registrert, men ikke i BIM-kiosken.

4.2.4. Bruk av indikatorer for å vurdere samsvar med planlegging

Driftslederen forklarer at i dag benyttes Synchro for å måle fremdrift i prosjektet. Synchro viser dersom aktiviteter henger etter eller er på planen. Så lenge man har linket 3D-modellen og tidslinjen, så kan man sette at fargene kommer etter status. Dersom den er ferdig, er den i en farge, er den ikke påbegynt i en annen farge. Men man må finne ut hva som funker best. Driftslederen påpeker at for å kunne statussette med farger, så krever det at man må detaljere 4D-modellen grundig. Målingene som skjer ved hjelp av Synchro kan gjøres ukentlig og kan gjøres tilgjengelig på infoskjerm, for eksempel på kiosken. Målingen som gjøres, mener driftslederen er et verktøy for at de selv skal bli bedre til å planlegge og at man har noe å vise frem i ulike møter. Målingene viser da hvem som følger planlagt fremdrift og hvem som ikke gjøre det. Dette for at de skal bli bedre. Driftslederen er usikker på hvor stor nytte det hadde

vært å visualisert dette på BIM-kiosken. Vedkommende mener at det kan bli for mye informasjon, og at det ikke er heldig.

Indikatoren Prosent Planlagt Utført (PPU), blir i hovedsak ikke brukt i Veidekke. Driftslederen sier at Veidekke har utarbeidet en PPU-mal, men den er veldig tidkrevende og lite automatisert. I malen er det mye som skal fylles inn hver uke i et Excel-ark. Den blir dermed ikke brukt. For å kunne benytte PPU, må verktøyet automatiseres og de ansvarlige må statussette og rapportere inn, og tilrettelegge for sunne aktiviteter. Da kommer PPU automatisk ut i fra statussettingen. Det blir følgelig mindre tidkrevende, og det blir da tatt i bruk. Dersom aktører starter med å statussette vil også basemøter, som nå benyttes til å statussette aktiviteter, bli effektivisert. Man kan da på forhånd av møtene, se hvordan status er på de ulike aktivitetene og dermed forberede korrigerende tiltak. De ansvarlige skal ha kontroll på sine egne fag uansett, men det krever de sjekker. Man får bedre kontroll, og bedre resultat.

4.2.5. Kritisk analyse av informasjon

For å foreta periodisk oppfølging, overvåking og kontroll av fremdriften og aktivitetenes effektivitet, kreves det at de fagansvarlige rapporterer og statussetter sine aktiviteter. BIM-kiosken kan benyttes som et verktøy til å overvåke utviklingen av fremdriften, ved at de ansvarlige benytter kiosken til statussetting og rapportering. BIM-ansvarlig sier videre at man kan også rapportere via kiosken dersom det blir endringer i aktiviteter. Kiosken er på denne måten med på å involvere de siste planleggerne. Det er òg mulig å statussette på et nettbrett for deretter å sjekke eller oppdatere seg på kiosken.

Når korrigerende tiltak iverksettes, sier BIM-ansvarlig at effekten av disse tiltakene ikke kan ses med en gang. Det er noe som kommer etterhvert, og er ikke noe man kan forutse. Gjennom visualisering og bruk av BIM-kiosken kan beslutninger tas og tiltak iverksettes basert på informasjonen som er tilgjengelig. At overholdelser blir holdt, følges opp ved hjelp av sjekklister noe kiosken kan benyttes til utfylling av. BIM-ansvarlig sier at det skal rapporteres både dersom aktivitetene ikke følger fremdriftsplanen, og dersom aktiviteten følger planlagt fremdrift. Det skal òg rapporteres dersom en aktivitet som skal påbegynnes ikke er sunn. Årsaken til at ikke alle forutsetninger da er tilstede må indentifiseres for å hindre gjentakelser.

Man kan benytte kiosken til utfylling av sjekklister, men driftslederen mener det er enklere å gjøre med hjelp av andre verktøy, som for eksempel mobilen. Man kan da ta bilder av aktuelle punkter, og mobilen er mer håndterlig å fylle ut samtidig som man går rundt på arbeidsplassen. Driftslederen sier også:

”Det man kan bruke Dalux til på BIM-kiosken, er dersom man har fått et avvik som gjelder to fag, så kan man ta det rett i kiosken, istedenfor å samles på brakka for et lite møte. Da kan man bare løse det på plassen, siden man har alt man trenger av informasjon.”

4.2.6. Visuell informasjons håndtering:

Kiosken har i dag gode programmer som brukes til å visualisere ulike planer, som hovedfremdriftsplan, faseplan, utkikkplan ol. Dette er programmer som Synchro, Dalux, Solibri og Byggeweb, se kapittel 4.1. Driftslederen liker programmene men sier også at programmene selvfølgelig kan bli bedre. Milepæler blir tydeliggjort og blir sammen med BIM-modellen fremsatt som en 4D-modell. Det er på den måten enklere å se for seg hvordan det aktuelle arbeidet skal foregå i forhold til fremdriften. BIM-ansvarlig sier:

”Det er fanget opp mange feil i fremdriften ved hjelp av 4D-verktøy i forhold til ”vanlig” ganttdiagram i MS-Project. Det er synlig i begge to, men det er enklere å se når du knytter tidslinjen opp mot geometri. Plutselig står vinduene i veggen før veggen er reist, da er det noe feil. [...] Å få planer og modell visualisert i 4D kontra 2D, er som å lese en bok opp imot å se en videofilm. Ved å lese i boka må du se det for deg i hodet, mens på video får du bildene. Du får en større innsynsvinkel ved hjelp av kiosken.”

Driftslederen forteller at BIM-kiosken egner seg godt til visualisering av installasjoner i tekniske rom. I slike rom er det mye som skal koordineres, og kan i enkelte prosjekt by på problemer. Ved hjelp av kiosken kan man for eksempel legge rørleggerens tegninger over tømmerens 3D-modell, for å se et mer helhetlig bilde. I vårt tekniske rom ble det kluss, selv om det var samme firmaet som tegnet både for rørleggere og ventilasjon, forteller driftslederen. Dermed måtte de ulike fagene tilpasse seg etter hverandre. Dette hadde flere konsekvenser, blant annet at himlingshøyden ble redusert. Driftslederen for prosjektet mener at dersom de hadde brukt BIM-kiosken, og lært seg å bruke denne, da kunne håndverkerne gått inn og sett at dette i realiteten ikke går, og dermed kunne problemene vært løst tidligere. For å løse problemet måtte man innkalle til møter, for å gjennomgå hvor de ulike fagene kunne plassere sine rør. Til syvende å sist sparer man tid, for når folk kan å bruke kiosken, så kan de sjekke tegninger og modeller selv. Det er også lettere og bedre for anleggsledere å gå ut på byggeplassen, både for å kommunisere og å vise. Med BIM-kiosken har da man et egnet verktøy med de planer og tegninger man trenger.

4.2.7. Korrekt definisjon av arbeidspakker

Om arbeidspakkene er delt opp i aktiviteter er avhengig av arbeidet utført i tidligstadiet, mener BIM-ansvarlig. Dersom arbeidspakkene er delt opp og lagt inn i systemet, vil aktiviteter vises i kiosken. Ledere fra de ulike fagene må inkluderes i planleggingen, det er en del av IP. For at tilknyttede bestemmelser skal være definert, må de ulike fagene levere en fremdriftsplan som indikerer hvor lang tid fagenes ulike aktiviteter vil vare. Disse planene benyttes også når anleggsledelsen utarbeider hovedfremdriftsplanen. Både bestemmelser og ledere blir dermed identifisert, definert og inkludert. De ulike prosessene i oppdelingen av arbeidspakkene er arbeid og valg som skjer i møter og på anleggskontorer.

BIM-ansvarlig sier at for at et fag skal kunne starte på en aktivitet, må hindringene være borte. Vedkommende mener da at det er i den sammenheng at de syv forutsetningene er viktige (se kapitel 2.1.1). De ulike fagene må sørge for at det neste faget kan komme inn og utføre sitt arbeid uhindret. Da oppnår man også god Helse, Miljø og Sikkerhet (HMS). Definisjonen av arbeidspakkene må tillate riktig analyse og hindringshåndtering av aktivitetene.

4.2.8. Benytte en lett forståelig og gjennomiktig hovedfremdriftsplan

Hovedfremdriftsplanen består blant annet av faser og milepæler. Milepælene som fremkommer i planen, eksiterer, kontrolleres og vedlikeholdes, men det er ikke kiosken eller nettbrettet som bidrar til det. Dette skjer i ulike møter. BIM-ansvarlig sier at du kan se milepælene på kiosken, men man ønsker ikke at noen ødelegger eller endrer disse ute på plassen. Det kan skape kaos. Driftslederen forklarer at BIM-kiosken er satt opp som en "viewer". Det vil si at folk kan se, men ikke endre. En arbeider kan dermed ikke klusse til noe. Håndverkere kan derimot påvirke endringer av milepælene ved å få de visualisert, og dermed rapportere dersom aktiviteter er foran eller bak planen. BIM-ansvarlig sier også at milepælene er reviderbare men at man ikke ønsker endre disse. Uforutsette faktorer kan selvfølgelig forekomme som gjør at milepælene må revideres.

BIM-kiosken bidrar til at hovedfremdriftsplanen er visuell og forståelig, og at den blir tilgjengelig for de siste planleggerne. Driftslederen mener at:

"Dersom man bruker 4D og Syncro til IP og planlegging generelt, så får man så mye mer informasjon enn gjennom et gantdiagram. Man kan gjenbruke samme materialet. Nå lages jo en 3D-modell og en fremdriftsplan. Det som står igjen er å linke disse sammen."

4.2.9. Faseplanlegging

Faseplanen med tilhørende milepæler blir utarbeidet, og man kan ved hjelp av planen se fremover i tid, for eksempelvis å bli en bedre bestiller. I kiosken er det en synlig og oppdatert oversikt over faseplanleggingen med tilhørende milepæler, forteller intervjupersonene. Faseplanen blir utført ved hjelp av sug-planlegging, dersom de som planlegger utfører det etter "boka", forklarer BIM-ansvarlig.

Oppdateringen av planen skjer i møter, det er ikke noe som skjer på kiosken. Når planen blir oppdatert inne på anleggsbrakka, blir dette automatisk synkronisert ute på BIM-kiosken. Håndverkere kan derimot være med på å påvirke/bidra til endringer, ved å rapportere inn avvik eller sette status på aktiviteter ved hjelp av BIM-kioskens verktøy.

4.2.10. Standardisering av utviklingsplanlegging

Utkikksplan har et tidsperspektiv på 5-9 uker og kan bli visualisert på kiosken. Planen er et utkikk av faseplanen, og må dermed være knyttet opp til hovedplanen siden faseplanen baserer seg på hovedfremdriftsplanen, forklarer BIM-ansvarlig. BIM-ansvarlig mener med det, at utkikksplan må forholde seg til hovedplanen. Utkikksplanen blir revidert dersom det er nødvendig. BIM-ansvarlig sier også at dersom du har sett 5-9 uker frem i tid, så skal du også ha sett etter hindringer. Du bør da ha satt i gang tiltak som må utføres, for at det skal skapes sunne aktiviteter.

Dersom man har en buffer med sunne aktiviteter, da har du måttet sett frem i tid for at de skal kunne være sunne. Det fortelles at produksjonen ikke stopper selv om man støter på hindringer. Det er da bufferaktivitetene blir igangsatt, mens de andre aktivitetene blir klargjort. Kiosken kan være med på å synliggjøre de sunne aktiviteten i bufferen.

BIM-ansvarlig summerer opp de forskjellige planene ved å si at faseplanen baserer seg på hovedfremdriftsplanen, og at denne utarbeides i faseplanmøtet. På dette møtet deltar anleggsleder og formenn sammen med representanter for de viktigste underentreprenørene. Utkviksplanen baserer seg på faseplanen. Denne utarbeides i driftsmøtet. Der deltar anleggsleder, formenn prosjekteringslede sammen med ledelsesrepresentanter. Dette skal støtte ukeplanen, som beskriver aktiviteter som starter opp 2-4 uker frem i tid. Formålet med denne planen er å gjøre aktiviteter klare for utførelse i produksjon.

4.2.11. Systematisk analyse og fjerning av hindringer

Driftslederen sier at i prinsippet så finnes det et system som gjør at de syv forutsetningene er tilstede (dette systemet er beskrevet i IP-kapitlet 2.2.1). Ved å gå igjennom alle plannivåene skal hindringer bli fjernet. Forhåpentligvis skal hindringene bli luket ut i drifts- og basmøte. Videre sier vedkommende at de har bokser man huke av, dersom aktivitetene ikke er sunne i Synchro. I Synchro vises en rekke elementer for de ulike aktivitetene. Dette blant annet risiko, risikotiltak, navn på aktiviteten, standardinformasjon, kommentarer, sunne aktiviteter og så de syv forutsetningene som man kan huke av. Vedkommende forklarer videre at i programmet de bruker, så har de på forhånd markert alle aktiviteter som sunne. Grunnen til det, er fordi man som regel har flere prosent med aktiviteter som er sunne enn usunne. For å redusere tidsbruken, er det dermed valgt at en aktivitet er sunn og at man heller bruker tid på å markere de aktiviteter som ikke er sunne. Man kan da skrive en kommentarer på disse usunne aktivitetene for å si hva som kreves for at de kan utføres.

BIM-ansvarlig sier at hindringer vil være satt til ulike aktiviteter, dersom hindringene fanges opp i utviklingsplanen. Men dette skjer i driftsmøter, og ikke ved hjelp av BIM-kiosken. Det skjer jo at man sender aktiviteter som ikke er sunne videre til utførelse, men da har man strengt tatt ikke gjort jobben sin. Man ønsker selvfølgelig å fjerne disse hindringene før aktiviteten sendes ut til utførelse, og dersom man jobber systematisk så skal man ha sett disse hindringene.

BIM-ansvarlig mener at det er kunne vært en funksjon i BIM-kiosken, som gjorde at man måtte huke av de syv forutsetningene for å oppnå en sunn aktivitet. Ved oppnåelse av sunn aktivitet, ville aktiviteten blitt markert grønn. Dette hadde gitt et tydelig signal om aktiviteten var klar for å utføres, eller om eventuelle hindringer måtte blitt fjernet.

Hver aktivitet har en planlegger, og disse er ansvarlig for å fjerne hindringer og må dermed sørge for at arbeidet blir utført, sier BIM-ansvarlig. BIM-kiosken er på den måten med på å påse at alle aktiviteter blir sunne. Man kan ikke huke av for en sunn aktivitet dersom aktiviteten i realiteten ikke er det. Dersom man gjør det, er det "ris til egen bak", og påliteligheten til vedkommende svekkes. Det må i ettertid evalueres hva som kunne blitt utført annerledes.

Driftslederen sier at ansvaret for å fjerne hindringer, som regel tildeles i møter. De ansvarlige får dermed beskjed om at dette må fikses, og at de må kontrollere om de kan løse dette. Noe kan selvfølgelig gå på oss, da må vi løse dette.

4.2.12. Buffer med sunne aktiviteter

BIM-ansvarlig seier at det kan finnes en buffer med sunne aktiviteter, og at disse ikke skal påvirkes av andre aktiviteter og dermed er uavhengige. Det er det som er noe hensikten med bufferen. Videre sier vedkommende at BIM-kiosken bidrar i liten grad til hvilke aktiviteter som skal utføres. Men at det er mulig å opprette ett filter på BIM-kiosken, som man for eksempel kaller buffere, der man kan se sunne aktiviteter som kan gjøres og inkluderes i de kortsiktige planene. Da kan man planlegge å tilrettelegge med tanke på det man ser på BIM-kiosken.

Driftslederen mener derimot at for at arbeidere skal kunne se på BIM-kiosken at deres neste aktivitet er sunn, er det er mange faktorer som må oppfylles for at man skal få det til å fungere. Det krever blant annet at baser eller andre ansvarlige følger opp arbeidet og statussetter eller rapporterer. Driftslederen sier videre at for at de ansvarlige skal utføre dette, krever det av de som entreprenør må bli bedre på å skrive kontrakter. Dersom det står i skrevet i kontrakten at alle skal bruke samme program, og at alt skjer i dette programmet, samt at de ansvarlige må følge opp planen. Først da kan systemet fungere optimalt. I dette prosjektet planlegger alle på sin måte. At de ulike aktørene overholder sine forpliktelser er heller ikke noe BIM-kiosken kan påvirke i særlig grad, mener BIM-ansvarlig.

Det forklares av driftslederen at i byggeprosjekter er det mange aktiviteter som starter opp selv om de ikke er sunne:

”Det er mange ting man startes på selv om de ikke er helt sunne. Man må starte på grunn av fremdriften. [...] Mye står i dette prosjektet på prosjekteringen. Det er mye som ikke er avklart. De (prosjekterende) forholder seg ikke til vår fremdrift. Når man for eksempel holder på med vegger, så må man plutselig stoppe opp, for det er noe som ikke er avklart. Da må vi prosjektere og finne en løsning som prosjekteringslederne må godkjenne. Dette går utover fremdriften.”

Når en aktivitet ikke kan startes opp, sier driftslederen at man alltid får sendt arbeideren til et annet sted, så de får startet på noe annet. Men man vil prøve å fikse det problemet så fort så mulig. Dersom man ikke gjør det, får man et etterslep, da det er mange aktiviteter som er avhengig at foregående aktivitet skal bli ferdig. Dersom aktiviteten blir forskjøvet en dag, så er det mange andre aktiviteter som også blir forskjøvet. Da blir det usunt.

Dersom en aktivitet ikke er sunn, så er det slik at alle aktiviteter følger etter hverandre. I basemøter så går man gjennom punkter i den aktuelle uka man er i, og tre uker fremover. I prinsippet så kan man starte på en aktivitet som er klar til å begynnes på, men som du egentlig skulle starte på om to uker, sier driftsansvarlig. Så dersom aktiviteten du i dag skulle starte på ikke er sunn, kan du starte på en annen aktivitet som du likevel skulle utført om eksempelvis 2 uker. Det har ikke vært et problem i vårt prosjekt at folk ikke har noe å gjøre. Det eneste som har vært et problem, er at dersom ikke en aktivitet er sunn, så spiller det inn på mange etterkommende aktiviteter. Man må dermed finne en løsning ganske kjapt. Å så må du kanskje bemanne opp for å hente inn den tapte tiden. Det er ganske mange ting som går parallelt.

4.2.13. Planlegging og kontroll av fysisk arbeidsflyt

Rekkefølgen på aktivitetene kan visualiseres på kiosken, men BIM-kiosken har ingen innvirkning på planleggingen av aktivitetenes rekkefølge, mener BIM-ansvarlig. Denne planleggingen skjer hovedsakelig i lappeteknikkmøter (se kapittel 2.1.2). Det 4D-modellen kan bidra til i forhold til planleggingen av arbeidet, er at modellen illustrerer hvilke aktiviteter som skal utføres i aktuelle soner. Dette hindrer at flere lag og aktiviteter utføres på samme sted, og er det ett nyttig verktøy. Driftslederen mener at det denne oversikten brukes for lite til, er å se hvor det jobbes og at man kan redusere byggeperioden dersom det settes i gang aktiviteter i de "tomme" sonene. Man kan effektivisere planen, ved hjelp av visuelle hjelpemidler.

BIM-ansvarlig sier at for å planlegge flyten ute på plassen, er BIM-kiosken med på å illustrere når ulike lag skal være på ulike steder, når deres aktivitet skal være ferdig, og eventuelt når de skal komme tilbake for å utføre andre aktiviteter. Kiosken viser dette i form av fremdriftsplaner. Arbeidslag kan dermed få informasjon, og det blir på denne måten tydelig fremstilt hvem som har og hvem som skal utføre arbeid i den aktuelle sonen.

Driftslederen ser på kiosken om en bra plassering å gjennomføre morgenmøter. For å starte dagen, kan man se og vise på kiosken at dette skal vi jobbe med. Man kan samtidig foreta en evaluering om det er noe spesielt man må ta hensyn til ved dagens aktiviteter. Deretter kan kiosken benyttes til en samling mellom fagets baser, dersom det er noen spørsmål eller hindringer. Arbeidsflyten øker når man slipper å løpe frem og tilbake til anleggsbrakkka for å hente tegninger eller annen informasjon. Driftslederen forklarer at når du skal gå å hente en tegning, da går man på kontoret, henter seg en kaffe, prater litt. Da går tiden. Når du er tilbake på arbeidsplassen så må du komme inn i arbeidet igjen og inn i flyten. Det tar også tid. Så man øker effektiviteten og kontinuiteten.

Driftslederen mener også at formenn og driftsledere generelt burde være mer ut på plassen. Når folk da har spørsmål, er det mulig å vise tegninger på mobilen. Men dersom man har BIM-kiosk er det mye enklere å vise, enn at for eksempel fire stykker skal se på en mobilskjerm. Da slipper man å si at man skal gå ned på kontoret å se/vise. Både de inne på brakka og de ute på plassen hadde tjent på det.

4.2.14. Korrigerende tiltak basert på manglende overholdelse av avtaler

Årsaker til avtalebrudd blir ukentlig identifisert dersom man rapporterer, noe man kan benytte kiosken til. Om disse manglende overholdelsene blir lagret i en historisk oversikt kommer an på hvordan prosjektet velger å loggføre, forklarer BIM-ansvarlig. Når avtaler ikke overholdes, blir de grunnleggende årsakene funnet. Disse årsakene blir loggført hele tiden for å hindre gjentakende feil. For å rette opp i avtalebrudd blir korrigerende tiltak opprettet og registrert. Disse får en tidsfrist på når de skal være utført. Dette skjer både i prosjektering og i produksjonen. BIM-ansvarlig sier at man får tidsfrister på når de korrigerende tiltakene skal være utført, vist ikke blir det ikke gjort. Dersom man får økt effektivitet i den korrigerende handlingen, så ønsker man selvfølgelig å registrere den. Da vil man bruke den løsningen neste gang. Kiosken bidrar ikke til å registrere dette.

4.2.15. Kommunikasjon og samarbeid

Driftslederen mener at tanken med kiosken er at den skal benyttes til å tilrettelegge for økt samarbeid mellom fagene. Vedkommende sier også:

”Den største fordelen med BIM-kiosk er samhandlingen, at man kan samles foran kiosken for å diskutere og komme frem til løsninger på plassen. Da sparer man ofte en halvtime om dagen bare i gåing.”

BIM-kiosken bidrar til en forenklet, forbedret og effektiv kommunikasjon. Gjennom å publisere planer med tilhørende elementer og med tilknytning til modellen effektiviserer dette kommunikasjonen. Man kan se på kiosken hvor, hvem og når ulike aktiviteter skal gjennomføres. Det er ikke nødvendig å gå til arbeidsbrakka for å få den nødvendige informasjonen, sier BIM-ansvarlig.

Når man bruker kiosken, vil man alltid ha tilgang på oppdatert informasjon. Driftslederen påpeker dermed at om arkitekt eller andre ansvarlige ikke har oppdatert tegningene i databasen, og håndverkere bygde etter siste oppdaterte tegning, da er det lett å si hvem som har skylden. Når man benytter papirtegninger er det en risiko for at det benyttes utdaterte tegninger. Erfaringer fra tidligere papirløse prosjekt ble det sett på som veldig effektivt og håndverkerne som i starten var noe skeptisk til papirfritt, synes det var moro og det skapte god kommunikasjon mellom lagene. Kiosken virker og som en samarbeidsarena, der ulike faggrupper samles for å diskutere ulike løsninger. På denne måten blir utfordringer håndtert raskt og kiosken effektiviserer informasjonsflyten.

Ved direkte kommunikasjon, til den enkelte håndverker eller bas, finnes andre mer egnede verktøy, som mobil og nettbrett. Det er mulig å gi beskjeder via kiosken, men man må også evaluere hvem man skal informeres hvor stor nytte det er at det kommer på kiosken.

5. Analyse

I dette kapitlet analyseres de resultat som er kommet frem på bakgrunn av utarbeidet teori, resultater fra intervjuene og observasjon gjort på byggeplassen. Analysen er delt inn i de fire delspørsmålene som er laget for å kunne besvare problemstillingen.

Ved å analysere og gi svar på delspørsmålene, vil det legges et grunnlag for å kunne svare på problemstillingen. Kapitlet tar dermed for seg hvert delspørsmål og svarer på dette.

De ulike kriteriene, som ble besvart i kapittel 4.2, blir analysert under kapittel 5.2 der hvert underkriterium gis en score. Hvert hovedkriterium oppnår på den måten en samlet gjennomsnittlig score basert på antall underkriterium. Scoren indikerer hvor mye BIM-kiosken bidrar eller hvor stor innvirkning den har på hvert underkriterium. Der 0 er ingen bidrag og 3 angir at BIM-kiosken bidrar i stor grad til bruk av det underkriteriet beskriver. Formel 3.1 er gjenvist her:

$$\text{Oppnåelse for kriterie} = \sum_{k=1}^n \frac{\text{Score underkriterium}}{\text{antall underkriterier}}$$

Generell beskrivelse av de valgte nivåene.

Nivå 0: Ingen utnyttelse av BIM-kiosken til kriteriet. Det brukes kun tradisjonell planlegging og metoder.

Nivå 1,5: BIM-kiosken bidrar til deler av kriteriet, og verktøyene brukes i henhold til organisasjonens strategi.

Nivå 3: BIM-kiosken bidrar til at kriteriet og dens verktøy brukes fullt ut.

5.1. Hva er en BIM-kiosk, og hvordan brukes den?

En BIM-kiosk karakteriseres i dag som en samarbeidsarena og et informasjons- og innsynsverktøy. Det kan i stor grad ses på som gode og korrekte karakteristikker, da den som beskrevet tidligere dekker disse områdene. Dagens bruk av BIM-kiosken, ligner mye på det som man kan gjøre med en datamaskin på kontoret. Det er nesten som et kontor som er flyttet ut på byggeplassen. Forskjellen er hovedsakelig at kiosken er et innsynsverktøy. Dette er naturlig, da man som intervjupersonene sier, ikke ønsker at noen skal klusse til modellene eller planene. Siden kiosken var plassert utenfor bygget i en container, medførte dette en redusert bruk. Årsaken til dette var at det tar tid å eksempelvis gå fra fjerde etasje og ut for å se på modellen eller diskutere en detalj.

En annen sammenligning, er at BIM-kiosken på mange måter kan sees på som en IT-utgave av et Oobeya-rom. Da man på kiosken har tilgang på prosjektets mål, milepæler og planer med mer. Når en kiosk er plassert ute på byggeplassen, bruker arbeiderne kiosken som et innsynsverktøy for å diskutere og forhandle hvordan, hvem og hva som må gjøres til riktig tid. Ved bruk av kiosken vil man på lik linje med et Oobeya-rom få identifisert hvilke aktiviteter som følger planlagt fremdrift, og hva som ligger bak. Forskjellen på BIM-kiosken og et Oobeya-rom er at kiosken benyttes som innsynsverktøy og den er dermed ikke egnet til å endre i planer og lignende ute på plassen. I BIM-kiosken blir dermed de ulike elementene i et Oobeya-rom visualisert, se kapittel 2.3.2, men uten tilgang til å gjøre endringer.

For at kiosken videre skal bli brukt, kreves det rutinemessig opplæring og at den ikke overøses med funksjoner og avansert teknologi. Den bør fortsette å være enkel i bruk og legge til rette for økt forståelse av prosjektforløpet. Hensikten med kiosken bør være at den tilrettelegger for en enklere og mer produktiv hverdag. Det som menes med en enklere hverdag er at man blant annet har tilgang på all informasjon på en plass, og at man dermed ikke trenger bruke mye tid på å søke riktig informasjon. Gjennom å overøse kiosken med avanserte funksjoner, vil dette medføre forvirring og redusert bruk. Da faller nytten og hensikten med kiosken.

For at det i fremtiden skal være enklere å se hvilke aktiviteter som er sunne, kan kiosken illustrere hvilke aktiviteter som er sunne/usunne. Dette kan for eksempel gjøres ved at det tilrettelegges for at man kan huke av dersom en aktivitet ikke er sunn. Driftslederen forklarte at dette er en mulighet i dag, men å tydeliggjøre disse med en farge ville gjort det mer oversiktlig. Dersom aktiviteten ikke er sunn, vil aktiviteten for eksempel vises med en rød farge. En grønn farge vises når alle forutsetningene er tilstede, og aktiviteten karakteriseres som sunn. Dette tydeliggjør og fremhever de aktivitetene som trenger oppmerksomhet.

Driftslederen foreslo at det i fremtiden hadde vært en idé at det lages korte videosnutter som visualiserer fremdriften på kiosken. Tanken var da at disse snuttene kan rulle å gå som en form for skjermsparer på blant annet BIM-kiosken. Selv om de da ikke aktivt går inn for å se på fremdriften, får de den inn i hodet ubevist. Selv om å utarbeide en slik video ikke er en særlig tidkrevende operasjon, så krever det at noen setter av tid i en ellers travel prosjekthverdag. Tanken bak er i seg selv god, da mange arbeidere ikke har kontroll på hvilke aktiviteter som skal utføres i fremtiden. Spesielt når det gjelder andre fags aktiviteter.

Driftslederen foreslår også at lappeteknikkmøter i fremtiden også kan gjennomføres ute ved kiosken. Ikke selve oppstartsmøtet, men ved små justeringer av rekkefølgen på aktivitetene. Selve aktivitetsplanleggingen er noe som fortsatt bør forekomme inne i et møte, da det ute på plassen kan være utfordrende da håndverkere kan komme bort og "skal stille et raskt spørsmål" som forstyrrer prosessen. Kiosken egner seg heller til samling av personer til å drøfte små endringer i rekkefølgen på aktiviteter, enn selve planleggingen av rekkefølgen.

Det jobbes også i dag med en digitalisering av Prosent Planlagt utført (PPU)-målinger. Dersom det er ønskelig er kiosken en stasjon denne indikatoren kan illustreres på. Disse målingene kan være en god pekepinn på hvordan lagene jobber i forhold til planlagt fremdrift.

Det hevdes at flere prosjekter i fremtiden vil forsøke seg på papirløse arbeidsplasser. Da er ikke BIM-kiosken en fullgod løsning alene. Å måtte stille seg i kø for å se på en tegningsdetalj, skaper ikke flyt, men frustrasjon. For at det da skal kunne bli effektiv, kreves det at det suppleres med nettbrett. Da er det nettbrettene som er deres personlige tegningsverktøy, samtidig som at de har tilgang på BIM-kiosker der det er muligheter for å se BIM-modellene i en større skala.

5.2. Hvordan er bruken av BIM-kiosk opp mot IP-metodikken i et prosjekt i Veidekke?

Kriteriene blir analysert og gitt en score basert på resultatene fra intervjuene.

5.2.1. Standardisering av planleggings- og kontrollprosessen

Ved en standardisering av planleggings- og kontrollprosessen kreves det et tilrettelagt system. Dette systemet er det ledelsen og administrasjonen som har ansvaret for. De har også ansvaret for å velge hvilke programmer og lignende som skal benyttes. Valgene de tar påvirker om kiosken kan benyttes eller ikke, men selve kiosken bidrar ikke til hvordan de tar disse valgene. Det er først når systemet er valgt, og dette systemet legger til rette for bruk av BIM-kiosken, at generelle problemer dukker opp i produksjon kan registreres gjennom BIM-kiosken. Som det fremkommer i kriteriet som omhandles i kapittel 4.2.14, "Korrigerende tiltak basert på manglende overholdelse av avtaler", så sies det at løsninger registreres og vurderes. For at overholdelser skal bli utført settes det tidsfrister. Kiosken har ingen innvirkning på dette, annet enn å kunne visualisere tidsfristen på de korrigerende handlingene.

Når det gjelder kontrollprosessen så sies det at man i stor grad stoler på de ulike fagene. Men at det også blir kontrollert ved at etterkommende fag sier ifra dersom arbeidet ikke er ferdig, eller godt nok. Dette foregår men andre ord utenfor BIM-kiosken rekkevidde. Det samme gjelder stikkprøvene som gjøres av rådgiverne for de tekniske fagene.

I IP benyttes prinsippstrukturen som illustrert ved figur 2.3. Ved at Veidekke forsøker å implementere metodikken i alle sine prosjekter, styrer dette hvordan planleggings- og kontrollprosessen vil formes og det legges en del føringer for hvilke planer og møter som skal gjennomføres.

Tabell 5.1 - Score - Standardisering av planleggings- og kontrollprosessen

Kriterium	Underkriterier	Score
Standardisering av planleggings- og kontrollprosessen	Det finnes et system av etablerte planleggings- og kontrollprosesser	0
	Administrasjon og ledelse er involvert i styringen av planleggings- og kontrollprosessen	0
	Planleggings- og kontrollprosessen omfatter en ukentlig styring av fremdriftsforpliktelser og kontinuerlige forbedringer	0
	Generelle problemer som har oppstått i prosjektet er registrert	1,5
	De foreslåtte og / eller implementerte løsningene er registrert og deres overholdelse blir vurdert	0
Total score	Sum underkriterier / antall underkriterier	0,3

5.2.2. Standardisering av driftsmøter

Deltagerne som deltar på driftsmøtet er forhåndsvalg og blir kalt inn i forkant. Dette skjer ved hjelp av mail og ikke gjennom bruk av BIM-kiosken. Man kan på den måten få fatt i agendaen som skal gjennomgås, og gjøre seg kjent med problemstillingene. I caseprosjektet gjennomføres driftsmøtene ved hjelp av Synchro og ved bruk av papirreferatet. Gjennom å benytte Synchro så er dette et program som visualiserer byggeplassen, samtidig som fremdriftsplaner og annen nødvendig informasjon er tilgjengelig. Driftsmøtene blir gjennomført med en fast rekkefølge, men rekkefølgen påvirkes ikke av BIM-kiosken.

Prosent Planlagt Utført (PPU) og Prosent av hindringer som er fjernet (PCR), har per dags dato ikke hatt stor utbredelse i Veidekke. Gjennom statussetting i driftsmøtet, får man en indikator på hvordan utført arbeid er i forhold til planlagt arbeid. Selv om det benyttes teknologiske hjelpemidler til denne statussettingen, så har BIM-kiosken ingen innvirkning på om disse indikatorene blir brukt eller ikke. Det sies også i intervjuene at referatene fra driftsmøtene ikke publiseres på kiosken, men at det kun er de involverte samt anleggsledelsen som mottar disse. Det benyttes dermed en rekke digitale hjelpemidler til dette kriteriet, men BIM-kiosken som er plassert ute på byggeplassen er ikke involvert.

Det er i driftsmøtene man ut fra teorien skal opprette en buffer med sunne aktiviteter. Det er også her koordinering av arbeidsflyt og kapasitet skal styres. En annen del av driftsmøtenes hensikter er å sørge for at aktiviteter blir sunne. Møtene skal bidra til at deltagerne ser frem i tid, for å planlegge hva som må gjøres for å sikre at fremtidige aktiviteter kan starte uten hindringer. Driftslederen påpeker at dette ikke alltid er tilfelle. Han sier at basmøtene må bistå med å gjøre aktivitetene sunne. Man har dermed kortere tid på å utføre disse tilretteleggende aktivitetene. Dette kan føre til en form for "brannslukking", der man må utføre arbeid som skulle vært fanget opp og satt i gang gjennom driftsmøtene. For å skape sunne aktiviteter hadde det for eksempel vært mulig at BIM-kiosken indikerte hvilke forutsetninger som krevdes for de ulike aktivitetene, for dermed å visualisere om disse var fjernet eller ei.

Tabell 5.2 - Score - Standardisering av driftsmøter

Kriterium	Underkriterier	Score
Standardisering av driftsmøter	Det er regelmessighet i gjennomføringen av driftsmøtet	0
	Deltakere er valgt ut og kalt inn til møtet på forhånd	0
	Standard agenda for Last Planner er kjent og fulgt: 5. Gjennomgang av prosjektstatus og indikatorer 6. Overholdelse av ukeplanen, årsaker til manglende overholdelse og korrigerende tiltak 7. Gjennomgang av utkviksplanen og begrensninger/hindringer 8. Kortsiktige forpliktelser	1,5
	Bruk av Last Planner-indikatorer i driftsmøtet. PPC, PCR, progresjonskurve, SPI	0
	Bruk av visuell styring og støttemateriale i driftsmøtet	0
	Total score	Sum underkriterier / antall underkriterier

5.2.3. Den siste planlegger deltar i planleggings- og beslutningsmøter

BIM-kiosken bidrar ikke til utvelgelse og sørger ikke for at nødvendige møtedeltagere deltar. Innkalling og utvelgelse av deltagere blir behandlet av anleggsledelsen, og skjer gjennom andre verktøy og plattformer. Hvordan møtene prosesseres og hvordan HR- og innkjøpsansvarlige med fler, arbeider med å planlegge driften er utenfor kioskens rekkevidde. De ulike møtene skjer som regel på anleggsbrakken mens kiosken er plassert ute på byggeplassen. Ved at BIM-kiosken står ute på plassen, gir dette rom for at de siste planleggerne som befinner seg ute, kan forberede seg til møter ved å innhente informasjon som er nødvendig for å være forberedt. Dersom en agenda for møtet er sendt ut, er det hensiktsmessig at baser eller andre, avsetter tid til å gjøre seg kjent med de problemstillingene som skal tas opp i kommende møte. Dersom alle stiller forberedt får, har man et godt beslutningsgrunnlag og møtene kan gjennomføres effektivt. Kiosken brukes da i hovedsak av de siste planleggerne og ikke av HR, innkjøp eller lignende.

BIM-ansvarlig sier at en evaluering av arbeidet til de siste planleggerne blir utført, men at denne verken blir gjennomført eller publisert på kiosken. Dette er resultater som ikke vil ha noen positiv effekt av å publiseres. Resultatene av denne evalueringen benyttes til å veilede hver enkelt til det positive, ikke rakke ned eller henge ut grupper eller enkeltpersoner.

Tabell 5.3 - Score - Den siste planlegger deltar i planleggings- og beslutningsmøter

Kriterium	Underkriterier	Score
Den siste planlegger deltar i planleggings- og beslutningsmøter	Alle de siste planleggerne som er nødvendige for å oppnå møtets mål deltar	0
	Byggeledere, formenn, veiledere og underentreprenører diskuterer forpliktelser og foreslår forbedringstiltak	1,5
	HR-, innkjøps-, prosjekterings og HMS-ansvarlige diskuterer forpliktelser og foreslår forbedringstiltak	0
	Planleggerne blir informert og kommer forberedt til de aktuelle møtene	1,5
	Det brukes en indikator for å evaluere de siste planleggerne i planleggings- og kontrollprosessen	0
Total score	Sum underkriterier / antall underkriterier	0,6

5.2.4. Bruk av indikatorer for å vurdere samsvar med planlegging

I teorien om Last Planner, er måling av PPU et sentralt element. Det har det så langt ikke vært i Veidekkes Involverende planlegging. Det kommer derimot frem av intervjuet med driftslederen, at det i dag jobbes med en automatisert løsning, der PPU kan hentes frem gjennom statusrapportering som skjer ute på byggeplassen. Dersom Veidekke ønsker å benytte PPU som et verktøy for å øke produktiviteten vil dette være en hensiktsmessig vei å gå. Det finnes i dag en PPU-mal som må fylles ut manuelt, men det fortelles at denne er tidkrevende, og dermed ikke blir benyttet. Det benyttes i begrenset grad andre indikatorer som indikerer arbeidets gang. Selv om de i Veidekke statussetter hver uke i møter, benytter de ikke de PPC i lik grad som LPS. Statussettingen benytter de til å se hvem som følger planlagt fremdrift og hvem som ligger bak. De har ikke valgt å sende denne ut på kiosken. Andre evalueringer for hvordan fremdriften går kan rapporteres ved bruk av kiosken. Man kan se fremdriftsplanen for å kontrollere om pågående arbeid følger planlagt fremdrift. Ved avvik, kan dette rapporteres gjennom blant annet kiosken. For å kunne forbedre virksomheten er det som Chrysostomou (2000) sier: *“To manage you must measure, if you don’t you are only practising.”*

Tabell 5.4 - Score - Bruk av indikatorer for å vurdere samsvar med planlegging

Kriterium	Underkriterier	Score
Bruk av indikatorer for å vurdere samsvar med planlegging	Indikatorer indikerer overholdelse av milepæler og mål i hovedfremdriftsplanen	0
	Indikatorer brukes til å kontrollere arbeidets fremgang	0
	Evaluering av fremdriften opp mot forhåndsutarbeidet fremdriftsplan	1,5
	En indikator for overholdelse av ukentlige forpliktelser måles (f.eks.PPC)	0
	En hindringsindikator måles, en indikator som måler hvor mye/mange hindringer som er fjernet (f.eks.: PCR)	0
	En indikator på ytelse og / eller produktivitet måles	1,5
Total score	Sum underkriterier / antall underkriterier	0,5

5.2.5. Kritisk analyse av informasjon

Gjennom de resultatene som kommer frem av intervjuet, sies det at kontrollen av fremdriften skjer ved hjelp av milepæler, statussetting og rapportering. For å kontrollere om forpliktelser overholdes, må utførende fylle ut sjekklister. Kiosken har utfylling av sjekklister som en del av sin verktøykasse, og kan dermed være delaktig i kontrolleringen av fremdriften. Driftslederen sier at sjekklister i dag fylles ut ved bruk av smarttelefoner eller nettbrett, da dette er mer hensiktsmessig. Man kan huke av de kontrollerte punktene samtidig som man går rundt på byggeplassen. En annen fordel med håndholdte enheter er at man kan ta bilder av de kontrollerte punktene.

Det publiseres ikke inntjent verdi eller lignende på kiosken, på det studerte prosjektet. Det sies også at det ikke alltid blir statussett ute på byggeplass, men at det blir tatt tid fra møter som egentlig skal benyttes til andre temaer. Vi ser samme mønster som i kriterium "Buffer med sunne aktiviteter", ved at det ikke er spesifisert i kontrakten at statussetting er en del av arbeidet, så blir statussetting ikke utført. Siden det legges til rette for statussetting av aktiviteter, ved både BIM-kiosker og håndholdte enheter, burde ledelse og underentreprenører se nytten av å uthente informasjonen som fremkommer gjennom statusrapporteringen.

Statusrapportering gjelder også for kontroll av hindringer som må fjernes. Gjennom sjekklister må utførende lag gjøre seg ferdig, eller ferdig-ferdig som det heter i Lean Construction sammenheng. Dette må gjøres for å tilrettelegge å slippe til etterfølgende arbeidslag. Kiosken bidrar ikke til kontroll av manglende overholdelser eller til implementeringen og effektiviteten til korrigerende tiltak. Milepælene, som kiosken visualiserer, er med på den periodiske kontrollen av effektiviteten til prosessene. Ut fra hvordan fremdriften er i forhold til planlagt fremdrift, vil også effektiviteten kunne analyseres. Ved å ha tilgang på nødvendig informasjon, er BIM-kiosken et samlingssted der løsninger og utfordringer kan diskuteres. I felleskap kan ulike faggrupper iverksette tiltak og fatte beslutninger basert på en dataanalyse gjennomført ved BIM-kiosken.

Tabell 5.5 - Score - Kritisk analyse av informasjon

Kriterium	Underkriterier	Score
Kritisk analyse av informasjon	At faktisk fremdriften samsvarer med planlagt fremdrift kontrolleres og overvåkes periodisk (f.eks.: S-kurve, inntjent verdi eller SPI)	1,5
	At avtaler blir holdt, kontrolleres og overvåkes periodisk (f.eks. PPU)	1,5
	At hindringer blir fjernet blir periodisk overvåket og kontrollert (f.eks.: PCR)	0
	Årsakene til avtalebrudd kontrolleres og overvåkes periodisk (f.eks. Paretdiagram)	0
	Implementeringen og effektiviteten av korrigerende tiltak blir periodisk kontrollert og overvåket	0
	Analyseteknikker og verktøy brukes (simuleringer, målinger, Ishikawa (årsak-virkning), Pareto, etc.)	0
	Aktivitetens og aktivitetenes effektivitet kontrolleres og overvåkes periodisk	1,5
	Beslutninger er tatt og tiltak utføres basert på dataanalyse	3
Total score	Sum underkriterier / antall underkriterier	0,9

5.2.6. Visuell informasjonshåndtering

Det kommer frem av intervjuene at det er ved dette kriteriet BIM-kiosken har en av sine største styrker. Ved at ulike planer visualiseres, og kan knyttes opp til 3D-modellen, er dette et nyttig verktøy for fremdriftsplanlegging. Det er gjennom 3D-modell og tidslinjen man oppnår 4D-effekten. Gjennom 4D-fremstilling kan man om ønskelig se fremover i tid, og følgelig se hvilke elementer og aktiviteter som skal bli/blir utført på bygget. De ulike planene er tilgjengelig for alle håndverkere og kiosken bidrar dermed til at planene blir kjent og brukt. Ved å visualisere de ulike planene med tilhørende milepæler, illustreres indikatorer for å se om fremdriften er som planlagt. Det er derimot ikke benyttet andre indikatorer som for eksempel prosent planlagt utført (PPU) eller prosent av hindringer som er fjernet (PCR). Disse indikatorene har hittil ikke blitt tatt i bruk i særlig grad av Veidekkesystemet, men det jobbes med løsninger for å benytte PPU gjennom en digital plattform. Dersom disse eller andre indikatorer i fremtiden blir tatt i bruk er BIM-kiosken en stasjon som kan brukes for å synliggjøre disse. Kiosken viser ikke årsaker til hvorfor aktiviteter ikke er utført. Den kan vise at aktiviteten skulle vært påbegynt men ikke årsaker eller korrigerende tiltak.

Til visuell informasjonshåndtering er digitale verktøy sentralt. Man oppnår et helt annet utbytte gjennom å se 3D- og 4D-modeller i forhold til 2D-tegninger. Å ha muligheten til å visualisere dette i stor skala ute på byggeplassen er dermed en fordel. BIM-kiosken er en brikke i spillet for å kunne utnytte de digitale verktøyene, som er tilgjengelig og som er med på å forbedre den visuelle håndteringen av informasjon.

Det nevnes også i intervjuet med driftslederen at ved ytterligere bruk av BIM-kiosken kunne flere problemer vært løst. Jmfør utfordringen knyttet til det tekniske rommet. Hvorfor kiosken ikke ble benyttet var blant annet et begrenset antall BIM-kiosker og manglende opplæring. For at effekten av BIM-kiosken skal kunne oppnås, må prosjekter ha flere kiosker samt tidlig sette i gang med riktig opplæring. Ved store prosjekt er det ikke hensiktsmessig å måtte gå flere etasjer for å hente informasjon. Da forsvinner noe av meningen med å installere slike kiosker på byggeplassen.

Tabell 5.6 - Score - Visuell informasjonshåndtering

Kriterium	Underkriterier	Score
Visuell informasjonshåndtering	Milepælsplan og hovedfremdriftsplan publiseres eller sendes, de er kjent og brukt	3
	Faseplan publiseres eller sendes, de er kjent og brukt	3
	Utkikk- og ukeplanene er publisert eller sendt og er kjent og brukt	3
	Det finnes en oversikt av indikatorer for overholdelse og fremgang. Oversikten er publisert/sendt og er kjent/brukt	1,5
	Visuell oversikt over årsaker til manglende overholdelse, samt en visuell oversikt over forpliktelser til korrigerende tiltak, publiseres eller sendes og er kjent og brukt	0
Total score	Sum underkriterier / antall underkriterier	2,1

5.2.7. Korrekt definisjon av arbeidspakker

BIM-kiosken har ikke noen form for bidrag til at arbeidspakker blir delt opp i aktiviteter. Kiosken kan være med å visualisere de ulike aktivitetene i de aktuelle planene, men det er etter de er delt opp og definert. Det samme gjelder at tilknyttede ledere og bestemmelser er identifisert og definert. Bestemmelser, for eksempel i form av hvordan aktiviteter skal utføres, bestemmes uavhengig av kiosken. Det samme gjelder hvordan ledere blir identifisert og valgt. Disse valgene blir tatt på et tidlig stadium av ledere og baser i møter.

Underoppdeling av aktiviteter tillater en mer korrekt analyse av aktivitetene, det gir dermed en bedre forutsetning for hindringsanalysen. Ved å spesifisere og dele opp større arbeidspakker i aktiviteter, gir dette en oversikt over hvilke aktiviteter som kreves for å nå målet. Ved utarbeidelse av aktiviteter ser man også hvilke faktorer som må være tilstede for at en aktivitet skal kunne utføres. Gjennom at Veidekke benytter en nivåinndelt planlegging, legger dette til rette for at de riktige fagansvarlige blir tatt med i riktige prosesser.

Det BIM-kiosken kan bidra med er å vise de allerede definerte aktivitetene. Den er på den måten med på å visualisere og analysere hvilke faktorer som må være tilstede, for at aktiviteten kan utføres som en sunn aktivitet.

Tabell 5.7 - Score - Korrekt definisjon av arbeidspakker

Kriterium	Underkriterier	Score
Korrekt definisjon av arbeidspakker	Arbeidspakker er delt opp i aktiviteter	0
	Tilknyttede bestemmelser, for aktivitetene, er definert. Som f.eks. tidsfrister, materialvalg, etc.	0
	Tilknyttede ledere er identifisert	0
	Ved oppdeling av arbeidspakker tillates riktig analyse og hindringshåndtering av aktivitetene	1,5
Total score	Sum underkriterier / antall underkriterier	0,4

5.2.8. Benytte en lett forståelig og gjennomiktig hovedfremdriftsplan

Kiosken benyttes i denne sammenheng som et innsynsverktøy, der planene er visualisert og fremstilles på en forståelig måte. 4D bidrar til at modellen gjøres enda mer forståelig gjennom visualisering av tid og 3D-modell. I de fleste prosjekt som gjennomføres i dag utarbeides både en fremdriftsplan og en 3D-modell. Ved at disse planene allerede er utarbeidet, får man mye igjen for å samkjøre og linke disse to sammen. Når planene er publisert på kiosken, bidrar dette til at planen er tilgjengelig for de siste planleggerne. Siden kiosken er oppsatt som en "viewer" trenger man ikke bekymre seg for at noen kommer til å endre på planer eller milepæler.

I henhold til teorien, se kapittel 2.1.1, benyttes hovedfremdriftsplanen til fastsette milepæler. Milepælene kontrolleres men jevne mellomrom for å sikre at de er aktuelle. Generelt ønsker man ikke å endre hovedfremdriftsplanen i særlig grad. Som regel endres de underliggende planene, for å tilpasse og imøtekomme hovedplanen. Oppstår det større, nødvendige endringer er det mulig å endre hovedplanen, men dette skjer ikke ved hjelp av BIM-kiosken. Slike endringer skjer i ulike møter der ledelse og håndverkere involveres.

Tabell 5.8 - Score - Benytte en lett forståelig og gjennomiktig hovedfremdriftsplan

Kriterium	Underkriterier	Score
Benytte en lett forståelig og gjennomiktig hovedfremdriftsplan	Prosjektets milepæler eksisterer, kontrolleres og vedlikeholdes	0
	Hovedplanen er midlertidig i henhold til fremdrift	0
	Planen er visuell og forståelig	3
	Den er tilgjengelig og er kjent av alle deltakerne i planleggingen	3
Total score	Sum underkriterier / antall underkriterier	1,5

5.2.9. Faseplanlegging

I fra litteraturen så er faseplanens hensikt å finne en hensikts- og produksjonsmessig rekkefølge på aktivitetene. BIM-kiosken er ikke med på å utarbeide faseplaner, men benyttes som et verktøy for å visualisere planen med tilhørende elementer og milepæler. Versjonen av faseplanen som finnes på kiosken er alltid oppdatert. Når endringer skjer inne på arbeidsbrakka, synkroniseres denne også til kiosken. Dette gir da en trygghet til baser og håndverkere, da de kan være sikker på at de får oppdatert informasjon. BIM-ansvarlig sier at dersom man jobber etter "boka" så blir faseplanleggingen utført ved hjelp av sug-planlegging, men at kiosken ikke gir noen bidrag til denne planleggingen.

Oppdateringen og revidering foregår inne på anleggsbrakken i ulike møter. På lik linje med tidligere kriterium, kan det også nevnes her at kiosken er satt opp som en "viewer"/innsynsstasjon. Selv om kiosken ikke er med på selve utformingen, bidrar den derimot med å involvere de siste planleggerne. Dette gjøres ved at de kan se planen på kiosken, samt at de kan kommentere dersom det er endringer de mener burde forekomme.

Tabell 5.9 - Score - Faseplanlegging

Kriterium	Underkriterier	Score
Faseplanlegging	Faseplanen med milepæler og oppgaver er utarbeidet for hver fase	0
	Det er en synlig og oppdatert oversikt av faseplanleggingen	3
	Faseplanleggingen er utført ved hjelp av sug-planlegging	0
	Oppdaterings- og revisjonsprosessen er konstant, interaktiv og involverende	1,5
Total score	Sum underkriterier / antall underkriterier	1,1

5.2.10. Standardisering av utviklingsplanlegging

Utviklingsplanen er en del av plansystemet i IP, og en av hensiktene er å fjerne hindringer før aktiviteter skal igangsettes. Når disse planene blir utarbeidet, og knyttet opp til hovedfremdriftsplanen, er det arbeid som foregår inne på anleggsbrakka og ikke ute ved BIM-kiosken. Endringer i planen kan foreslås av baser og håndverkere gjennom rapportering via kiosken, men selve endringen utføres ikke der. I Veidekke behandles utviklingsplanen i driftsmøtene. Standardisering av driftsmøtene og utviklingsplanleggingen kan dermed forveksles. De to kriteriene tar for seg ulike underkriterier, der driftsmøte-kriteriet tar for seg selve møtedriften, mens utviklingsplanlegging ser på selve utviklingsplanen.

BIM-ansvarlig sier at det ikke blir stopp i produksjonen dersom hindringer gjør at en aktivitet ikke kan igangsettes. Man sender naturlig nok ikke hjem arbeidere dersom hindringer oppstår, men har som regel andre aktiviteter som kan gjøres i mellomtiden til de andre aktivitetene er klare. BIM-ansvarlig sier at kiosken kan være med på å synliggjøre de sunne bufferaktivitetene. Det er gunstig for baser, dersom de møter hindringer. Da kan de oppsøke kiosken for å se hvilke andre aktiviteter som kan gjøres i mellomtiden. At utviklingsplanen eksplisitt styres av denne bufferen blir ikke praktisert i Veidekke, men planen påvirkes gjennom at sunne aktiviteter kan tillegges fremdriften ved behov.

Tabell 5.10 - Score - Standardisering av utviklingsplanlegging

Kriterium	Underkriterier	Score
Standardisering av utviklingsplanlegging	Aktiviteter planlegges innen 4-6 uker (5-9 uker for Veidekke)	0
	Utviklingsplanen er utarbeidet og er relatert til hovedplanens mål og utførelseskapasitet	0
	Den blir vurdert ukentlig og omprogrammert om nødvendig	1,5
	Midlertidige begrensninger er fastslått (4-6 (5-9) uker frem i tid)	0
	Utviklingsplanen styres ved en buffer av sunne aktiviteter	1,5
Total score	Sum underkriterier / antall underkriterier	0,6

5.2.11. Systematisk analyse og fjerning av hindringer

Hindringer som gjør at aktiviteter ikke er sunne, skal i henhold til IP-tankegangen fjernes i driftsmøtene. Det er driftsmøtene som utarbeider utviklingsplanen, og skal sørge for sunne aktiviteter. Det sies at hindringene forhåpentligvis skal bli tatt bort i drifts- eller basismøtene. I kriteriet som omhandler standardisering av driftsmøtene, sies det også at det ofte er basismøtene som må ta seg av hindringene.

Det nevnes også en rekke funksjoner på BIM-programmet Synchro. Men for å dra nytte av alle funksjonene, må programmet brukes mer konsekvent. Det menes med det at programmet må benyttes av hele anleggsledelsen, samt de ansvarlige for underentreprenørene. Man kan dermed få en god oversikt over hvilke aktiviteter som har hindringer, og hvem som er ansvarlige for å fjerne disse. Ved at dette er et program som er på BIM-kiosken, kunne man ha fått visualisert dette.

Det sies i intervjuet med BIM-ansvarlig, at dersom hindringene fanges opp i utviklingsplanen, så vil disse være tilordnet de aktuelle aktivitetene. Det sies også at dette ikke skjer med bidrag fra BIM-kiosken, men at de ansvarlige for de ulike aktivitetene vises på kiosken. Driftslederen på sin side sier at i deres prosjekt så fordeles ansvar i møter. Denne fordelingen kommer dermed ikke frem på BIM-kiosken. Det ytres også ønske om at det skal være mulig å huke av forutsetninger på kiosken, og at sunne aktiviteter bli markert med en farge. Som driftslederen forklarte, så er dette allerede en funksjon, sett bort ifra fargebruken.

Tabell 5.11 - Score - Systematisk analyse og fjerning av hindringer

Kriterium	Underkriterier	Score
Systematisk analyse og fjerning av hindringer	Hindringer er tilordnet bestemte aktiviteter i utviklingsplanen	0
	Hindringer er identifisert før utgivelsen av utviklingsplanen	0
	Hver hindring har en ansvarlig person som forplikter seg å fjerne denne	1,5
	Tilstanden til hindringene og forpliktelsene registreres og overvåkes	0
	Hindringer som skal være fjernet kontrolleres for så sikre pålitelighet	0
Total score	Sum underkriterier / antall underkriterier	0,3

5.2.12. Buffer med sunne aktiviteter

Når det finnes buffer med sunne aktiviteter, er BIM-kiosken et godt verktøy for å vise disse aktivitetene. BIM-kiosken kan illustrere informasjon som for eksempel hvor aktiviteten skal utføres, samt andre aktuelle faktorer. For at aktivitetene i bufferen skal kunne utføres uten hindringer, kan ikke disse påvirkes av andre aktiviteter, sier BIM-ansvarlig. Slik det fremkommer av intervjuene, virker det ikke som om denne bufferen er standard i alle prosjekter. Noe av årsaken til at bufferen mangler, eller ikke fungerer som ønsket, er at de ulike fagene i det studerte prosjektet har hver sin måte å planlegge på, og at det på den måten blir utfordrende å samkjøre og synkronisere planer og lignende. For å tydeliggjøre bufferen og betydningen av denne, kan BIM-kiosken bidra til at arbeidere får visualisert hvilke aktiviteter som er sunne og hvilke som krever tilsyn før de kan defineres som sunne. Kiosken er på den måten med på å bevisstgjøre baser og håndverkere på å utføre å tilrettelegge for sunne aktiviteter. Det tvinger også disse til å tenke fremover i tid samt å koordinere sitt eget arbeid med andre faggrupper og aktiviteter.

Selv om det ikke finnes en definert buffer med sunne aktiviteter, så sies det at arbeiderene alltid har andre aktiviteter de kan starte på i mellomtiden. Dette er aktiviteter som uansett skal utføres, og som står på fremdriftsplanen, som vises på kiosken. Men at ved å ikke få startet på den planlagte aktiviteten, så går dette utover andre aktiviteten som er avhengig av den som stoppet opp. Man ønsker dermed å rette opp i den planlagte aktiviteten så snart det lar seg gjøre.

Den ene som ble intervjuet forklarte at aktiviteter ikke alltid er sunne når det startes opp. Det forekommer ofte at fremdriften krever at aktiviteten påbegynnes, for ikke å hindre stans i fremtidige aktiviteter. Begrepet making-do, som er beskrevet i kapittel 2.1.1, beskriver når en usunn aktivitet startes. Slike aktiviteter har blant annet konsekvenser for kvaliteten, økt ledetid samt en demotiverende effekt på de utførende for å nevne noen. Selv om prosjektene streber etter å kun sette i gang sunne aktiviteter, viser det seg at det ikke alltid lar seg gjøre. Årsaken til hvorfor aktivitetene ikke er sunne kan være flere grunner til, blant annet manglende planlegging, presset fremdrift, uforutsette hindringer eller manglede rapportering fra underentreprenører.

Tabell 5.12 - Score - Buffer med sunne aktiviteter

Kriterium	Underkriterier	Score
Buffer med sunne aktiviteter	Det er en buffer med sunne aktiviteter publisert og / eller kjent av alle de siste planleggerne	1,5
	Aktivitetene som utgjør bufferen har ingen hindringer som påvirker gjennomføringen på kort sikt	1,5
	Forpliktelser genereres/skapes utelukkende basert på sunne aktiviteter	0
	Endringer i bufferen og tilstanden av hindringer gir endringer og justeringer i planen	1,5
	En gjenværende buffer av oppgaver kan inkluderes i kortsiktige planer, der de tilrettelegges og gjennomføres	1,5
	Forpliktelser er pålitelige og har klare krav til overholdelse	0
Total score	Sum underkriterier / antall underkriterier	1,0

5.2.13. Planlegging og kontroll av fysisk arbeidsflyt

Om rekkefølgen på aktivitetene er planlagt riktig, påvirker det den fysiske arbeidsflyten positivt. I intervjuene kommer det frem at aktivitetenes rekkefølge bestemmes i møter ved hjelp av lappeteknikk, der ansvarlige for ulike fag involveres. Når de ulike aktivitetene er lagt inn i 4D-modellen, kan denne benyttes for å effektivisere og forbedre planen og eventuelt gi signaler om hvilke lag det kreves flere arbeidere fra. Planen kan òg illustrere hvor lag skal jobbe, det er da en fordel at lag slipper å flytte utstyr opp og ned flere etasjer, og at lagene dermed får en jevn flyt gjennom bygget.

Får å oppnå ønsket flyt og forutsigbarhet er det viktig å følge de fem prinsippene som ligger bak IP og LPS. (1) Økende detaljplanlegging jo nærmere utførelsen man kommer. (2) Lage planer sammen med de som skal utføre arbeidet. (3) Avdekke og fjerne hindringer på planlagte oppgaver i felleskap. (4) Utarbeide og sikre pålitelige forpliktelser. (5) Lære av feil. Gjennom å følge disse prinsippene oppnår man en bedre planleggingsprosess og man unngår man å gjøre feil som tidligere er gjort.

Å oppnå en god fysisk arbeidsflyt er noe et hvert prosjekt streber i mot. Det er dermed hensiktsmessig å se på tidligere aktiviteter for å studere hvilke positive eller negative resultater de oppnådde. Da lærer man av tidligere utførte aktiviteter og kan dermed forbedre disse. I morgenmøtene vil de være hensiktsmessig å drøfte aktiviteter, dersom det er noen problemer. At arbeidslagene vet hvilke aktiviteter og lag som kommer før og etter sine aktiviteter, er med på å øke flyten og forståelsen av prosessen. BIM-kiosken er et godt visualiseringsverktøy for å formidle rekkefølgen på aktivitetene, men den er ikke med på å bestemme rekkefølgen på de ulike sekvensene.

Tabell 5.13 - Score - Planlegging og kontroll av fysisk arbeidsflyt

Kriterium	Underkriterier	Score
Planlegging og kontroll av fysisk arbeidsflyt	Effektene av arbeidsflyten estimeres og måles empirisk	0
	Planlegging av aktiviteter betrakter resultater av gjennomførte aktiviteter	0
	Aktivitetenes rekkefølge er planlagt riktig	0
	Lagene vet tydelig rekkefølgen av sitt arbeid	3
	Lagene vet foregående og etterfølgende aktiviteter og lag	3
Total score	Sum underkriterier / antall underkriterier	1,2

5.2.14. Korrigerende tiltak basert på manglende overholdelse av avtaler

For å identifisere manglende overholdelse, kreves det at fagansvarlige kontrollerer om den aktuelle aktiviteten er utført. Å kunne identifisere og kontrollere om aktiviteter er utført er ikke noe kiosken kan gjøre, men må utføres manuelt av fagpersonell. Kiosken kan derimot være et verktøy der de kontrollerte aktivitetene blir registrert og loggført.

Hva som er de grunnleggende årsakene til at avtaler ikke blir holdt, må også registreres. Dette kan gjøres ved hjelp av kiosken dersom prosjektet legger til rette for det. Det samme gjelder underkriteriet om at korrigerende tiltak opprettes og registreres. Kiosken er ikke et verktøy for å opprette eller endre aktiviteter. Kiosken er som tidligere nevnt, i all hovedsak et innsynsverktøy og tillater ikke endringer i planer eller aktiviteter. Kiosken er ikke med på å sette frister for når korrigerende tiltak skal være utført, selv om kiosken kan visualisere når disse er satt. Effektiviteten av de korrigerende tiltakene kan registreres i kiosken, dersom det legges til rette for det, men overvåkingen og kontrolleringen av disse må gjøres ved hjelp av andre verktøy.

Tabell 5.14 - Score - Korrigerende tiltak basert på manglende overholdelse av avtaler

Kriterium	Underkriterier	Score
Korrigerende tiltak basert på manglende overholdelse av avtaler	Ukentlige årsaker til manglende overholdelse er identifisert	0
	Årsakene til manglende overholdelse er registrert og kategorisert i en historisk oversikt	1,5
	Grunnleggende årsaker og årsaker til manglende overholdelse søkes og registreres	1,5
	Korrigerende tiltak opprettes og registreres, på grunn av manglende overholdelse	0
	En sluttdato for gjennomføring og kontroll for korrigerende tiltak drøftes	0
	Effektiviteten av korrigerende handlinger overvåkes og registreres	1,5
Total score	Sum underkriterier / antall underkriterier	0,8

5.2.15. Kommunikasjon og samarbeid

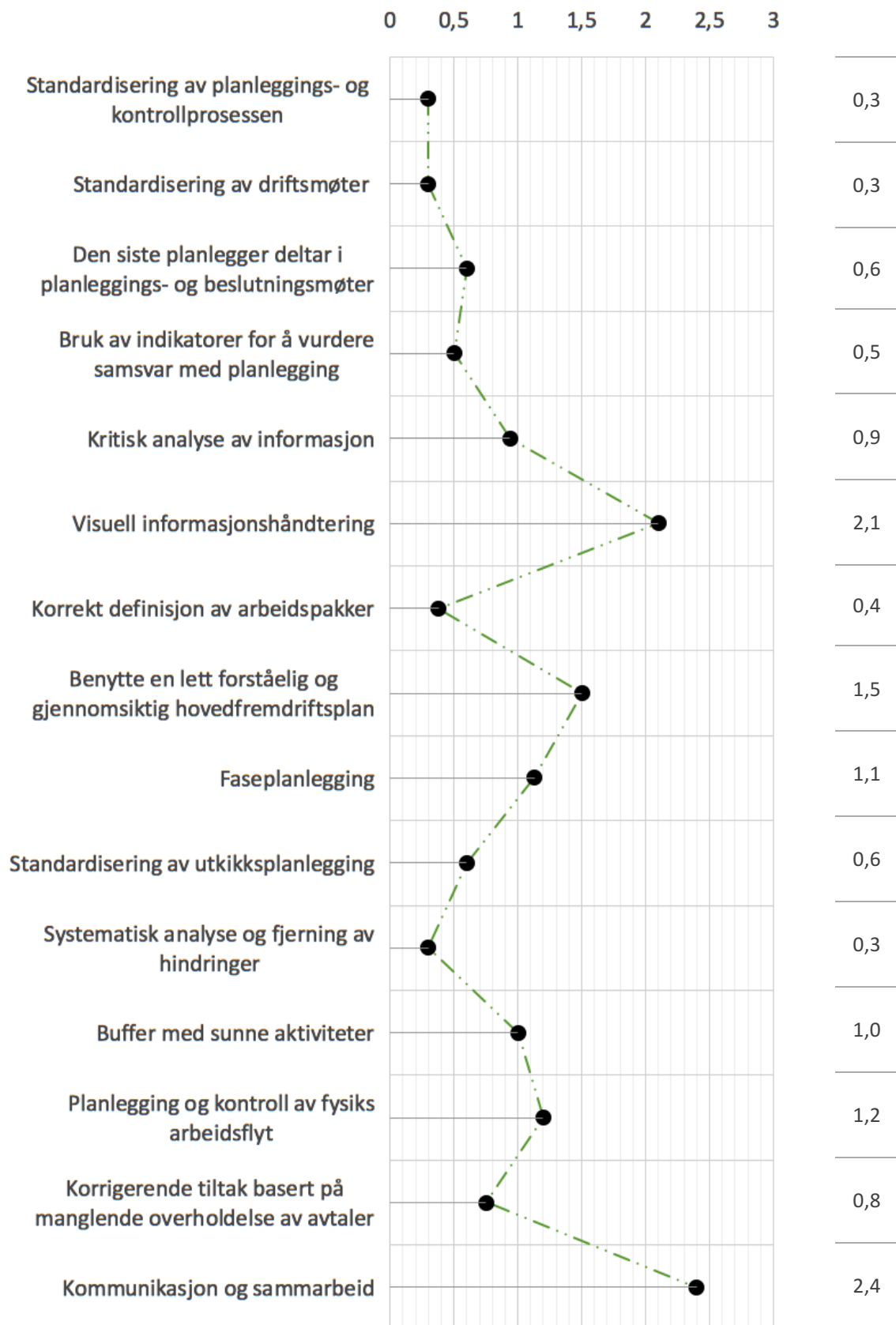
Kommunikasjon og samarbeid er ikke avhengig av digitale hjelpemidler for å lykkes. Men med hjelp av BIM-kiosken, legges det til rette for økt kommunikasjon og samarbeid. Kiosken er med på å effektivisere og å øke kommunikasjons- og informasjonsflyten mellom lag og mellom anleggsledelse og håndverkere. Ved å publisere kun relevant og riktig informasjon reduserer dette mulighetene for feil og omarbeid. BIM-kiosken er også som nevnt i intervjuene en samarbeidsarena der håndverkere, baser, formenn eller lignende kan samles rundt kiosken for å diskutere og vurdere løsninger. Dette reduserer tidsbruken som går til å løse problemer, kontra å gå til anleggsbrakken og eventuelt foreta et møte for å kunne drøfte å få tilstrekkelig informasjon. Gjennom at baser og håndverkere selv kan diskutere og finne løsninger, ved hjelp av BIM-kiosken, er dette en måte å involvere på. Involverende planlegging har stort fokus på at alle skal involveres i egen hverdag, noe som aktivt skjer når løsninger drøftes på denne måten. Ved at de involveres på denne måten økes interessen og motivasjonen, kontra at ledelsen foretar alle avgjørelser og valg av detaljer noe. Kiosken er med dette med på forbedre å øke flyten ved blant annet reduksjon av sløsing og økt stabilitet. Dette medfører samtidig at det skapes mer verdi for prosjektet og kunden, jamfør TFV-teorien se kapittel 2.1.1.

For at arbeid skal bli utført er det viktig at ulike teammedlemmer vet hvilke roller og hvilket ansvar disse har. Rollene, og ansvaret som tilhører disse, defineres av de lederne som har ansvaret for dette. Slike oppgaver har BIM-kiosken ikke innvirkning på.

Tabell 5.15 - Score - Kommunikasjon og samarbeid

Kriterium	Underkriterier	Score
Kommunikasjon og samarbeid	Teammedlemmer kjenner og oppfyller sine roller og ansvar	0
	Det er en god (klar, effektiv og relevant) kommunikasjon av informasjonen	3
	Det er god kommunikasjon mellom lagene	3
	Det er en god kommunikasjon med de siste planleggerne	3
	Beslutninger tas, diskuteres eller vurderes sammen etter behov	3
Total score	Sum underkriterier / antall underkriterier	2,4

Figur 5.1 viser en sammenstilling av kriteriene med sammenlagt score.



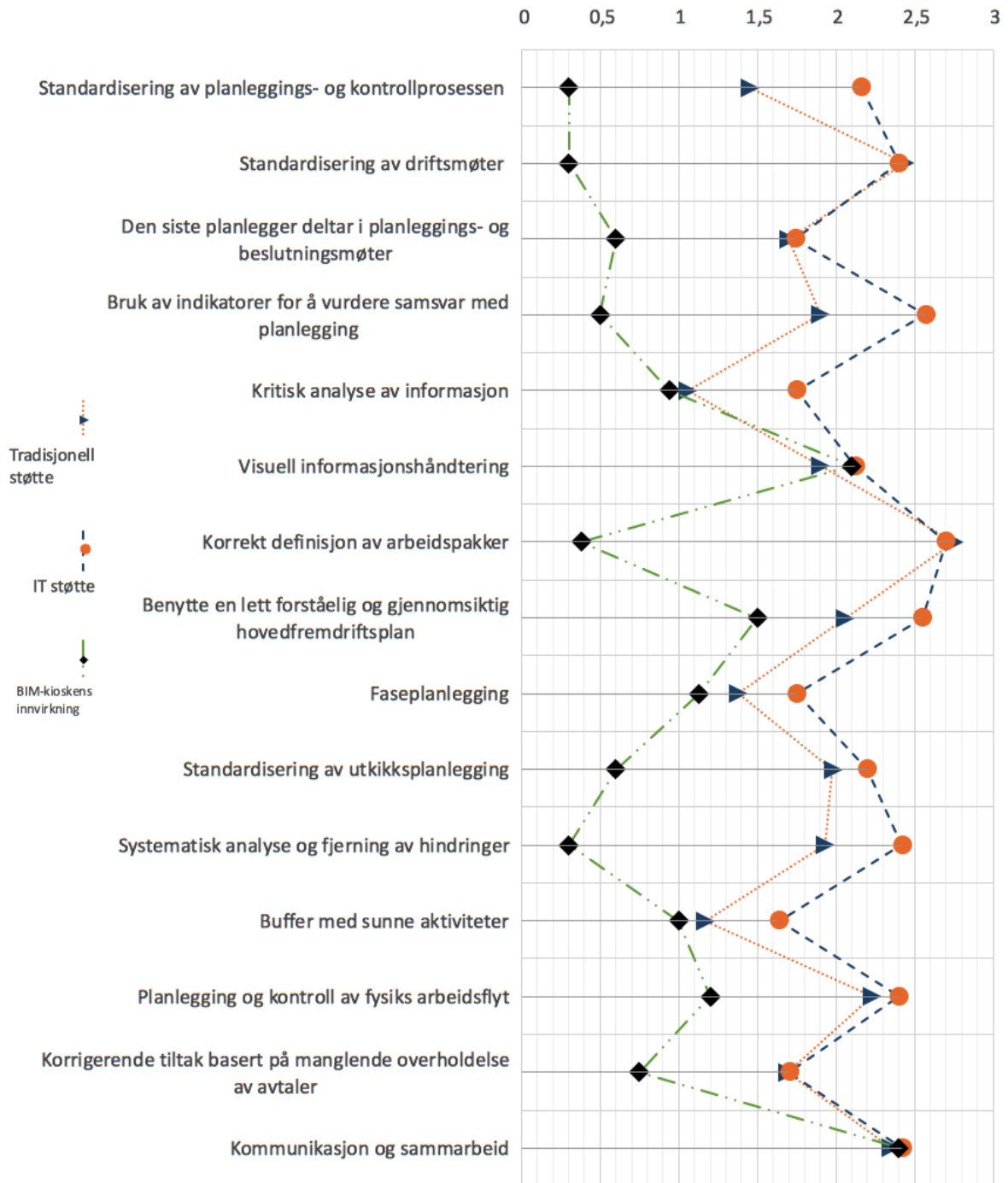
Figur 5.1 - Samlet resultat presentert i en likertskala

5.2.16. Sammenligning mot Lagos' resultater

Gjennom analysen av intervjuvarene for de ulike kriteriene, ble scorene for de ulike kriteriene satt inn i en likertskala. Resultatene fra intervjuene, samt resultatene fra Lagos et al. (2017) illustreres på figur 5.2. Ved å studere sammenligningen av de tre kurvene, ser vi at BIM-kioskens bidrag til de ulike kriteriene ikke er særlig stort sammenlignet med de andre grafene. Ut ifra forutsetningene som er beskrevet nærmere i kapittel 3.6, så må grafene tas for det de er. Nemlig at grafene til Lagos et al. (2017) illustrerer implementeringsgraden av LPS ved bruk av IT-støtte og tradisjonell støtte, figur 2.7, mens grafen fra denne oppgaven illustrerer hvor mye BIM-kiosken bidrar til at det aktuelle kriteriet blir benyttet, figur 5.1.

Det grafene på figur 5.2 illustrerer best, er ved der BIM-kioskens bidrag er stort, så kan det også ses at differansen mellom prosjektene med og uten IT-støtte er størst. For eksempel ved kriteriet som omhandler å benytte en lett forståelig og gjennomiktig hovedfremdriftsplan så har BIM-kiosken en bra innvirkning. Forskjellen mellom prosjektene med og uten IT-støtte har fra Lagos et al. (2017) en differanse på cirka 0,5, sett fra figur 5.2, i positiv favør de prosjektene med IT-støtte. Ser vi på kriteriet som omhandler standardisering av driftsmøtet så har BIM-kiosken liten innvirkning på dette, og differansen mellom prosjekter med og uten IT-støtte tilnærmet null. Det ses også at denne påstanden ikke er riktig for alle kriterier. Ved kriteriet kommunikasjon og samarbeid, som er det kriteriet BIM-kiosken best støtter under, er forskjellen på de ulike metodene for implementering av LPS også tilnærmet like. Årsaken til dette, kan være at kommunikasjon og samarbeid ikke er avhengig av IT-støtte for at det skal være implementert i virksomheten. BIM-kiosken har derimot en rekke funksjoner som bidrar, og kan benyttes for en enklere kommunikasjon som fører til bedre samarbeid.

Grafene indikerer i all hovedsak at der BIM-kiosken bidrar, har bidrag fra IT-verktøy en innvirkning på implementeringsgraden av Last Planner System. Dette støtter dermed opp under forskningen utført av Lagos et al. (2017).



Figur 5.2 - Sammenstilling av oppgavens og Lagos' resultater

5.2.17. Oppsummering av kriteriene

Kiosken kan benyttes som et kommunikasjonsverktøy, der for eksempel arbeidere kan rapportere eller statussette aktiviteter. Under intervjuene ble statussetting av aktiviteter nevnt flere ganger, som et punkt som intervjupersonene mener burde vært bedre. Det ligger til rette for at ansvarlige kan statussette gjennom ulike verktøy, deriblant BIM-kiosken, men at dette ikke blir utført per i dag. Kiosken er også en oppdatert informasjonskilde, som supplerer de tradisjonelle 2D-tegnigene. Den øker dermed informasjonsflyten og er et viktig verktøy for håndverkerne. Ved visualisering av 3D-modellen, gis det en økt forståelse for hva som skal bygges, og det bidrar til en forenklet planleggingsprosess. Kiosken legger òg til rette for forbedret kommunikasjon og samarbeid. Dette gjennom at tegninger og BIM-modellen er tilgjengelig, som gjør at utfordringer kan diskuteres ved kiosken så snart de dukker opp, som igjen reduserer ventetid og syklustid. Dette medfører økt flyt og spart tid. Disse koblingene mellom kiosken og IP, nevnes også i teorien, se tabell 2.1, der interaksjoner mellom BIM-kiosken og planleggingsmetodikker listes opp.

Det BIM-kiosken ikke har noe særlig innvirkning på, er hvordan aktiviteter planlegges eller blir fulgt opp. Selve oppfølgingen må gjennomføres manuelt, selv om tilbakemeldinger og rapportering kan gis via kiosken, dersom det legges til rette for det. Kiosken bidrar heller ikke til standardisering av ulike møter og styringsprosesser. Dette er valg som tas på et overordnet nivå og som foregår inne på anleggsbrakka. Det samme gjelder utarbeidelse av ulike fremdriftsplaner og milepæler. Det kiosken bistår med, er å visualisere disse. Et annen viktig element i IP er hindringsanalysen gjennom bruk av de syv forutsetningene. Programmene som benyttes i dag, har funksjoner som kan vise om aktivitetene er sunne eller ikke. Det benyttes ikke per i dag. Den bidrar dermed i begrenset grad til analyse og fjerning av hindringer.

For at kiosken skal kunne dekke enda flere kriterier, kreves det at programmene som benyttes er enkle og tydelige. Programmene må også ha de nødvendige funksjonene som skal til. For eksempelvis å dekke underkriteriet "Tilstanden til hindringene og forpliktelsene registreres og overvåkes", så må først og fremst hindringen registreres i programmet. Deretter må det med hjelp av programmet, sørges for at det er en ansvarlig som skal fjerne hindringen. Når hindringen så blir fjernet må dette igjen registreres, eventuelt må det registreres hva som mangler for å få fjernet hindringen. For at slike funksjoner skal fungere, kreves at opplæringen blir grundigere. Men det er også begrenset hvor mye tid man vil at håndverkere skal benytte fremfor kiosken. Ved at den blir overlesset med funksjoner og programmer, kan den gjøre at håndverkere bruker mye av sin tid der, fremfor å utføre aktivitetene som er planlagt.

Planlegging av aktiviteter krever erfaring og samarbeid mellom ulike faggrupper. Ved riktig rekkefølge på aktiviteter, arbeidsdeling i tid, fjerning av hindringer og at alle deltar i planleggingen av egen hverdag, følges IPs retningslinjer for planlegging. Det medfører økt arbeidsflyt og at man unngår stopp og omarbeid. Ved å fjerne hindringer unngår man "making-do" aktiviteter. Dette er aktiviteter vi ikke ønsker å utføre da de usunne aktivitetene er mer tid- og ressurskrevende. Ved involvering skaper dette en form for tilhørighet og forpliktelse, og gir engasjement til arbeidere. Å utarbeide planene som tilhører planstrukturen i IP, kan også oppleves av de på anleggskontoret, som tidkrevende og at det går for mye tid til dette formålet. Det skal totalt utarbeides fem planer der to planer er strategiske mens tre av disse er operative planer, som revideres jevnlig. Dersom nytten ikke oppleves som tilstrekkelig i forhold til tidsbruken for å lage disse planene, så vil planene ikke bli tatt i bruk.

5.3. Hvilke forhold kreves for at implementeringen av IP skal lykkes?

I litteraturen listes de forhold som kreves for at implementering av IP skal kunne skje vellykket. Dette belyses i kapittel 2.4.2 der Veidekkes veileder (Lauritzen, 2016), og en bok som er utgitt i samarbeide med Veidekke (Kalsaas, 2017), ble analysert. Gjennom analysen kom disse fem punktene frem som faktorer som krevdes for at implementering av IP skal lykkes:

1. Støtte fra administrasjon og ledelse.
2. Lokal tilpassing, da IP er en helhetlig metodikk.
3. Opplæring og støttespillere.
4. Informasjonsflyt og visualisering.
5. Forankring hos egne ansatte og underentreprenører.

Gjennom å oppfylle de fem punktene vil man dermed nå en forenklet implementeringsfase sammenlignet med å ikke følge dem. Det nevnes derimot av Fixsen et al. (2005) at dersom en av de fem punktene har en dårligere kvalitet, så kan dette kompenseres med en økning av de andre. Det vil med andre ord sies at ved en redusert støtte fra administrasjon og ledelse, kan dette eksempelvis kompenseres ved en sterkt forankring hos egne ansatte og underentreprenører.

De utarbeidede punktene som kreves for god implementering, er i første rekke analysert og beskrevet for implementering av involverende planlegging. Selv om IP metodikken har sine egne tilpassinger i forhold til LP, er ikke disse avgjørende når det kommer til implementeringen av metodikkene. Ved at grunnmuren er lik for begge metodikkene, kan man på tross av enkelte ulikheter si at implementering og kriteriene som bør ligge til grunn for å lykkes, er de samme.

5.4. Hva er ulikt i Last Planner System og Involverende Planlegging?

Veidekkes IP-metodikk er en videreutvikling av LPS og har dermed noen andre elementer med. Metodikkene er bygd opp på like prinsipper, definert av Ballard et al. (2009), og har dermed store likhetstrekk:

1. Økende detaljplanlegging jo nærmere utførelsen vi kommer.
2. Planer lages sammen med de som skal gjøre arbeidet.
3. Hindringer identifiseres og fjernes i fellesskap.
4. Gi og få pålitelige løfter.
5. Lære av feil.

Det nevnes noen ulikheter mellom IP og LPS i teorien, som fremkommer i kapittel 2.2.2 og er basert på boken til Kalsaas (2017). Ulikhetene som fremgår, har med at Veidekke har tilpasset Last Planner System for å kunne benyttes i deres kultur og etter deres visjoner. Ulikhetene beskriver at IP vektlegger begreper arbeidsdeling i tid, som medfører at ulike ledelsesnivåer planlegger med fokus på ulike tidsvinduer. Dette har LP ikke valgt å vektlegge. IP har også forsøkt å gjøre det enklere å benytte de ulike planene, ved å beskrive sammenhengen mellom planene og de ulike møtene. Det angis dermed hvilke møter som skal behandle de ulike planene. I LP har måling av PPU vært et sentralt element, dette har til nå ikke hatt samme posisjon i IP. Håndverkeren har i IP fått en større plass, der metodikken fokuserer på å involvere alle i planleggingen av egen hverdag. IP har også valgt å sette basen og i siste instans håndverkeren som den siste planlegger, i motsetning til LP som benytter formannen til dette. Dette har medført til at IP har lagt til lagsplanen som et femte plannivå. Veidekke har i lengre tid benyttet morgenmøter, som en samling av arbeidslagene om morgenen, og da faller dette møtet naturlig inn som et ekstra ledd i planstrukturen. Endringene og tilpassingene er naturlige og positive for håndverkere, samt anleggsledelsen som skal ha ansvaret for prosjektene.

En rekke av disse ulikhetene er forenelige med teorien om de to metodene. Men i boken av Kalsaas (2017) beskrives det at; "Mens Last Planner ikke har noen fast struktur for hvordan hindringsanalysene skal gjøres, bruker vi i IP de syv forutsetningene for en sunn aktivitet". Som det fremgår av andre kilder, som Koskela (1999) og Bertelsen (2012), så beskrives også de syv forutsetningene som en del av Last Planner System. Det menes dermed at de syv forutsetningene gjelder for begge metoder, og at det på den måten ikke kan beskrives som en forskjell mellom IP og LPS.

6. Konklusjon

I dette kapitlet konkluderes det på bakgrunn av analysen som er gjort av de ulike delspørsmålene. Det blir også diskutert om metodevalget som ble tatt var godt nok, og til sist noen forslag til videre forskning.

Masteroppgavens problemstilling:

- **Hvordan bidrar BIM-kiosken til bruk av IP/LPS-metodikkene i byggeprosjekter?**

BIM-kiosken bidrar til bruk av Involverende planlegging og Last Planner System ved at den er med på å involvere håndverkere og baser, altså de siste planleggerne, i større grad. Dette gjøres ved at de har tilgjengelig, oppdatert informasjon visualisert på byggeplassen når de trenger det. På bakgrunn av tilgjengelig informasjon, er kiosken en samhandlingsarena som muliggjør raske avgjørelser, som skaper flyt i produksjonen. Den er ved dette med på å forbedre kommunikasjonen og samarbeidet. Kiosken har ikke innvirkning på plansystemer og avgjørelser som tas av ledelsen. Gjennom bruk av BIM-kiosken, vil det forekomme økt bruk av elementer i metodikken Involverende planlegging.

Hvordan en byggeplass kommer til å se fremover i tid, er vanskelig å spå. Men at digitale verktøy kommer til å bli en del av hverdagen er meget sannsynlig. Om BIM-kiosken er et forbigående fenomen, eller om den kommer til å bli det viktigste i verktøykassen til en håndverker, er umulig å vite. Men at den fremover kommer til å bli utviklet videre, og får flere tilpassede og tilrettelagte verktøy, er allerede pågående prosesser.

BIM-kiosken, som karakteriseres som en samhandlingsarena, benyttes i dag, og har sin forse, innen visualisering av fremdriftsplaner, tegningsdetaljer og 3D-modeller. Det at den er en samhandlingsarena der ulike faggrupper kan samles for å drøfte utfordringer, sees på som et av de viktigste bidragene kiosken gir en byggeplass. Ved å se på elementene som LPS og IP deles opp i, så ser man tydelig ut ifra likertskalen at kiosken ikke dekker alle elementene. Siden kiosken står ute på byggeplassen, har den ikke innvirkning på elementer som omhandler styringsprosesser og hvordan aktiviteter og møter utføres. Både LPS og IP-metodikkene har fokus på å skape flyt. BIM-kiosken er med på å eliminere sløsing og skape flyt, gjennom mindre gangtrafikk til og fra anleggskontor, samt at avgjørelser tas raskt ute på byggeplassen.

For å benytte IP som metodikk kreves det at det settes av ressurser for å implementere elementene den består av. Det kreves dermed en støtte fra administrasjon og ledelse for blant annet å tilby opplæring og ha støttespillere tilgjengelig. For at metodikken skal bli tatt i bruk, krever det også at det er en forankring hos egne ansatte og underentreprenører. Den må også tilpasses ethvert prosjekt da IP ses på som en helhetlig metodikk. For å oppnå effekt av metodikken, er man avhengig av informasjonsflyt og bruk av visuelle hjelpemidler, som eksempelvis BIM-modellen. Siden Veidekke har tilpasset IP til sin virksomhet, er det noen elementer som er ulike i forhold til LPS. Ved at metodikkene er basert på like prinsipper, kan

man på tross av enkelte ulikheter si at implementering og kriteriene som bør ligge til grunn for å lykkes, er de samme.

BIM-kiosken har i dag, med sine funksjoner, ikke muligheter til å supplere alle kriteriene IP og LPS består av. For at den skal kunne dekke flere, og i fremtiden alle kriteriene, er det i første rekke viktig at de som skal benytte kiosken får tilstrekkelig opplæring. Det krever også at entreprenørene krever av sine underentreprenører at de skal benytte kiosken. For å utvikle og utnytte kiosken videre, kan det også forsøkes å utføre flere møter, eksempelvis drifts- eller basemøter, ute på byggeplassen ved BIM-kiosken. Det må da være muligheter for å endre elementer i programmene. Dette kan gjøres ved en egen innloggingsfunksjon for enkeltpersoner. Ved å benytte den til møter blir kiosken med det en viktigere brikke i det daglige arbeidet, samt at flere bestemmelser som er knyttet til disse møtene påvirkes av BIM-kiosken.

6.1. Diskusjon av metodevalg

Etter innhøsting av resultater og etter endt analyse, er det nødvendig å se seg selv i speilet for å se om resultatene er gode nok. Kunne resultatene vært bedre dersom det ble benyttet andre metoder for å besvare forskningsspørsmålene? Hadde det for eksempel blitt andre og bedre resultater dersom det ble valgt andre intervjupersoner, eller om de hadde vært flere? I metodekapitlet ble det valgt en metode, denne i likhet med andre metoder hadde en risiko for at resultatene ikke ble tilfredsstillende.

Det ble blant annet valgt å se på ett firma og ett prosjekt i denne bedriften. Å bare se på ett prosjekt kan ses på som en svakhet, og man kunne fått mer data dersom flere prosjekter hadde blitt studert. Gjennom å studere flere prosjekter, er også mulighetene for et annet og mer generaliserbart resultat. Det har til gjengjeld blitt høstet mer kvalitativ data, og det er blitt oppnådd en dybde og forståelse for hva intervjupersonene mener. At Veidekke ble benyttet som eneste bedrift, ses derimot ikke på som en svakhet, da bedriften er en av de ledende entreprenørbedriftene i Norge og satser tungt både innenfor BIM og IP. Det kan selvfølgelig argumenteres mot at man hadde fått andre resultater dersom man hadde intervjuet en annen bedrift. Men det menes at størrelsen, erfaringen og kompetansen som Veidekke besitter, er en viktig faktor og at resultatene ikke er noe å bestride.

Ved å intervju personer som er ansatte i Veidekke, kan dette medvirke at disse vil fremstille sin bedrift bedre enn den faktisk er. Under intervjuer og observasjon, har det fremkommet både positive og negative sider av både BIM-kiosken og IP-metodikken. Intervjupersonene har også vært åpne om hva som fungerer og hva som ikke fungerer. De oppfattes dermed som troverdige og fremstår som interessert i temaet, samt at de videre ønsker å bidra for å videreutvikle bransjen og påvirke den i positiv retning. I henhold til Lean-tankegangen er de heller ikke fremmed for å dele resultatene med andre.

Forskningsspørsmålene ble besvart gjennom kvalitative metoder, og ved bruk av litteratursøk, intervjuer og observasjon. Det menes fremdeles at dette var riktige valg av metoder. Forskningsspørsmålene ble best besvart gjennom å søke dybde og forståelse. Intervju og observasjon er ut fra teori, metoder som supplerer hverandre. Det eneste spørsmålet som man kunne valgt å gå i bredden på er forskningsspørsmål som omhandler; "Hva er en BIM-kiosk og hvordan brukes den?", der man ved hjelp av en større innsamling av data kunne fått flere synspunkter på hvordan den brukes. For å besvare dette spørsmålet, og får å få et mer generaliserbart svar, kunne man valgt å utarbeidet en spørreundersøkelse. Det anses i lys av dette, og med hensyn til de kriteriene som er nevnt i kildekritikkapitlet 3.7, at resultatene tilfredsstillende TONE-prinsippene. Resultatene som fremkommer menes også tilfredsstillende den overførbarhet som er påkrevet. Dette ved at resultatene som fremkommer, menes å ikke være spesifikke for et spesielt prosjekt men kan benyttes til andre prosjekter og bedrifter innenfor samme bransje.

I ettertid ser man at det er en rekke underkriterier som ligner på hverandre. Dette medfører at flere kriterier sier litt om det samme. For å unngå dette kunne man valgt å ta bort noen av underkriteriene, men det hadde da blitt utfordrende å vite hvilket kriterium det aktuelle underkriteriet skulle fjernes fra. Det menes også at de ulike underkriteriene ikke alltid er like treffende for å karakterisere de ulike kriteriene. Så selv om kiosken har flere bidrag innenfor

kriteriet, så vises ikke dette. En kritikk til å benytte rangeringen som er gjort, er at dersom det er ett underkriterium som får full score (3), og resterende underkriterium får null, så får de kriteriene med ett fåtall underkriterium en høyere total score enn de kriteriene med flere underkriterier. Man kan dermed bli villedet gjennom at kriteriet har et likt antall underkriterier med maksimal score, men den totale scoren blir ulik, da den ene har totalt færre underkriterier.

6.2. Videre forskning

- BIM-kiosker er et relativt nytt verktøy og hvordan disse per i dag brukes på byggeplassen, er lite dokumentert. For å få et større innblikk i hvordan BIM-kiosken brukes, hva som fungerer og hva som ikke fungerer, kan et casestudie med erfaringsutveksling og observasjoner av hvordan arbeidere bruker kiosken utføres.
- For å overbevise flere prosjektledere og byggherrer at BIM-kiosken er et verktøy som bidrar positivt i byggeprosessen, kan det med hensikt gjøres et studie der det tallfestes hvor mye eller hvor stor påvirkning kiosken har på ulike prosesser eller aktiviteter.
- Et studium som ligner på denne oppgaven, kan utføres ved en annen bedrift eller prosjekt. Det kan også gjøres ved flere bedrifter eller prosjekter, og med det få andre resultater.
- For at BIM-kiosken skal kunne påvirke bruken av IP- og LPS-metodikken i større grad, kan det gjennomføres et studie der effekten og nytten av å utføre flere møter ved kiosken, eksempelvis drifts- eller basemøter, blir sett på.

Litteraturliste

- Alarcón, Luis F., & Calderon, Rodrigo. (2003, 2003/01/01). *A Production Planning Support System for Construction Projects*. Paper presented at the 11th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Virginia, USA.
- Alarcón, Luis F., Diethelm, Sven, Rojo, Oscar, & Calderon, Rodrigo. (2005, 2005/07/19). *Assessing the Impacts of Implementing Lean Construction*. Paper presented at the 13th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Sydney, Australia.
- Alarcón, Luis F., Grillo, Alejandro, Freire, Javier, & Diethelm, Sven. (2001, 2001/08/06). *Learning From Collaborative Benchmarking in the Construction Industry*. Paper presented at the 9th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Singapore, Singapore.
- Andersen, Erling S., Grunde, Kristoffer V., & Haug, Tor. (2009). *Målrettet prosjektstyring*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Aubert, Vilhelm. (1985). *Det skjulte samfunn*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Austrheim, Bente, Berbu, Bodil, Mæle, Ane, & Norvevik, Jørgen Reboli. (2002). *Ordre- og informasjonsflyt i en grafisk bedrift*. (Hovedoppgave), Høgskolen i Gjøvik, Gjøvik. Retrieved from <https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/143022/dINFO.pdf?sequence=1>
- Balke, Kristian. (2015, 06.04.2015). Sett krav om BIM! *bygg.no*. Retrieved from <http://www.bygg.no/article/1232207>
- Ballard, Glenn. (1994). The last planner. *Northern California Construction Institute, Monterey, California, 1-8, 1-8*.
- Ballard, Glenn. (2000). *The Last Planner System of production control*. (Doctor of philosophy), University of Birmingham.
- Ballard, Glenn, Hammond, Jamie, & Nickerson, Romano. (2009). *Production control principles*. Paper presented at the Proceedings of the 17th annual conference of the International Group for Lean Construction, Tapei, Taiwan.
- Bernardes, Mauricio M. S., & Formoso, Carlos T. (2002, 2002/08/06). *Contributions to the Evaluation of Production Planning and Control Systems in Building Companies*. Paper presented at the 10th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Gramado, Brazil.
- Bertelsen, Sven. (2005). Håndbog i Trimmet Byggeri. *Foreningen Lean Construction-DK, Version, 1*.
- Bertelsen, Sven. (2006). PPU på 100%. Retrieved from <http://www.leanconstruction.dk/media/24483/2006Trimmet11.pdf>
- Bertelsen, Sven. (2012). *Håndbog i Trimmet Byggeri* Vol. 2.1. R. Simonsen, A. K. Christoffersen, P. Henningsen, & S. Bertelsen (Eds.), Retrieved from <http://www.leanconstruction.dk/media/8947/H%C3%A5ndbog%20v%202.1.pdf>
- Bertelsen, Sven, Koskela, Lauri, Henrich, Guilherme, & Rooke, John. (2006, 2006/01/01). *Critical Flow – Towards a Construction Flow Theory*. Paper presented at the 14th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Santiago, Chile.
- Bjørnenak, T, & Stensland, V. (2009). Prestasjonsmåling av leverandører. In B. T. Kalsaas (Ed.), *Ledelse av verdikjeder* (pp. 117-128). Trondheim: Tapir Akademisk Forlag.

- Björnfot, Anders, Johnsson, Helena, & Simonsson, Peter. (2012, 2012/07/18). 'Find-Think-Write-Publish' - *Lean Thinking in Scientific Paper Writing*. Paper presented at the 20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, San Diego, USA.
- Blekesaune, Arild. (2018). Kvalitativ metode. Retrieved 19.04.18 <http://www.sv.ntnu.no/iss/Arild.Blekesaune/SOS1002-V05/Forelesning23.pdf>
- Bråthen, Ketil, Fløyen, Cecilie, Moland, Leif E, Moum, Anita, & Skinnarland, Sol. (2016). *SamBIM - Bedre samhandling i byggeprosessen med BIM som katalysator*. Retrieved from fafo.no: <http://www.faf.no/images/pub/2016/20602.pdf>
- Bråthen, Ketil, & Moland, Leif E. (2016). *Samhandling og BIM på byggeplass*. Retrieved from fafo.no: <http://www.faf.no/images/pub/2016/20578.pdf>
- Byggeindustrien. (2016, 22.12.2016). Veidekke velger 4D. *bygg.no*. Retrieved from <http://www.bygg.no/article/1298406>
- Byggeindustrien. (2017, 29.05.2017). Skanska ruller ut BIM-kiosker. *bygg.no*. Retrieved from <http://www.bygg.no/article/1316008>
- Bølviken, Trond. (2013). *Lean Construction og Involverende planlegging*. Paper presented at the Norges bygg-og eiendomsforening.
- Bølviken, Trond, & Kalsaas, Bo Terje. (2011). *Discussion on strategies for measuring work flow in construction*. Paper presented at the Proceedings 19th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Grana y Montero and Pontificia Universidad Catolica del Lima, Lima, Peru, Lima, Peru. <https://iglcstorage.blob.core.windows.net/papers/attachment-964fc342-96e1-4511-bad6-9366abc0d82b.pdf>
- Camilleri, Emanuel. (2016). Information Flow and Knowledge Management *Project Success: critical factors and behaviours* (pp. 159-193). Farnham: Routledge.
- Catley, Craig. (2013). Why strategic planning needs to be transparent. Retrieved from <https://www.strategyblocks.com/blog/why-strategic-planning-needs-to-be-transparent/>
- Chrysostomou, Vassos (Producer). (2000). KPIs and Benchmarking for the Housing Sector.
- Dalland, Olav. (2012). *Metode og oppgaveskriving (5. utg.)*. Oslo: Gyldendal Akademisk.
- Daniel, Emmanuel I., Pasquire, Christine, & Dickens, Graham. (2015, 2015/07/29). *Exploring the Implementation of the Last Planner® System Through IGLC Community: Twenty One Years of Experience*. Paper presented at the 23rd Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Perth, Australia.
- Durlak, Joseph A, & DuPre, Emily P. (2008). Implementation matters: A review of research on the influence of implementation on program outcomes and the factors affecting implementation. *American journal of community psychology, 41*(3-4), 327-350.
- Fixsen, Dean L, Naoom, Sandra F, Blase, Karen A, & Friedman, Robert M. (2005). Implementation research: a synthesis of the literature.
- goBIM. (2018). Hvorfor velge goBIM. Retrieved from <http://gobim.no/hva-er-bim-hvorfor-gobim/>
- Greenberg, Mark T, Domitrovich, Celene E, Graczyk, Patricia A, & Zins, JE. (2005). The study of implementation in school-based preventive interventions: Theory, research, and practice. *Promotion of Mental Health and Prevention of Mental and Behavioral Disorders 2005 Series V3, s.21*.
- Grong, Lise Kjerringvåg. (2013). *BIM i produksjon*. (Master), NTNU. Retrieved from https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/232456/644975_FULLTEXT01.pdf?sequence=1

- Harris, Frank, & McCaffer, Ronald. (2013). *Modern construction management*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Hart, Chris. (2001). *Doing a literature search: a comprehensive guide for the social sciences*. London: Sage.
- Henriksen, Kai Krüger [red]. (2009). *Veidekke Magasin*. (4).
- Hermanrud, Ole Christian , Vallandingham, Logan Reed , Romsdal, Morten Sondre , Haarr, Kåre Johan , Birkeland, Torbjørn , & Skjerve, Per Martin (Producer). (2018). Last Planner System. Retrieved from http://www.nitr.no/Files/324c096d-f4f2-e411-941e-005056ae61a7_root/m%C3%B8tepresentasjoner/m%C3%B8tepresentasjoner/2015/150422_eksperter_i_team_gruppe_2.pdf
- Horikiri, Toshi, Kieffer, Don, Tanaka, Takashi, & Flynn, Craig. (2009). A Toyota Secret Revealed: The Oobeya Room—How Toyota Uses This Concept to Speed Up Product Development. *PDMA Visions Magazine*, 9-13.
- iglc.net. (2018). The International Group for Lean Construction. from IGLC <http://www.iglc.net/Home/About>
- Jones, Stephen A. (2015). *Measuring the impact of BIM on Complex buildings*. Retrieved from Bedford: <https://c.ymcdn.com/sites/www.nibs.org/resource/resmgr/Docs/BIMSmartMarketReport.pdf>
- Kalsaas, Bo Terje (Ed.) (2017). *Lean Construction - forstå og forbedre prosjektbasert produksjon*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Kalsaas, Bo Terje, & Bølviken, Trond. (2010). *The flow of work in construction: a conceptual discussion*. Paper presented at the Proceedings IGLC18. Technion-Israel Institute of Technology, Haifa, Israel. <https://iglcstorage.blob.core.windows.net/papers/attachment-3c5e0725-d872-4092-bb3d-111fbb39e949.pdf>
- Kalsaas, Bo Terje, Skaar, John, & Thorstensen, Rein Terje. (2010). System og resultater fra utprøving av planleggingsmetoden "Last Planner"(Lean Construction) på Havlimyra oppvekstsenter i Kristiansand kommune. *Byggkostprogrammet, University of Agder and Skanska Region Agder, Grimstad*.
- Karlsen, Jan Terje. (2013). *Prosjektledelse: fra initiering til gevinstrealisering*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Karlsen, Per Øyvind. (2018). Definisjon av interoperabilitet. Retrieved from <http://interoperability-definition.info/no/>
- Kensek, Karen M. (2014). *Building information modeling*. Hoboken, New Jersey: Routledge.
- Koskela, Lauri. (1999). *Management of production in construction: a theoretical view*. Paper presented at the Proceedings of the 7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Berkeley, USA. <http://usir.salford.ac.uk/9429/>
- Koskela, Lauri. (2000). *An exploration towards a production theory and its application to construction*
- Koskela, Lauri. (2004). Making-do—The eighth category of waste.
- Koskela, Lauri, Stratton, Roy, & Koskenvesa, Anssi. (2010). *Last planner and critical chain in construction management: comparative analysis*. Paper presented at the Proceedings of the 18th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Haifa, Israel.
- KPI Working Group. (2000). *KPI Report for the Minister for Construction*. Retrieved from London:

- Kubba, Sam. (2012). *Handbook of green building design and construction: LEED, BREEAM, and Green Globes*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Lagos, Camilo Ignacio. (2017). *Development and implementation of tools for the improvement of Last Planner information management. (Desarrollo e implementación de herramientas para el mejoramiento de la gestión de la información de Last Planner)*. (Master of Science in Engineering), Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile.
- Lagos, Camilo Ignacio, Herrera, Rodrigo Fernando, & Alarcón, Luis Fernando. (2017, 2017/07/09). *Contributions of Information Technologies to Last Planner System Implementation*. Paper presented at the 25th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Heraklion, Greece.
- Lauritzen, Gunnar (Producer). (2016, 08.02.18). Involverende planlegging i produksjon. Retrieved from <http://docplayer.me/5820873-Involverende-planlegging-i-produksjon.html>
- Letelier Osés, José Antonio (2014). *Análisis en el tiempo del indicadores de control de avance utilizados en software computacional "impera" para pronosticar efectos futuros en proyectos de construcción*. (Masters), Universidad de Chile, Chile. Retrieved from http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/116619/cf-letelier_jo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Moore, Ron. (2011). *Selecting the right manufacturing improvement tools: what tool? when?* Oxford: Butterworth-Heinemann.
- NBIMS-US. (2018). Frequently asked questions about the national BIM standard- United States. Retrieved from <https://www.nationalbimstandard.org/faqs-faq1>
- NTI CADcenter. (2018, 26.04.18). Bruker 4D på et av Oslos mest spennende byggeprosjekt. *bygg.no*. Retrieved from <http://www.bygg.no/annonsorinnhold/1332992?category=content+marketing>
- Olivencia, Sandrine (2014). Lean Project Management Using "Oobeya". Retrieved from <https://www.infoq.com/articles/lean-project-management-oobeya/>
- Orgeret, Kristin Skare. (2017). Kildekritikk *Store norske leksikon*.
- Ruwanpura, Janaka Y, Hewage, Kasun N, & Silva, LP. (2012). Evolution of the i-Booth© onsite information management kiosk. *Automation in construction*, 21, 52-63.
- Shingo, Shigeo. (1988). *Non-stock production: the Shingo system of continuous improvement*. Portland, Oregon: CRC Press.
- Skanska. (2018). Lean Construction. Retrieved from <https://www.usa.skanska.com/what-we-deliver/services/lean-construction/>
- Standard Norge. (2017). Standardisering. Retrieved 25.01.18, from Standard Norge <https://www.standard.no/standardisering/>
- Statsbygg. (2017). En digital revolusjon på Remmen. Retrieved from <http://statsbygg.no/Nytt-fra-Statsbygg/Nyheter/2017/En-digital-revolusjon-pa-Remmen/?Feedback=posted-FeedbackForm>
- Strand, Sindre Sverdrup. (2017, 14.19.2017). Veidekke lanserer fleksibel BIM-kiosk. *bygg.no*. Retrieved from <http://www.bygg.no/article/1326096>
- Synchro. (2018). About Synchro Software. Retrieved from <https://www.synchro ltd.com/about/>
- Sørli, MA, Ogden, T, Solholm, R, & Olseth, AR. (2010). Implementeringskvalitet—om å få tiltak til å virke: En oversikt. *Tidsskrift for Norsk Psykologforening*, 47, 315-321.

- Ulleberg, Hans Petter. (2002). Vitenskapsteori. Retrieved from <http://www.sv.ntnu.no/ped/hans.petter.ulleberg/VITEORI.htm>
- van Berlo, Léon AHM, & Natrop, Mathijs. (2015). BIM on the construction site: providing hidden information on task specific drawings. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 20(7), 97-106.
- Veidekke. (2015). Involverende planlegging i produksjon - faktaark. Retrieved 22.01.18 <http://veidekke.no/incoming/article8702.ece/binary/Faktaark-Involverende-Planlegging-2015.pdf>
- Veidekke. (2016). Vitaminveien 11, Storo. Retrieved from <http://veidekke.no/prosjekter/article22604.ece>
- Veidekke. (2018). Fakta om Veidekke. Retrieved from <http://veidekke.no/om-oss/article8949.ece>
- Vestermo, Aleksander, & Murvold, Vegar. (2016). *Bruk av BIM-kiosker i produksjonsfasen av byggeprosjekter*. (Master), NTNU.
- Vestermo, Aleksander, Murvold, Vegar, Svaalestuen, Fredrik, Lohne, Jardar, & Lædre, Ola. (2016, 2016/07/20). *BIM-Stations: What It Is and How It Can Be Used to Implement Lean Principles*. Paper presented at the 24th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Boston, USA.
- Viana, Daniela Dietz, Mota, Bruno, Formoso, Carlos T., Echeveste, Márcia, Peixoto, Marjana, & Rodrigues, Caroline L. (2010, 2010/07/14). *A survey on The Last Planner System: Impacts and difficulties for implementation in Brazilian companies*. Paper presented at the 18th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Haifa, Israel.
- Wikström, Kim, & Gustafsson, Claes. (1999). Ett skapande kaos. *Projektitoiminta*, 12(1), 24-25.
- Womack, James P, Jones, Daniel T, & Roos, Daniel. (1990). *The machine that changed the world: The story of lean production, Toyota's secret weapon in the global car wars that is revolutionizing world industry (New Ed.)*. New York: First Free Press.
- Wæhle, Espen, & Sterri, Aksel Braanen. (2018). Case Studie. Retrieved 13.04.18, from Store Norske Leksikon <https://snl.no/case-studie>
- Yin, R.K. (2013). *Case Study Research: Design and Methods*. London: SAGE Publications.



Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway