



PPU i Veidekke

Et verktøy for økt produktivitet

Magnus Risstad

Bygg- og miljøteknikk

Innlevert: juni 2017

Hovedveileder: Amund Bruland, IBM

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for bygg- og miljøteknikk

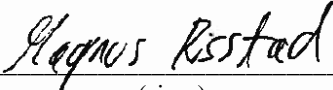


Oppgavens tittel: PPU i Veidekke Et verktøy for økt produktivitet	Dato: 15.6.2017		
	Antall sider (inkl. bilag): 146		
	Masteroppgave	X	Prosjektoppgave
Navn: Magnus Risstad			
Faglærer/veileder: Amund Bruland			
Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere: Runar Alstad			

<p>Ekstrakt:</p> <p>Denne oppgaven er skrevet ved Institutt for bygg- og miljøteknikk, ved Fakultet for Ingeniørvitenskap og teknologi ved Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet. NTNU.</p> <p>Masteroppgavens formål har vært å se om PPU-målinger kan være med å øke produktiviteten til Veidekke i deres prosjekter. Det har blitt sett på PPU og produktivitet, for å se om høy PPU-verdi tilsvarer god produktivitet hos fagarbeidere. Oppgaven har sett på hvordan Veidekkes gjennomfører produksjonsplanlegging, og hvordan PPU kan brukes systematisk for å forbedre denne. Det er sett på hva teorien anbefaler som «beste praksis» PPU-målinger og det blitt utarbeidet et forslag til «beste praksis» PPU-målinger basert på teori og empiri.</p> <p>Gjennomførte metoder for å besvare oppgaven er; litteratursøk, PPU- og enkle produktivetsmålinger, Intervju med Veidekke ansatte og deltagende observasjoner fra et av Veidekkes prosjekt i Trondheim.</p>

Stikkord:

1. PPU
2. Produktivitet
3. Kontinuerlig forbedring
4. Last Planner System


(sign.)

Forord

Denne oppgaven er skrevet ved Institutt for bygg- og miljøteknikk, ved Fakultetet for Ingeniørvitenskap og teknologi ved Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet, NTNU. Oppgavens arbeid er gjennomført vårsemesteret 2017 og tilsvarer 30 studiepoeng.

Oppgaven omhandler PPU-målinger og hvilken sammenheng disse kan ha med produktivitet. Måling av PPU er noe jeg personlig tror kan være med å bidra til at en bedrift klarer å vedlikeholde en kontinuerlig forbedring av sin produksjon, og dermed bidra til å øke produktiviteten hos egne fagarbeidere. Det presenterte forslaget til “beste praksis” PPU-målinger er ment å være et bidrag til Veidekkes forbedringsarbeid, samt å styrke min egen kompetanse innenfor produksjonsplanlegging.

Masteroppgaven er gjennomført i samarbeid med Veidekke Entreprenør AS. De har gitt meg mulighet til og observere møter relevante for produksjonsplanleggingen, gitt meg tilgang til relevant informasjon og latt meg få snakke med nøkkelpersoner. Jeg vil dermed få takke Veidekke for å ha gitt meg denne muligheten. Da spesielt Runar Alstad for deling av sin kunnskap om Involverende Planlegging, Arnfinn Aune for å dele sitt syn på produksjonsplanlegging og nyttige innspill til oppgaven, og Rune Braa for informasjon om bruk av PPU-målinger i produksjonen. Jeg vil samtidig rette en stor takk til anleggsledelsen og fagarbeidere på Lilleby for sin samarbeidsvilje, nyttige innspill og deling av erfaringer. Videre vil jeg også rette en takk til Ståle Brovold for å ha brakt opp muligheten til å skrive om temaet for oppgaven. Samt til Atle Engebø og Daniel André Danielsen for innspill til oppgavens utforming underveis. Til slutt vil jeg rette en takk til Frode Drevland fra IBM ved NTNU for verdifulle faglige innspill underveis med oppgaven, samt veilederen min Amund Bruland, for sine innspill til oppgavens struktur og innhold.

Magnus Ristad
Trondheim, 15-6-2017

Sammendrag

Det er en utbredt oppfatning at byggebransjen de siste 10-15 årene har hatt en lav produktivetsutvikling. For å forbedre denne har flere bedrifter sett på implementering av Lean Construction. Veidekke entreprenør har gjort dette med hjelp av sitt eget Lean system «Involverende Planlegging» (IP). Last Planner systemet ble i sin tid presentert som et kontrollsystem til Lean, hvor blant annet PPU-målinger (Prosent Planlagt Utført) er en kontrollparameter. PPU måler hvor pålitelig ukeplanene er og det er i tidligere publisert litteratur vist at produktiviteten til fagarbeidere kan øke ved bedre planpålitelighet. Last Planner systemet og Veidekkes Involverende Planlegging har flere fellestrekk. I den forbindelse ønsker Veidekke å se på om PPU-målinger kan benyttes til å indirekte måle produktivitet, ved at man måler hvor mye av det man planlegger som blir utført. Oppgaven hadde som formål og besvare problemstillingen:

Kan bruk av PPU være med på å øke Veidekkes produktivitet i deres prosjekt?

Oppgaven har sett på om det er en korrelasjon mellom PPU-målinger og produktivitet hos Veidekke. For slik å kunne vurdere om PPU kan gi et representativ bilde av egne fagarbeideres produktivitet. Det har også blitt vist hvordan PPU kan bidra til kontinuerlig forbedring i Veidekke. Da det har blitt tatt utgangspunkt i at en økning av produktivitet kan komme som et resultat av forbedringsarbeid. Formålet med oppgaven har vært å besvare dette gjennom teori og empiri fra to av Veidekkes prosjekter. I besvarelsen av oppgavens problemstilling har det blitt arbeidet med fire forskningsspørsmål:

1. Hva er beste praksis PPU-målinger?
2. Hvilken sammenheng er det mellom PPU og produktivitet?
3. Hvordan kan Veidekke systematisk bruke PPU til å forbedre sin egen planlegging?
4. Hvordan gjennomføres produksjonsplanlegging i Veidekke?

Forfatters prosjektoppgave fra høsten 2016 ble brukt som utgangspunkt for oppgaven, og en litteraturstudie fra arbeidet med denne ble brukt som utgangspunkt for det teoretiske rammeverket for oppgaven, beskrevet i teorikapittelet. Her presenteres teori om begrepene kontinuerlig forbedring og Last Planner systemet, en definisjon på hva PPU-

målinger er og ulike suksessfaktorer/fallgruver for disse, samt teori om produktivitet og hvordan denne kan måles. Gjennom måling av PPU og produktivitet ble det sett på forholdet mellom disse. I tillegg ble det gjennomført intervju og deltagende observasjoner for å se hvordan PPU kan benyttes inn i Veidekkes produksjonsplanlegging og forbedringsarbeid.

Oppgaven diskuterer forskningsspørsmålene, gjennomføring av oppgaven og presenterer et forslag til hvordan måling av PPU kan gjennomføres i henhold til beste praksis. Forslaget er basert på teori, samt egne observasjoner og funn. Det er kun ment som et utkast og vil være et utgangspunkt med rom for egne tilpasninger avhengig av egen organisasjon og ambisjonsnivå. Ut fra oppgavens resultat kan det ikke konkluderes med at PPU indirekte kan gi et bilde av egne fagarbeideres produktivitet. Enkelte funn kan likevel indikere at det er en positiv korrelasjon mellom PPU og produktivitet og at planpåliteligheten kan øke ved å benytte anbefalinger fra forslaget til beste praksis.

Abstract

The productivity development in the construction industry has been proclaimed low for the last 10-15 years in Norway. To improve this, more companies have implemented Lean Construction. The contractor Veidekke has implemented Lean construction through their own Lean system called "Involving Planning" (IP). The Last Planner system was presented as a control system to Lean, where PPC measurements (Percent Plan Complete), among other things, are a control parameter. PPC measures the reliability of weekly work plans, and previously published literature has shown that the productivity of the work-crews can increase by improving plan reliability. The Last Planner System and Veidekkes Involved Planning have many common features. Due to this similarity, Veidekke wants to look at whether PPC-measurements can be used to indirectly measure productivity by measuring how much of the plans are being completed in time. The main question for this thesis was:

Can the use of PPC help increase Veidekke's productivity in their project?

It has been studied whether there is a correlation between PPC measurements and productivity at Veidekke. This in order to assess whether PPC can provide a representative picture of the productivity of a contractors own work crews. It has also been shown how PPC can contribute to continuous improvement in Veidekke. Due to the assumption that an increase in productivity can come as a result of maintaining continuous improvement. The purpose of the thesis has been to answer the thesis question through theory and collected empirical data from two of Veidekke's projects. To be able to answer the thesis question, four research questions have driven this research:

- What are best practice for PPC measurements?
- How is the relationship between PPC and productivity?
- How can Veidekke systematically use PPC to improve its own planning?
- How is production planning carried out in Veidekke?

The author's project assignment from the autumn of 2016 was used as a starting point for this thesis, and a literature study included in the assignment was used as a starting point for the theoretical framework described in the theory chapter. The theory chapter presents concepts of continuous improvement, the Last Planner system, a definition of what PPC measurements are, different success factors/pitfalls for these, as well as theory of productivity and how it can be measured. The work performed for this thesis, included obtaining test measures for PPC and productivity, which would lead to a consideration of the relationship between these two variables. In addition, interviews and participatory observations were conducted to see how PPC can be used in Veidekke's production planning and improvement effort.

The thesis discusses the research questions, the work performed for obtaining the data for this thesis, and presents a proposal for how measurement of PPC can be conducted according to best practices. The proposal is based on theory, as well as the presented observations and findings in this thesis. The proposal is only meant as a draft and will be a starting point with room for customizations depending on your organizational structure and ambition level. Based on the results from the empirical studies shown in this thesis, it can not be concluded that PPC indirectly can give a correct view of the productivity of a contractor's work crews. However, some presented findings may indicate that there is a positive correlation between PPC and productivity and that plan reliability can be increased by using recommendations from the presented best practice proposal.

Innhold

Forord	iii
Sammendrag	v
Abstract	vii
Forkortelser	xvii
1 Introduksjon	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Prosjektbeskrivelse	3
1.3 Formål	4
1.4 Forskningsspørsmål	5
1.5 Avgrensning	5
1.6 Oppbygging	7

2 Metode	11
2.1 Beskrivelse	11
2.2 Teori kvalitative metoder	14
2.3 Teori Kvantitative metoder	16
2.4 Gjennomførte metoder	16
3 Teori	39
3.1 Kontinuerlig forbedring	39
3.2 Last Planner Systemet	44
3.3 PPU-målinger	50
3.4 Produktivitet	62
4 Resultat	67
4.1 Beskrivelse	67
4.2 PPU og produktivitet	67
4.3 IP i Veidekke, en forutsetning for PPU	71
4.4 Møte med prosjektleder ved Lilleby	73
4.5 Produksjonsplanleggingen ved Lilleby	75
4.6 Deltagende observasjon av vindusmontasje	77
4.7 Observasjoner fra ukeplanlegging	80
4.8 Observasjoner fra lagsmøter	82

<i>INNHold</i>	xi
4.9 Forslag til beste praksis PPU-målinger	86
5 Diskusjon	93
5.1 Diskusjon: sammenheng mellom PPU og produktivitet	93
5.2 Diskusjon: produksjonsplanlegging i Veidekke	102
5.3 Diskusjon: systematisk bruk av PPU	105
5.4 Diskusjon: Beste praksis PPU-målinger	109
6 Konklusjon	111
7 Videre arbeid	115
Bibliografi	117
A PPU-skjema	121
B Intervjuguider	123
B.1 Intervjuguide Runar Alstad, IP-koordinator	123
B.2 Intervjuguide Arnfinn Aune, avdelingsleder bolig og prosjektleder ved Lille- by	123
B.3 Intervjuguide Trainee Lilleby	124
C Eksempler på ukeplaner	125

Figurer

1.1	Oversikt over bruk av målinger	2
1.2	Oppgavens oppbygging	7
3.1	PDCA-syklusen	43
3.2	Last Planner prosessen	44
3.3	Last Planner systemet	46
3.4	Koskelas syv forutsetninger	48
3.5	Veidekkes 7 forutsetninger for en sunn aktivitet	48
3.6	Trialistisk styringssystem og kompetanseutvikling	49
3.7	Eksempel PPU-graf	51
3.8	Tidligere publisert plot over PPU og produktivitet	52
4.1	PPU-Produktivitet plott	68
4.2	PPU-produktivitet regresjonsanalyse	68
4.3	PPU-målinger fra Lilleby	69

4.4	Stolpediagram rotårsaker	69
4.5	Stolpediagram antall aktiviteter med annen sluttdato enn fredag	70
4.6	Montasje av vindu med vakumløfter.(Risstad,2017)	78
A.1	Eksempel måleskjema for PPU	122
C.1	Eksempel på beskrivelse av aktivitet på ukeplanen fra uke 9,side 4 av ukeplanen (Anleggsledelse Lilleby, 2017)	126
C.2	Eksempel på beskrivelse av aktivitet på ukeplanen fra uke 13 ,side 1 av ukeplanen (Anleggsledelse Lilleby, 2017)	127
C.3	Eksempel på beskrivelse av aktivitet på ukeplanen fra uke 13 ,side 2 av ukeplanen (Anleggsledelse Lilleby, 2017)	128

Tabeller

2.1	Hovedforskjeller mellom kvantitativ og kvalitativ metode	12
2.2	Søkeord og søkefraser	20
3.1	Sammenligning av innovasjon og kontinuerlig forbedring	41
3.1	Sammenligning av innovasjon og kontinuerlig forbedring	42
3.2	Eksempel PPU-måling	51
3.3	Rotårsaker	53
3.3	Rotårsaker	54
3.4	Eksempel “5-hvorfor”-analyse	56
4.1	“Beste praksis” i forkant av måling	87
4.1	“Beste praksis” i forkant av måling	88
4.1	“Beste praksis” i forkant av måling	89
4.2	“Beste praksis” under måling	90
4.3	“Beste praksis” etter måling	91

5.1	Bregnede gjennomsnitt PPU og produktivitet for hver periode	102
-----	---	-----

Forkortelser

IP Involverende Planlegging

MI Medarbeider Involvering

LPS Last Planner System

PPU Prosent Planlagt Utført

VD Veidekke

Kapittel 1

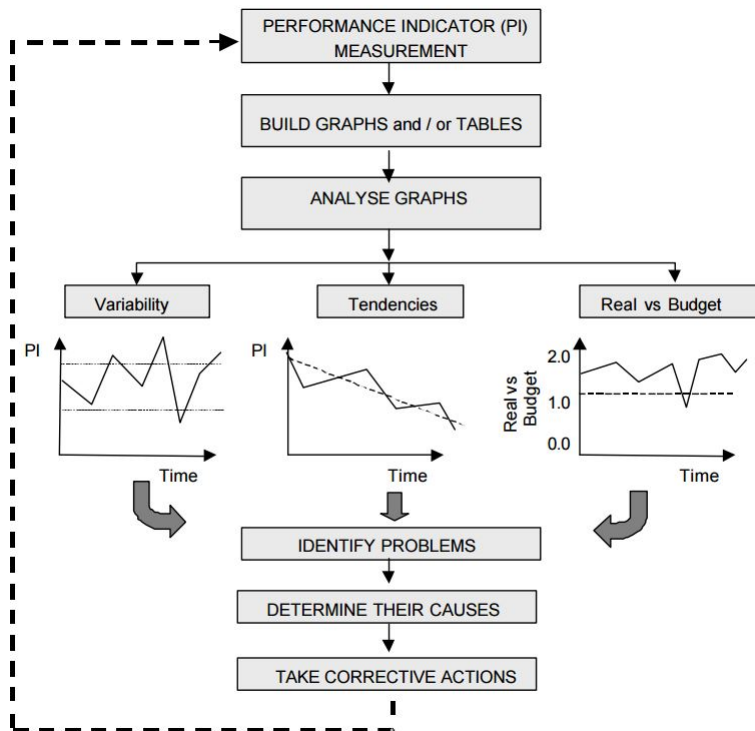
Introduksjon

1.1 Bakgrunn

Bakgrunnen for denne oppgaven er Veidekkes ønske om å se nærmere på PPU-målinger (Prosent Planlagt Utført), hvordan disse kan benyttes og hva de representerer. Byggebransjen har en uttalt produktivitet utfordring og har selv satt i gang flere ulike initiativ for å endre dette (Bygg21, 2017). Enkelte av initiativene går på å forbedre planleggingsprosesser for å forhindre byggefeil med påfølgende opprettinger. En utfordring med å forsøke å implementere forbedringer er at en mislykket implementering i verste fall kan medføre en reduksjon av produktiviteten (Drewin, 1982), ved at man risikerer at fagarbeidere får enda mindre produktiv tid enn dagens 30% (Jenkins and Orth, 2003). Så selv om byggebransjen har et stort potensial med hensyn til å øke produktiv tid, er det vesentlig at man ikke risikerer å redusere andelen av produktiv tid som hver fagarbeider har i dag.

For å kunne forbedre produktivitet kan en bedrift satse på to typer forbedring; innovasjon eller kontinuerlig forbedring (Tabell 3.1). For å tilrettelegge for kontinuerlig forbedring har det blitt introdusert flere typer forbedringsmodeller. Enkelte av disse baseres på at ledelsen gjennomfører målinger av produksjonen, slik at det de kan benytte re-

sultatene til å se hvor forbedringstiltak er nødvendige. I gjennom årene har ulike type måleparametre er blitt benyttet innenfor byggebransjen. Noen er utviklet for bransjen spesifikt, mens andre har blitt adoptert fra ulike typer industri. Felles for måleparametrene er at de slik figur 1.1 viser, skal kunne gi en indikator på hvor i organisasjonen ledelsen bør ha sitt forbedringsfokus. Det er dermed interessant å se hvordan PPU-målinger kan inngå i Veidekkes forbedringsarbeid for å øke egen produktivitet. Denne masteroppgaven bygger videre på deler av forfatters prosjektoppgave fra høsten 2016, hvor det ble sett på om PPU-målinger kunne bidra til kontinuerlig forbedring. Det vil dermed i utgangspunktet ikke refereres til prosjektoppgaven videre i oppgaven, med mindre det ansees som nødvendig for å supplere leser med nødvendig bakgrunnsinformasjon.



Figur 1.1: Oversikt over hvordan målinger brukes til å støtte ledelsens avgjørelser (Alarcón et al., 2001).

1.2 Prosjektbeskrivelse

I forbindelse med oppgaven ble det innhentet data fra to av Veidekkes prosjekter i Trondheim. De følgende beskrivelsene vil hovedsakelig fokusere på de delene av byggenes oppbygning som angår tømmerarbeidet, da det er Veidekkes tømmerproduksjon som er utgangspunkt for resten av oppgaven.

Lilleby, Ladebekken 2

Ladebekken 2 er byggetrinn 3 av Veidekke Eiendoms prosjekt: Nye Lilleby beliggende i Trondheim på det 100mål store tidligere industriområdet til Lilleby smelteverk. Hvor det skal bygges ut totalt 1100 leiligheter og rekkehus fordelt over flere byggetrinn. Ladebekken 2 er en boligblokk som oppføres i det nord-østre hjørnet av området og skal totalt inneholde 60 leiligheter med størrelse 29-130m² og tilhørende parkeringskjeller med bodplass. Blokka har flere likhetstrekk med den nå overleverte boligblokken Ladebekken 1 og er bygd opp av tre deler(heretter delplan). De tre delene består av to tårn med henholdsvis 7 og 8 etasjer, samt en lav del med 4 etasjer.

Råbygget utføres i en kombinasjon av plasstøpt betong i dekker og innvendige bærevegger og stålsøyler i ytterveggene. Ytterveggen utføres i 250mm isolert bindingsverk med luftet trekledning av brannimpregnert furu. Leilighetene langs sør- og vestfasaden har balkong eller terrasse på grunn. Balkongene er prefabrikkerte betongelement med ettermontert tremmegulv og stålrekkverk. Innvendige arbeider for tømmerne består i hovedsak av innvendige vegger av gips og stål, montering av innvendige dører, parkettlegging, kjøkkenmontering, samt listverk.

Det er lagt opp til at tømmerproduksjonen etterfølger betongproduksjonen og begynner med montering av bindingsverk for ytterveggene i 1.etg, før det arbeides videre oppover i bygget. På grunn av mye balkonger langs byggets sørfasade bygges stillaset langs denne på en slik måte at balkongene kan benyttes til gangsone langs fasaden. Det er også montert tre stillasheiser, en for hvert delplan. En forsinkelse i forbindelse med grunnarbeidene har medført at betongarbeidene er forsinket og det er derfor begrenset krankapasitet på plassen. Dette medfører at mye av tømmermaterialene må fraktes

i stillasheisene.

ONV12

Otto Nielsens vei 12 er et kontorbygg på $9500m^2$ som bygges som et nytt trinn i kontor-komplekset Otto Nielsens veg 12 på Tyholt i Trondheim. Kontorbygget består av et plaststøpt råbygg fordelt på fem etasjer over bakkenivå pluss kjeller. Tømrerarbeidet består av montering av ytterveggselement, fasadearbeider, parapet og oppbygging av tekniske rom på taket, bygging av inngangsparti, utforing, isolering og gips på yttervegger, vindussmyg i gips, toalettkjerner innvendig, montering av dører og listverk, samt bygging av skjørt ved felt med glassfasader.

1.3 Formål

Denne oppgaven har som formål å vurdere problemstillingen:

Kan bruk av PPU være med på å øke Veidekkes produktivitet i deres prosjekt?

Opgaven skal bygge videre på arbeidet fra forfattersprosjektoppgave høsten 2016, hvor det ble lagd et forslag til hva som er “beste praksis” PPU-målinger. Det skal vurderes hvordan bruken av “beste praksis” PPU-målinger kan påvirke Veidekkes produktivitet ved å være en måleparameter som kan benyttes til å systematisk forbedre egen planlegging. Denne oppgaven har ikke som mål å vurdere hvordan Veidekke best kan måle sin egen produktivitet, men er ment som et innspill til hvordan Veidekke kan forbedre sin egen produktivitet ved å fokusere på kontinuerlig forbedring.

Dette skal gjøres ved å vurdere om PPU er en god indikator for Veidekke og benytte ved sine prosjekter. Den skal gi leseren en forståelse av hva produktivitet, kontinuerlig forbedring og PPU-målinger er, hvorfor man måler PPU, gi innsikt i hvilke effekter en bedrift kan håpe å oppnå ved å måle PPU, samt se på hvilke utfordringer det kan være å implementere bruk av PPU-målinger.

1.4 Forskningsspørsmål

1. Hva er beste praksis PPU-målinger?
2. Hvilken sammenheng er det mellom PPU og produktivitet?
3. Hvordan kan Veidekke systematisk bruke PPU til å forbedre sin egen planlegging?
4. Hvordan gjennomføres produksjonsplanlegging i Veidekke?

1.5 Avgrensning

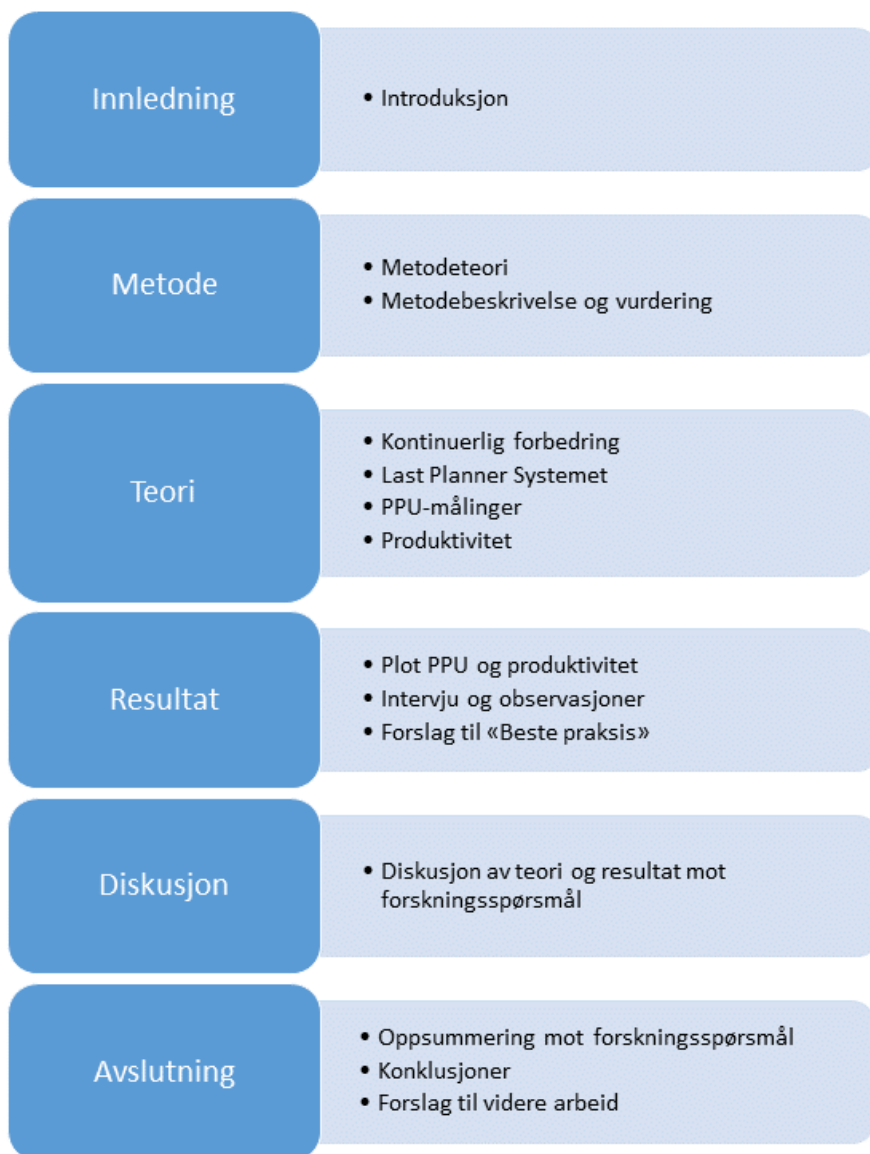
Oppgaven har følgende avgrensninger:

- Oppgaven skal se på forholdet mellom PPU og produktiviteten til fagarbeidere fra tømmerproduksjonen til Veidekke Trondheim.
- Oppgaven skal fokusere på hvordan PPU kan bidra til kontinuerlig forbedring for Veidekke. Veidekkes Involverende Planlegging skal derfor benyttes som utgangspunkt for teorien der det er naturlig. Det skal for eksempel ikke presenteres mange ulike teoretiske modeller hvis Veidekke allerede har valgt en modell.
- Oppgaven skal ikke diskutere forskjeller mellom trialistisk organisering og LPS.
- Oppgaven skal presentere en definisjon av hva produktivitet er, gi eksempler på faktorer som kan påvirke den og presentere ulike teorier for hvordan den kan måles. Dette for å skape en teoretisk ramme for produktivetsmålingen som skal benyttes.
- Hovedfokus for oppgaven er bruk av PPU. Produktivitet skal dermed måles for å kunne drøfte sammenhenger med PPU. Oppgavens hovedfokus skal ikke være å se på hvilken form for produktivetsmåling som representerer virkeligheten best.
- Det skal vises hvordan Veidekke gjennomfører produksjonsplanlegging i henhold til IP. Oppgaven skal også vise hvordan PPU kan brukes som et verktøy inn mot denne.
- Det skal kun presenteres en overordnet definisjon av kontinuerlig forbedring. Det skal ikke diskuteres konsekvenser av å ha forbedring eller ikke. Heller ikke forskjeller mellom ulike definisjoner av begrepet kontinuerlig forbedring.

- Det skal kun gis en kort forklaring av hvordan Last Planner systemet skaper forutsetningene for PPU-målinger.
- Teorien som presenteres om PPU skal bidra til å skape et teoretisk rammeverk for “beste praksis”. Det skal fokuseres på hvordan PPU kan benyttes til å skape kontinuerlig forbedring.
- Resultatinnhentingene skal gi en innføring i hvordan Veidekke eventuelt jobber med PPU-målinger i dag. Den skal måle PPU over en begrenset periode og se om dagens praksis stemmer overens med teorien. Det skal diskuteres hvorvidt PPU kan være et godt verktøy for Veidekke å benytte. Samt gi grunnlag for å diskutere forskjeller mellom dagens praksis og teorien.
- Det skal sees på hvilke deler av Involverende Planlegging som kan brukes inn i et forslag til “beste praksis” PPU-målinger.
- Forslaget til “beste praksis” PPU-målinger skal utformes slik at det gir et helhetlig bilde av hvordan man bør gå fram for å gjennomføre PPU-målinger. Forslaget skal utformes mest mulig kortfattet og oversiktlig og heller angi hvor mer informasjon om de ulike elementene kan finnes. Det skal utarbeides slik at enhver organisasjon skal kunne benytte det som et utgangspunkt for målinger, men det skal være rettet mot bruk i kombinasjon med Veidekkes Involverende Planlegging.

1.6 Oppbygging

Figur 1.2 viser en grafisk oversikt oppgavens oppbygging. Innholdet i hver del blir videre forklart på neste side.



Figur 1.2: Grafisk fremstilling av oppgavens oppbygging.

1.6.1 Innledning

Innledningen består av Introduksjonen (kapittel 1). Introduksjonen presenterer bakgrunn og formål for oppgaven, problemstillingen og forskningsspørsmålene som er stilt for å besvare denne, avgrensninger som er gjort, samt denne beskrivelsen av oppgavens oppbygging.

1.6.2 Metode

Metodekapittelet (kapittel 2) gir en kort innføring i vitenskapelige metoder, begrunnelse for hvilke metoder som er valgt, for deretter og beskrive de gjennomførte metodene og drøfte disse.

1.6.3 Teori

Teorikapittelet (kapittel 3) presenterer teori som er aktuell for oppgavens problemstilling. Det presenteres teori om temaene: kontinuerlig forbedring, Last Planner systemet, PPU-målinger og produktivitet.

1.6.4 Empirisk data

I resultatkapittelet (kapittel 4) presenteres resultat fra ulike kvalitative metoder som er benyttet ved deler av Veidekke Entreprenørs virksomhet i Trondheim. Det presenteres også et forslag til “beste praksis” PPU-målinger.

1.6.5 Avslutning

Avslutningsdelen består hovedsakelig av diskusjonskapittelet (kapittel 5) hvor oppgavens funn blir vurdert opp mot forskningsspørsmålene gitt i 1.4. Konklusjonen (kapittel 6) gir en oppsummering av besvarelsen på de ulike forskningsspørsmålene, før det så presenteres konklusjoner basert på oppgavens resultat. Til slutt presenteres det forslag til videre arbeid innenfor temaet (kapittel 7)

1.6.6 Bibliografi og vedlegg

Etter de seks delene vist i figur 1.2 foreligger en komplett bibliografi med referansene som er angitt i oppgaven, samt relevante vedlegg som det er henvist til i oppgaven.

Kapittel 2

Metode

2.1 Beskrivelse

I dette kapittelet vil det bli presentert en kort oversikt over ulike forskningsmetoder, hvilke metoder som er brukt i arbeidet med denne oppgaven og hvordan arbeidet ble utført. To viktige grunner til å beskrive metodene som er benyttet i arbeidet med oppgaven er begrepene *reliabilitet* og *validitet*. Olsson beskriver reliabilitet som en indikator på metodens etterprøvbarehet. Altså om det er mulig å gjenskape samme resultat hvis målingen gjentas flere ganger. Validitet beskrives som en indikator for hvor godt de innsamlede data representerer det oppgaven ønsker å måle (Olsson, 2011).

Forskningsmetode kan skilles mellom kvantitativ og kvalitativ metode. Grønmo (2012) hevder i en diskusjon hvordan skillet mellom de to metodene skal defineres, at man heller bør se på skillet i *data*, enn mellom *metodene*. Fordi det grovt skissert kan sies at kvantitative data uttrykkes i form av tall eller andre mengdeterminologier (flere-færre, mange-få og så videre). Kvalitative data utgjør de data som ikke kan beskrives med tall, men tekst. I boken *Systematisk og indlevelse* beskriver Thagaard (2010) kvalitativ metode, men gjengir også noen av forskjellene mellom de to metodetyperne (tabell 2.1).

Tabell 2.1: Hovedforskjeller mellom kvantitativ og kvalitativ metode (Thagaard, 2010).

Kvantitativ metode	Kvalitativ metode
Utbredelse og antall	Prosess og mening
Analyse av tall	Analyse av tekst
Avstand til informantene	Nærhet til informantene
Store utvalg	Små utvalg

Forskjellene er ikke absolutte og begge metodetypene inneholder variasjoner. Et forskningsprosjekt kan inneholde en kombinasjon av disse metodene, nettopp fordi de frembringer ulike data. Et datagrunnlag bestående av tall vil for eksempel kunne suppleres med tekstdata og i en kvalitativ undersøkelse kan det være nyttig å ha med tallopplysinger. En slik kombinasjon av kvantitativ og kvalitativ metode kalles *triangulering* (Thagaard, 2010). Begrepet kommer fra landmåling, ved at en benytter flere ulike posisjoner og nettverket av triangler mellom de til å fastslå en posisjon. I forskningsmetode vil dette si at forskeren ikke nøyer seg med kun en innfalsvinkel eller metode, men heller benytter flere for å kunne fastslå resultatene med høyere sikkerhet. Ved å benytte triangulering kan forskeren dermed ha en form for kvalitetssikring for å kunne gi datafunnene større troverdighet og gyldighet (Arntzen and Tolsby, 2010).

Under de to metodetypene er det flere former for informasjonsheving. Olsson gjengir noen av de vanligste formene i boken sin (Olsson, 2011):

- Dokumentgjennomgang
- Bruk av eksisterende data fra systemer, rapporter og lignende
- Intervjuer med nøkkelpersoner
- Deltakende observasjon
- Direkte observasjon/måling
- Spørreundersøkelser
- Casestudier, som til dels er en kombinasjon av flere av tilnærmingene ovenfor

Ut fra beskrivelsen av de to metodetyper, oppgavens problemstilling og opplysningen om antall prosjekter som benyttet PPU fra før i Veidekke, ble det besluttet at datainnsamlingen skulle skje ved bruk av en kombinasjon av kvantitative og kvalitative metoder. Det var ønskelig å se hvordan Veidekkes produktivitet ble påvirket av en ukeplanlegging basert på prinsipper fra et forslag til “beste praksis PPU-målinger”. Dermed var det behov for nærhet til informantene og andre resultatdata enn kun PPU- og produktivetsverdier alene. Det ble dermed valgt å benytte en variant av triangulering ved og kombinere innsamlede data for PPU og produktivitet med de to formene for informasjonshenting: *Intervjuer med nøkkelpersoner* og *deltakende observasjon* til å besvare dette. I listen under forklares årsaken til hvorfor de ulike metodene ble valgt.

- **Semistrukturert Intervju**

Da to av oppgavens forskningsspørsmål krever forståelse for hvordan Veidekke arbeider med planlegging, ble det vurdert til at semistrukturerte intervjuer med fagpersoner i Veidekke ville kunne tilføre oppgaven dypere innsikt i prosessene rundt planleggingen. Da intervjuobjektene både kan fortelle om teorien bak, samt gi konkrete eksempler fra virkeligheten på hvordan prosjektene jobber med planlegging.

- **Deltagende observasjon**

Det ble valgt å gjennomføre flere deltagende observasjoner ved Lilleby. Da det ble vurdert til at slike observasjoner ville gi mulighet til å observere Veidekkes praksis og se denne i sammenheng med gjeldende teori. For å se hva som blir gjort og hvordan PPU kan implementeres inn i Veidekkes prosjekter.

- **PPU-målinger**

På bakgrunn av at oppgavens problemstilling skal se på om PPU kan øke produktiviteten til Veidekke, ble det valgt å måle PPU over en lengre tidsperiode. Da det var forventet at dette kunne gi bedre innsikt i hva PPU-verdi representerer samt hvilke forutsetninger som må være tilstede for at PPU skal kunne benyttes som en måleparameter.

- **Produktivitetsmåling**

Da et av oppgavens forskningsspørsmål skal se på sammenhengen mellom PPU og produktivitet, var det nødvendig og måle produktiviteten ved prosjekt hvor det allerede ble gjennomført PPU-målinger. Det ble valgt å gjøre dette ved Lilleby, da forfatter allerede skulle måle PPU der. Samt ved ONV12 da forfatter hadde fått tilsendt PPU-verdier derfra. Måling av produktivitet ved samme prosjekt hvor forfatter selv skulle gjennomføre PPU-målinger, ble vurdert som fornuftig da dette kunne gi økt innsikt i alle inndata og øke sannsynligheten for å se sammenhenger som ellers kunne blitt oversett.

2.2 Teori kvalitative metoder

I dette delkapittelet blir det forklart hva teorien sier om de to kvalitative metodene for informasjonshenting det ble valgt å benytte. Det er ikke gitt en beskrivelse til hvordan teorien anbefaler at en litteraturstudie bør gjennomføres, da gjennomføringen av denne blir omtalt i 2.4.1, og det forutsettes at leser er kjent med hvordan litteraturstudier gjennomføres.

2.2.1 Deltakende observasjon

Ved deltakende observasjon utfører forskeren oppgaver i miljøet man studerer (Olsson, 2011).

Slik Olsson (2011) beskriver, kan det i arbeid med en oppgave/prosjekt være aktuelt for forskeren å utføre forskningsoppgaver i miljøet han eller hun studerer. Det kan være forskeren selv jobber i dette miljøet, eller ønsker å komme tettere på det for å øke egen forståelse. Dette krever imidlertid en *distansert nærhet* for at det skal bli vellykket. I og med at forskeren kanskje analyserer sin egen organisasjon, kan det være en tar ting for gitt eller ikke ser alternative måter å gjennomføre ulike aktiviteter på. Det er derfor viktig at en har fokus på å skape en viss distanse til det man studerer. En måte å gjøre dette på er for eksempel å arbeide på dagen og finne tid til refleksjon utenfor den vanlige arbeidstiden. Nærheten oppnås ved at en tar del i miljøet som blir studert. Arntzen and

Tolsby (2010) sier forskeren i forkant av observasjon bør ha en klargjøring av sin egen forståelse. Dette på grunn av at observasjonens resultat er et produkt av forskerens egen koding og tolkning av situasjonen. Et bedre forarbeid i forkant av observasjonen kan gi bedre muligheter til å separere det en ser og hører, fra hva en tolker inn i observasjonen. Det er flere muligheter for å hente inn data underveis, men det anbefales at en uansett benytter notater da det kan bidra til å gi bedre oversikt.

Det er en begrensning for oppgaven at ikke bruken av PPU i drift er mer utbredt i Norge, da det ville gitt et mer bedre sammenlikningsgrunnlag. PPU-data som har blitt funnet gjennom litteratursøket til denne oppgaven stammer fra både Asia, USA, Europa, og blant annet Egypt. Best and Meikle (2015) belyser dette problemet i sin bok med å beskrive hvordan ulike land kan ha helt forskjellig standard for hva en "vanlig enebolig" er. Ved at et familiehus i Norge vil ha et helt annet krav veggykkelse og isolasjon enn for eksempel et familiehus i Italia.

Hvorvidt det er tilsvarende variasjoner for hva man for eksempel definerer som en ukeplan er ikke beskrevet i denne oppgaven. Men denne usikkerheten er noe man må ta hensyn til ved sammenligning av PPU-data fra andre prosjekt.

2.2.2 Intervju

Ved gjennomføring av intervju bør forskeren i forkant lage en intervjuguide, en beskrivelse av spørsmålene som ønskes gjennomgått. I forkant av intervjuet bør intervjuobjektet bli informert om problemstillingen en ønsker å diskutere. Før intervjuet starter bør en også informere om hvordan opplysningene blir behandlet og at intervjuobjektet har rett til å avbryte intervjuet ved hvilket som helst tidspunkt. Informasjon om behandling av opplysninger er viktig, da deler av intervjuet kan regnes som personopplysninger. Det anbefales også å skrive rene notater fra intervjuet (Olsson, 2011). Med dagens teknologi kan det, så fremt intervjuobjektet godkjenner det, også være aktuelt å benytte smarttelefon til taleopptak for å sikre en lydlogg av intervjuet. Da dette kan bidra til å øke reliabiliteten til de data som intervjuet genererer. Hvis intervju brukes som metode

for å finne meninger, beskrivelser og erfaringer, kan disse i utgangspunktet ikke kalles reliable i den forstand at resultatene ikke er reproduserbare. Grunnen er at opplevelsen av intervjusituasjonen samlet vil være påvirket av flere ulike parametre. For eksempel intervjuobjektets dagsform, forståelse og erfaringsbakgrunn i det tidsrommet intervjuet pågår. Allerede neste dag kan en eller flere av disse være endret, slik at resultatene vil være forskjellige. Det er derfor viktig for forskeren å ta intervjuobjektets forståelse av situasjonen på alvor uten at forskeren påvirker han eller henne (Arntzen and Tolsby, 2010).

2.3 Teori Kvantitative metoder

De kvantitative metodene som var aktuelle for denne oppgaven var PPU- og produktivitetstmålinger. Den bakenforliggende teorien for disse er gitt i delkapitlene 3.3 og 3.4 og vil derfor ikke presenteres her.

2.4 Gjennomførte metoder

Med unntak av enkelte semistrukturerte intervju, PPU-verdiene fra ONV12 og litteraturstudien, har data til denne oppgaven blitt hentet fra Veidekkes utbyggingen ved Lilleby i Trondheim, da spesielt prosjektet Ladebekken 2. I arbeidet med prosjektoppgaven høsten 2016 ble det gjennomført enkelte observasjoner ved Lilleby. Når arbeidet med å finne et prosjekt å gjennomføre mye av datainnhenting for denne oppgaven begynte, ble anleggsledelsen ved Lilleby forespurrt. Bakgrunnen for dette var at Veidekke hadde få prosjekter som hadde erfaring med PPU fra før. Dermed ble kombinasjonen av noe tidligere erfaring med PPU, samt mye arbeid utført av egne arbeidere i måleperioden avgjørende for at det ble valgt å se nærmere på Lilleby i denne oppgaven.

2.4.1 Litteraturstudie

For å definere begreper og gi teoretiske rammer for oppgaven, ble det gjennomført en litteraturstudie. Det er vanlig vitenskapelig praksis å benytte en litteraturstudie for og belyse forskning som allerede er gjort på tema relevant for egen problemstilling. Ut fra problemstillingen ble det satt opp forskningsspørsmål (1.4) for det videre arbeidet med oppgaven. Under begrunnes det hvorfor teorien i de fire delkapitlene i oppgavens teori-del (3) ansees som relevant for oppgaven, samt metoden som ble brukt for å skape det teoretiske rammeverket.

Kontinuerlig forbedring

Opgavens formål er å vurdere om PPU kan bidra til en øking i produktivitet hos Veidekke. En slik økning av produktivitet kan påvirkes av flere ulike faktorer, og kan deles i eksterne og interne faktorer (Olomolaiye et al., 1998). Oppgaven antar at enkelte av en bedrifts interne faktorer kan påvirkes ved forbedringsarbeid. Ved å presentere teori om kontinuerlig forbedring, skapes et teoretisk grunnlag som benyttes til å forstå hvordan Veidekke driver forbedringsarbeid.

For å definere hva kontinuerlig forbedring er i byggebransjen og begrense mengden teori om temaet, ble det valgt å fokusere på å finne litteratur som kunne gi leseren en grunnleggende forståelse av hva kontinuerlig forbedring er, uten å gå i dybden på de ulike definisjoner som kildene gir. Det ble heller ikke valgt å se på hva konsekvensene av å gjøre kontinuerlig forbedring eller ikke er i denne oppgaven. Fokus har heller vært å se på hva kontinuerlig forbedring er. Det ble derimot prioritert å finne teori som omtaler forskjellen mellom kontinuerlig forbedring og innovasjon, da begge disse kan medføre forbedringer for produksjonen og begrepene derfor kan blandes sammen. En annen avgrensning var også nødvendig for å spisse inn søket ytterligere. I og med at oppgaven skal se på hvordan PPU-målinger kan bidra til en økning av produktivitet i byggebransjen, ble det valgt å søke etter modeller for hvordan en bedrift kan arbeide med kontinuerlig forbedring. Dette ble gjort ved å søke etter teorien bak forbedringsprosesser som allerede er beskrevet i Veidekkes Involverende planlegging (IP), da oppgaven ser på hvordan PPU-målinger kan bidra til økt produktivitet i Veidekke.

Last Planner systemet

Det var naturlig å gi en beskrivelse av Last Planner systemet (LPS) i teorien. Siden PPU er et måleverktøy innenfor Last LPS og LPS er en del av grunnlaget for Veidekkes IP. Dette fordi PPU i seg selv kun er en måleparameter. Det er dermed avgjørende å ha kjennskap til arbeidsprosessene før og etter måling for å kunne si noe om hvordan en økning av produktivitet eventuelt kan oppnås.

For å kunne forklare hva Last Planner systemet sier om ukeplanlegging, uten at det skulle bli for omfattende, var det nødvendig og avgrense søket til å finne litteratur som forklarte kort hva LPS er, samt hvordan systemet legger til rette for gode ukeplaner. Det skulle ikke beskrives hvordan det kan påvirke produksjonen eller sammenlignes med andre filosofier og systemer. Det ble søkt etter litteratur som beskriver teorien bak LPS, samt casestudier og analyser som så på implementeringen av LPS. Dette fordi det kunne være nyttig å se om det var noen felles særtrekk for de ulike studiene som så på implementering av LPS.

PPU-målinger

For å kunne si noe om hvordan PPU eventuelt kan benyttes som et verktøy til å øke produktivitet, må det først skapes en klar definisjon av hva PPU-målinger er og hva man kan oppnå ved å måle PPU. Ved å presentere ulike suksessfaktorer og fallgruver som kan benyttes inn i et forslag til "beste praksis" for gjennomføring av prosessen med PPU-målingene, skapes det flere teoretiske referansepunkt som benyttes til å påpeke likheter og forskjeller mellom Veidekkes nåværende praksis og teorien. Dette gjennom å presentere hvordan teorien beskriver PPU, prosessene rundt målingene og presentere dette i kombinasjon med erfaringer gjort i ulike casestudier som omtaler implementering av LPS og bruk av PPU.

I arbeidet med å finne kilder som omtaler PPU-målinger ble det fokusert på å finne flere kilder som omtaler hva PPU-målinger er. Glenn Ballard introduserte PPU-målinger i sin Phd-avhandling om Last Planner systemet og blir derfor ofte referert til av andre som også omtaler PPU. På bakgrunn av dette ble det valgt å benytte avhandlingen til å definere hva PPU-målinger er og heller benytte flere forskjellige kilder til å beskrive

bruken av, og implementering av PPU, samt i arbeidet med å utarbeide en “beste praksis” for gjennomføring av PPU-målinger.

Produktivitet

For å ha en forståelse for hvordan Veidekke kan benytte PPU til å øke sin egen produktivitet, var det først avgjørende å ha en grunnleggende forståelse for hva produktivitet er. I tillegg; ha kunnskap om hva som regnes som god produktivitet, hvilke faktorer som påvirker den, samt ulike målemetoder.

Siden produktivitet er et tema det er publisert mye om, måtte oppgaven begrenses til å gjelde produktivitet i byggebransjen. Det ble prioritert å finne litteratur som kunne gi en definisjon på hva produktivitet er, ulike måter å måle produktivitet på i byggebransjen, samt hvilke faktorer som kan påvirke den. Innledningsvis i søket ble det funnet en litteratur som omtalte ulike måter å måle produktivitet på, men som ikke utelukkende gjaldt for byggebransjen. Kilden ble likevel valgt å benytte da utfordringene med tanke på målemetode som den beskrev også kunne gjelde målinger innenfor byggebransjen.

Gjennomføring av litteraturstudien

Studien bygger videre på forfatters arbeid i forbindelse med en litteratursøksrapport gjennomført som en del av fagene TBA4128 - Prosjektledelse VK og TBA4150 - Anleggsteknikk ved NTNU høsten 2016. Rapporten genererte en kildebase over kilder som omtalte PPU-målinger i byggebransjen. I denne litteraturstudien ble dermed en del av disse kildene benyttet i delkapittelene 3.1, 3.2, 3.3 og 3.4. I tillegg ble det funnet flere nye kilder, blant annet om temaet produktivitet. Disse ble funnet gjennom søketjenesten Oria. Oria er en norsk søketjeneste drevet av Bibsys. Den fungerer som en felles database for de fleste norske fag- og forskningsbibliotek, i tillegg til at den har tilgang til et omfattende nettverk av internasjonale databaser. På grunn av Bibsys sin erfaring med å vurdere ulike typer kilder, regnes troverdigheten til søkemotoren som god (BIBSYS, 2016). I arbeidet med kildene ble de benyttede søkeordene notert ned for å bedre sikre oppgavens reliabilitet. Kilder ble også funnet ved å lese andre kilder som refererte direkte til disse, eller som omtalte tema som var aktuelle for forfatter å se nærmere

på. Dette gjelder særlig søkefrasene som inneholder forfatternavn. I tabell 2.2 presenteres søkeordene og søkefrasene. Enkelte kilder ble også funnet ved å kombinere flere av søkeordene.

Tabell 2.2: Søkeord og søkefraser

Søkeord		
Last Planner System	Last Planner system PPC	Implementation Last Planner
Continuous improvement	PDCA Deming	Seven Koskela
PPC measuremets	Construction	Innovation
Rootcause	Case study	Lean Construction
Productivity	Waste	Measuring
Pricing psychology	Time buffers	Sample sizes

Vurdering av gjennomføring av litteraturstudien

Litteraturstudien er som nevnt basert på litteratursøk som ble gjennomført tidligere, slik at flere av de kildene som er benyttet i denne oppgaven stammer fra dette søket. Men det ble også søkt etter nye kilder. De nye søkene ble dessverre ikke logget i den forstand at det ikke ble registrert antall treff for de aktuelle søkeordene, eller hvilke kilder som ble funnet fra hvilke søkeord. Dette er en svakhet ved gjennomføringen og bør gjøres for å bedre reliabiliteten til oppgaven.

Det er skrevet svært mye litteratur innenfor Lean construction, men relativt lite om PPU-målinger direkte og de fleste kildene referer flere ganger til Ballard. Dermed er mye av teorikapitlene 3.2 og 3.3 basert på Ballard og kan fremstå med lavere troverdighet enn det en større variasjon av kilder ville kunne gitt. Det er også valgt å benytte en upublisert artikkel av (Ballard and Tommelein, 2016), da et utkast av denne ble sendt direkte til forfatter fra Ballard. Troverdigheten til innholdet ble ansett som godt da det kom direkte fra kilden og kilden er godt kjent i fagmiljøet.

På grunn av at produktivitet er et tema det er skrevet så mye om var det helt avgjørende for oppgavens omfang å ha klare avgrensninger for søket etter litteratur om temaet. Det ble funnet flere kilder som ga en definisjon på hva produktivitet er, samt flere som omtalte hva som påvirker produktivitet. Det ble derfor forsøkt å presentere en definisjon av produktivitet som var mest mulig generell. Videre ble det søkt etter kilder som kunne beskrive målemetoder, ulike aspekter ved måling og hva som kunne påvirke resultatene. Siden temaet er såpass vidt, ble det valgt å presentere et utvalg av teori som ansees tilstrekkelig for å forklare målemetoden som er benyttet i arbeidet med denne oppgaven.

I metoden for søket etter litteratur om kontinuerlig forbedring, ble det nevnt en rekke avgrensninger. I søkeprosessen ble det forsøkt å finne flere kilder som definerte hva kontinuerlig forbedring er. Det ble raskt klart at det er skrevet mye litteratur som omtaler kontinuerlig forbedring. Dermed ble utfordringen å klare og gi en forståelig definisjon av hva det er, uten at det ble en argumentasjon mellom ulike definisjoner. Det å vise forskjellen mellom kontinuerlig forbedring og innovasjon bidro til å øke forfatters forståelse for hva som er kontinuerlig forbedring. Dette sammen med at forfatter har fått økt forståelse for produktivitet og måling av den, kan ha løftet oppgaven helhetlig, da problemstillingen krever kjennskap til både kontinuerlig forbedring og produktivitet for å kunne vurdere om PPU-målinger kan bidra til en økning av produktivitet. Det ble ikke funnet flere ulike forbedringsmodeller innenfor teori om Involverende planlegging. Da det ble prioritert å kun beskrive PDCA-modellen og hvordan bruken av PPU kan knyttes inn mot denne.

2.4.2 Deltagende observasjon lagsmøter

Det ble valgt å gjennomføre observasjoner av lagsmøtene ved Lilleby på bakgrunn av forskningsspørsmålet om hvordan Veidekke systematisk kan benytte PPU til å forbedre sin planlegging. Lagsmøtene representerer et viktig ledd i Last Planner systemet. Da det er i dette møtet produksjonen (laget) forplikter seg til hva som VIL gjøres (Figur 3.2). For observasjonene av lagsmøtene var det interessant å se på hvordan ukeplanene ble formidlet ut i produksjon, hvordan bruk av PPU kan implementeres i møtene og om møtene blir brukt slik Runar Alstad og Arnfinn Aune beskriver i delkapitlene 4.3 og 4.4.

I starten av studien inntok forsker en rolle som fasilitator for å forankre bruken av PPU-skjema i møtene og bidra til størst mulig forståelse hos fagarbeidere for hva PPU er og hvorfor det måles. Utover i perioden for datainnsamling ble det klart at interessen for bruk av PPU-skjemaet i forbindelse med møtene ble mindre og mindre, da det ofte ikke var tid igjen til en slik gjennomgang av skjema etter at inneværende ukes plan var gjennomgått. Det ble derfor heller vurdert slik at prosjektet skulle oversende ukeplanene og deretter kun svare Ja eller nei på om de ulike aktivitetene hadde blitt utført.

Gjennomføring

I selve lagsmøtene ble det tatt notater underveis. Denne metoden forutsetter at observatør er i stand til å notere ned det som kan være relevant for oppgaven. I dette tilfellet ble det valgt å fokusere på alle problemstillinger og uttalelser som gikk på framdrift og kvalitet. Det ble sett bort fra prat om sosiale arrangement og HMS-relaterte saker som ikke direkte eller indirekte kunne kobles til tømmerproduksjonen. Et eksempel på avvik som ble regnet som irrelevante kan for eksempel være avvik om at et toalett i brakkeriggen har frosset. Hvis det derimot hadde vært frosset vann i toalettcontainer ute på byggeplassen, ville dette blitt notert da det øker gangtiden til hver enkelt fagarbeider som da må benytte brakkerigg istedenfor container.

Etter erfaringer gjort ved bruk av arbeidsmetoden fra prosjektoppgaven høsten 2016, ble det fokusert på å også notere ned det som samstemte med teorien for at notatene skulle være så nøytrale som mulig, da notatene fra tidligere observasjoner fra prosjektoppgaven hadde en mer negativ vinkling. En mulig forklaring på hva som var årsak til

en slik ensidig vinkling fra den gang, var at det var lettere og se avvikene fra teorien enn hva som faktisk samstemte. For å unngå dette ble det i forkant av observasjonene brukt tid på å gjennomgå teorien, slik at det i lagsmøtene kunne fokuseres på å notere ned både positivt og negative momenter som kunne knyttes til teorien.

Vurdering av metoden

Metoden har svak reliabilitet da det ikke er mulig og etterprøve resultatene i og med at møtene ikke ble tatt opp på video eller med taleopptaker. Men i og med at lagsmøtene ble observert over tid, økte dette sannsynligheten for å observere kjennetegn ved planleggingen. Med kjennetegn menes handlingsmønster med mye likhet, som ble observert hver gang planleggere sto ovenfor lignende situasjoner som tidligere. Dette kunne være ulike aktiviteter, men med lignende forutsetninger i forhold for eksempel usikkerhet rundt ferdigstillelse av forutgående arbeider.

Metodens validitet regnes som god, da observasjonene gav forfatter økt innsikt i prosessen som pågår fra ukeplanleggingen til utførelse. Metoden bidro også til økt forståelse for hvilke implementeringsutfordringer Veidekke står ovenfor ved bruk av PPU som verktøy inn mot IP. Observasjonsmetoden opplevdes som nyttig, da det var mulig å observere flere av prosessene med bruk av ukeplanen. Den hjalp også til å gi økt forståelse for ulike utfordringer som kan påvirke produktiviteten til et byggeprosjekt.

2.4.3 Deltagende observasjon ukeplanlegging

Som et ledd i å finne ut av hvordan Veidekke gjennomfører sin produksjonsplanlegging og hvordan systematisk bruk av PPU kan benyttes som et verktøy inn mot denne, ble det gjennomført observasjoner av ukeplanmøtene. Observasjonene pågikk fra uke 4 til og med uke 9.

Gjennomføring

I denne perioden ble det prioritert å oppfordre planleggere til å utforme ukeplanene ut i fra teorien vist i kapittel 3.3. Det ble spesielt vektlagt å sette klare tidsrammer og tilpasse arbeidsmengde ut i fra tilgjengelig arbeidsbelastning. I uke 10 ble de deltagende observasjonene av ukeplanleggingen avsluttet. Det ble i møtene fokusert på å notere underveis, samt gå gjennom notatene etter endt observasjon for å eventuelt skrive utfyllende kommentarer.

Vurdering av metoden

Det var flere årsaker til at det var ønskelig å gjennomføre observasjoner av ukeplanleggingen. For å minimere usikkerheten til PPU-målingene var det viktig å oppfordre planleggere til å lage ukeplaner ut i fra et “beste praksis” perspektiv. I tillegg var det nyttig å få innsikt i hvordan ukeplanleggingen gjennomføres, slik at denne kunne vurderes opp mot teorien. Slik som metoden for observasjoner av lagsmøtet, har også denne i utgangspunktet lav reliabilitet. Det ble gjort flere observasjoner over tid og ukeplanene i måleperioden hadde flere aktiviteter som ble gjentatt uke etter uke for en ny etasje. Dette antas å ha bidratt til økt sannsynlighet for at notatene fra observasjonene har klart å fange opp momenter som går igjen. Tiltak som kunne forbedret reliabiliteten er å gjøre opptak slik det er nevnt i metoden for lagsmøte-observasjonene. Validiteten til metoden regnes som tilfredstillende, da den ga innsikt i hvordan planleggingen ble gjennomført og hvilke utfordringer planlegger står ovenfor.

Et viktig aspekt med den deltagende observasjonen var at forfatter til en viss grad fikk en rolle som fasilitator, ved å bidra til forståelse av hvilke forutsetninger en ukeplan må ha som et ledd i “beste praksis PPU-målinger”. Det er usikkert hvor mye den vanlige planleggingsprosessen ble påvirket av dette, men det gav også muligheter for å se hvor-

dan en slik oppfølging av planleggerne kunne påvirke PPU-verdien, samt hvordan PPU-verdien reagerer ved at en ny person trer inn i planleggerrollen (skifte av bas i uke 11). Det at observasjonene ble avsluttet før måleperioden var over har både styrker og svakheter. Svakheten er at det ikke lenger var mulig å direkte observere om planleggingsprosessen i møtene fikk noen videre forbedring. Dermed ble det kun mulig å vurdere om planene ble bedre ved å se på kvaliteten til ukeplanene og se denne i sammenheng med målt PPU. Styrken var at det ble mulig å se hvorvidt planlegger (bas/formann) hadde blitt mer bevisst på å sørge for korrekt arbeidsbelastning ved å tilpasse arbeidsmengden i ukeplanene til å kun gjelde for en uke. Videre hvorvidt vedkommende klarte å tydeliggjøre dette gjennom beskrivelse av aktivitetene på ukeplanene.

2.4.4 Deltagende observasjon Vindusmontering

For å kunne vurdere om det er samsvar mellom hvordan Last Planner planlegger ukeseaktiviteter opp mot faktisk produksjon, ble det gjennomført en deltagende observasjon ute i produksjonen. For å bestemme hvilken aktivitet som skulle observeres, ble alle de pågående aktivitetene fra ukeplanen i tidsrommet for observasjonsperioden vurdert ut fra kriteriene:

1. Kompleksitet i utførelse

At aktiviteten består av flere små delprosesser, slik at det kan være større sannsynlighet for spredning i meningene om hva som krever mest tid. Samt at det ved flere delprosesser kan virke enklere å se hvor mulige forbedringer kunne blitt gjort.

2. Gjentakende arbeidsoperasjon

At aktiviteten gjentas over en lengre tidsperiode, slik at effekten av en liten forbedring i prosessen vil kunne gi større utslag enn om aktiviteten kun blir gjennomført en gang i løpet av byggetiden.

3. Krav til logistikk

At aktiviteten stiller utfordringer til logistikken. For eksempel vil montasje av GU-plater kreve mindre av logistikken, da disse ofte lagerføres lokalt hos leverandør og det er få variasjoner til utforming på platene, siden disse produseres i ulike standard størrelser. Preproduserte badekabiner stiller derimot større krav til logistikken, da disse kan bestå av ulike kombinasjoner av flis og innredning. Denne kombinasjonen kan være bestilt av kunden for en spesiell leilighet og vil potensielt ikke gjentas i noen andre leiligheter i bygget. Dermed er det svært viktig at riktig kabin blir satt i riktig leilighet.

Da observasjonen skulle gjennomføres, jobbet produksjonen mot tett bygg. Dette medførte at en del aktiviteter ble gjentatt uke etter uke på ukeplanen, da disse skulle gjennomføres i alle etasjene over grunnivå. De aktivitetene som ble gjentatt var hovedsaklig:

1. Brannisolering av stålsøyler
2. Bindingsverk til yttervegg
3. GU-plate montasje
4. Vindusmontasje

Av disse fire ble vindusmontasje vurdert til å være den som scoret høyest på de tre kriteriene nevnt tidligere. Vindusmontasje har en relativt høy kompleksitet på grunn av at den består av så mange små delprosesser som er vesentlige for et sluttresultat med tilfredstillende kvalitet. Samtidig er dette en aktivitet som gjentas for hele byggets fasade og har derfor et betydelig antall repetisjoner i produksjonsfasen frem mot tett bygg. Av de fire aktivitetene nevnt over er det også den mest krevende med tanke på logistikk. De tre andre lar seg gjennomføre med materialer av standardiserte størrelser med få variasjoner, som har relativt kort leveringstid. Vindu kan derimot ha leveringstid på en måned eller mere og må dermed bestilles mye tidligere enn materialene til de andre aktivitetene. Det at byggets fasade er tegnet med så mange ulike vindustyper, medfører også at det er avgjørende for produksjonen at logistikken er tilpasset dette. Logistikken tar hensyn til denne problemstillingen med å ha en helhetlig plan som sørger for at riktig kombinasjon av vindu blir plassert på korrekt arbeidsområde i bygget.

Gjennomføring

Forfatter var med og monterte vindu en dag. Hensikten var å dokumentere alle de ulike delprosessene fagarbeideren måtte gjennomføre for å få montert vinduet, for deretter og spørre vedkommende hva han synes tar mest tid av prosessene som ble skrevet opp på listen. I tillegg ble det spurt om hva som kunne vært gjort annerledes for å kutte ut unødvendig tidsbruk. Dokumentering av delprosessene ble gjort ved at forfatter var med å utførte flere av de, slik at det ble skapt en forståelse for den logiske rekkefølgen. De ulike delprosessene ble notert ned på smarttelefon og ble rangert i kronologisk rekkefølge etterhvert som forfatter var med og utførte de. På slutten av arbeidsdagen ble fagarbeider spurt om han var enig i listen over delprosesser og om han eventuelt hadde noe å tilføye. Deretter ble det spurt hva han synes tar mest tid av de ulike delprosessene. I tillegg ble det spurt om hva som kunne vært gjort annerledes for å kutte ut unødvendig tidsbruk. Alle svarene fra dette ble notert ned på forfatters smarttelefon.

I etterkant av observasjonen ble innkjøpsansvarlig, som også kan inneha rollen som Last Planner, presentert for delprosess-listen med spørsmål om hva vedkommende tror tok lengst tid og hva som kunne vært forbedret.

Vurdering av metoden

Metoden ga innsikt i en del av de daglige utfordringene produksjonen står ovenfor også utover det som var relatert til selve vindusmontasjen. Metodens reliabilitet er noe sterkere enn ved observasjonene av lags- og ukeplanmøtene. Dette fordi det her er mulig og forhøre seg med fagarbeidere på det samme prosjektet om listen over delprosesser for vindusmontasje stemmer. Det er likevel ikke mulig å etterprøve uttalelsene om hva som er mest tidkrevende og forslagene til forbedring, da man er avhengig av å spørre de samme personene med eksakt samme erfaringsgrunnlag som de hadde det tidspunktet da svarene ble gitt. Erfaringsgrunnlaget vil endres fra dag til dag og man kan derfor ende opp med at de avgir et annet svar på et senere tidspunkt. Validiteten til metoden regnes som god, da den gjorde det mulig å observere en bestemt aktivitet og få uttalelser direkte knyttet opp mot denne. Metodene kunne ha blitt benyttet mer for å gi større resultatgrunnlag og flere muligheter til å gjøre nye funn.

2.4.5 Semistrukturert Intervju

Det ble gjennomført flere semistrukturerte intervju gjennom arbeidet med denne oppgaven. Møtene med Arnfinn Aune og Runar Alstad ble gjennomført på bakgrunn av at det var ønskelig å høre hvordan Involverende Planlegging skaper forutsetninger for ukeplanene som måles med PPU, samt å høre om vedkommende kunne ha noen nyttige innspill til “beste praksis”-forslaget. Involverende Planlegging er en metodikk for å drive planlegging av produksjonen i Veidekke (Veidekke, 2016), hvor blant annet flere av elementene fra Last Planner systemet er gjenkjennbare. Møtene med representanter fra anleggsledelsen ved Lilleby ble foretatt for å avklare spørsmål om produksjonsplanleggingen på anlegget, samt spørsmål som dukket opp underveis i perioden for datainnhenting. I forkant av møtene ble det sendt mail hvor det ble beskrevet tema for hvert møte. Den semistrukturerte formen ble valgt på grunn av at det var en forventning til at en diskusjon rundt blant annet Veidekkes produksjon og relevant arbeid med/for PPU-målinger kunne gi mer nyttig og relevant informasjon enn om det utelukkende skulle blitt besvart forhåndsbestemte spørsmål.

Gjennomføring

Før diskusjonen rundt temaet startet, ble det forklart hva hensikten med møtet var. Det ble notert ned flere ulike momenter underveis, men det ble ikke ført direkte referat. Notatene ble derimot brukt aktivt til å stille oppfølgingsspørsmål. I etterkant ble sidene som omtaler møtet oversendt for å la tilretteleggeren ha mulighet til og lese over og eventuelt endre deler av innholdet hvis noe hadde blitt feiltolket. Det ble etterstrebet å holde all kommunikasjon i forhold til intervjuet skriftlig for å opprettholde en best mulig reliabilitet for resultatene.

Vurdering av metoden

Denne fremgangsmåten har nødvendigvis ikke god validitet, da det eksisterer en usikkerhet i forkant om diskusjonen vil kunne gi relevante data. Den er dermed avhengig av at intervjuer har forberedt enkelte spørsmål på forhånd, samt tydelig kommunisert hva møtet skal omhandle. Måten de semistrukturerte intervjuene ble gjennomført på har

både styrker og svakheter. At intervjuene var semistrukturerte, slik at det ble gjennomført mer som et møte med diskusjon, gjorde at det kom frem opplysninger som kanskje ikke ville kommet frem hvis det skulle vært et intervju utelukkende basert på forhåndsdefinerte spørsmål. Et intervju med forhåndsdefinerte spørsmål krever at forskeren har en svært grundig forståelse for temaet for intervjuet. I intervjusituasjonene fra arbeidet med denne oppgaven, var det derimot forventet at intervjuobjektene satt på betydelig mer kunnskap og erfaring enn intervjuer om hvordan Involverende Planlegging tilrettelegger for ukeplaner med høy kvalitet.

At møtene ble gjennomført på denne måten gir resultatene i utgangspunktet lav reliabilitet, siden det er så og si umulig og etterprøve hva som ble sagt der og da, men ved å sende de sidene som omhandler intervjuene til de ulike intervjuobjektene på mail, blir reliabiliteten økt, ved at man får sikret en skriftlig bekreftelse på at vedkommende godkjenner det som er skrevet.

2.4.6 PPU-måling

Forberedende arbeid

I forkant av første ukeplanmøtet ble det utført en del forberedende arbeider. Det ble blant annet gjort enkelte endringer på excel-filen som Veidekke hadde benyttet til PPU-målinger på ONV12. Fra arbeidet med prosjektoppgaven høsten 2016 ble det funnet at Veidekke ikke hadde et system for å føre statistikk over rotårsakene funnet fra PPU-målingene. Derfor ble det brukt tid på å tilrettelegge for et slik system i måleskjemaet (Vedlegg A), slik at det var mulig å lagre relevant informasjon i forhold til rotårsakene allerede etter første uken av måleperioden. Måten dette ble gjort på, var at det ble lagt til en nedtrekksmeny etter hver aktivitet med oversikt over de mest vanlige rotårsakskategoriene fra tabell 3.3. I tillegg ble det lagt til en hurtiglenke etter hver aktivitet som tar brukeren av skjemaet direkte til et skjema for en *5-hvorfor*analyse.

I starten av måleperioden ble det gjennomgått et eksempel på en *5-hvorfor*-analyse for fagarbeiderne og funksjonærer tilknyttet ukeplanleggingen. Hensikten var å vise hvor-

dan fagarbeidere selv kunne gjennomføre en rotårsaksanalyse og vise hvordan funksjonærer kunne ta med seg de foreslåtte tiltakene inn i de ulike møtene for å få belyst problemene som forårsaket forsinkelsen

Gjennomføring

Gjennomføringen av PPU-målingen besto av og fylle ut et nytt måleskjema (Vedlegg A) for hver ny uke. I perioden ukeplanleggingen ble observert, ble aktivitetene ført inn i kolonnen for "oppgaver" kontinuerlig mens planleggingen pågikk. I ukene 10-17 ble ukeplanene oversendt forfatter på mail og aktivitetene ble ført inn i skjemaet basert på disse. Kolonnene fra skjemaet som ble fylt inn i forkant av lagsmøtene var; "Ansvarlig", "Oppgave" og "Planlagt utført". Etter hvert lagsmøte ble forrige ukes skjema gjennomgått og kolonnen "Faktisk utført" ble utfylt. Ved eventuelle planavvik ble det stilt oppfølgingsspørsmål om hva som var grunnen (1.hvorfor i en 5-hvorfor-analyse) og "Kommentar" og "Rotårsakskategori" ble utfylt.

Måling av PPU ved et prosjekt, hvor man kun får ett datapunkt pr. uke, er en utfordring med tanke på reliabiliteten til analysene man gjennomfører etterpå. For å ha et bedre sammenlikningsgrunnlag, ble det besluttet og også hente inn PPU-tall fra andre prosjekt. Det var ønskelig å få inn tall fra prosjekt som hadde pågående produksjon, slik at faktorer som ulik årstid, med det dette medfører av ulike værforhold, ikke skulle påvirke datagrunnlaget. Det var også kjent at det var svært få prosjekt som hadde benyttet PPU fra før av og det var dermed lite datagrunnlag tilgjengelig. Det ble sendt ut mail til formenn på ulike prosjekt, med forespørsel om de kunne bidra med data. Dataene det ble forespurt om var tall fra akkordoppgjør og oversendelse av ukeplaner. Ukeplanene skulle benyttes til å sette opp en liste over aktiviteter tilsvarende listen som ble benyttet på Lilleby. Deretter skulle de få tilsendt denne listen som et interaktivt spørreskjema lagd med verktøy fra www.typeform.com. Spørreskjemaet skulle utformes slik at formenn kun behøvde å velge "ja" eller "nei" som svar på spørsmålet om aktiviteten ble ferdig eller ikke. For å minimere tidsbruken til hver enkelt i forhold til datainnhenting, ble det kommunisert at det var frivillig å kommentere hvorfor aktivitetene evt. ble forsinket.

Vurdering av metoden

I perioden mens observasjonene av ukeplanleggingen pågikk var det få utfordringer med bruk av metoden, da det var mulig og kommunisere med planlegger hvis det dukket opp noen spørsmål underveis. Dette kunne typisk være spørsmål om enkelte aktiviteter uten logisk sammenheng som sto på samme plan, kunne føres opp som to ulike aktiviteter, eller spørsmål rundt eventuelle tidsrammer hvis ikke de kom tydelig frem av planen. Disse kontrollspørsmålene bidro også til å gjøre planlegger oppmerksom på hvordan aktivitetene kunne tydeliggjøres i henhold til anbefalingene fra forslaget til "beste praksis".

Fra uke 10-17, da planene ble oversendt på mail, var det mer utfordrende å føre aktivitetene inn. Dette fordi aktivitetene nå måtte tolkes ut fra planer tilsvarende eksemplene fra Vedlegg (C). Dette gjorde at det ikke var samme mulighet som tidligere til å spørre planlegger hvis det var aktiviteter som var ført på ukeplanen til samme fagarbeidere, men som ikke hadde en logisk rekkefølge. Løsningen ble å sette opp aktiviteter på PPU-skjemaet ut i fra hvilket ark de sto på i den oversendte ukeplanen. Slik man ser av eksemplet fra Uke 13 i vedlegg C, er "Joakim" satt opp på utvendig bindingsverk på det første arket (figur C.2) og på innvendig bindingsverk på det andre (figur C.3). Dette ville typisk resultere i to aktiviteter på måleskjemaet (vedlegg A), med fredag som sluttdato for begge. Selv om det står at det innvendige bindingsverket skal starte fra onsdag, så fremkommer det ikke noe produksjonskrav for hvor mye utvendig bindingsverk som skal være fullført til onsdag og det er dermed ikke målbart. Denne problemstillingen og mer av plankvaliteten diskuteres i 5.1.2.

Innhenting av sammenligningsgrunnlag viste seg å ikke være mulig å få til i praksis grunnet lav svarrate på utsendt mail. Det ble derfor besluttet å benytte tidligere data fra prosjektet ONV12, som er et av få prosjekt hvor Veidekke har benyttet PPU-målinger i produksjonen. En konsekvens av dette er at resultatene baseres på et datagrunnlag med totalt 33 datapunkt. Hvilket er mindre enn tommelfingerregelen til VanVoorhis and Morgan (2007) som anbefaler et datagrunnlag >50 når det skal undersøkes eventuelle korrelasjoner mellom ulike variabler. Dette måtte derfor tas i betraktning ved analyse av de innsamlede dataene.

For å vurdere metodens reliabilitet vil det være avgjørende å se på hva man ønsker å etterprøve. Det vil være tilnærmet umulig å gjenskape et utgangspunkt identisk med det man hadde før målingene startet, da dette krever et identisk prosjekt med samme prosjektorganisasjon og forutsetninger for gjennomføring. Det vil likevel være mulig å etterprøve resultatene ved å gå gjennom de utfylte PPU-skjemaene og eventuelt spørre deler av anleggsledelsen samt fagarbeidere om de mener de registrerte dataene kan stemme. For antall aktiviteter vil det være mulig å gå tilbake til de originale ukeplanene tilsvarende de i vedlegg C og se om aktivitetene som er ført opp på planene tilsvarer de som er på skjemaet. Med andre ord, vil det være god reliabilitet hvis man benytter de utfylte PPU-skjemaene som rådata for et forsøk på å gjenskape resultatene, i dette tilfellet, PPU-verdiene. Metoden har derimot dårlig reliabilitet hvis det er ønskelig å gjennomføre en tilsvarende innsamling av rådata og vurdere disse.

For å vurdere metodens validitet kan man benytte figur 4.5, som viser antall oppgaver som var satt opp på ukeplanene i de ulike ukene det ble målt ved Lilleby. Antallet aktiviteter på ukeplanen gjør det mulig å vurdere i hvor stor grad tallene samsvarer med virkeligheten. Ballard (2000) beskrev i sin avhandling at det kan være en utfordring med hvor godt den målte PPU-verdien gjenspeiler de faktiske forholdene, hvis det er et lavt antall aktiviteter på ukeplanen. Dermed kan det være fornuftig å forsøke å opprettholde et gitt minstekrav til antall aktiviteter på ukeplanen for mest nøyaktige PPU-målinger. I arbeidet med datainnhentingene ved Lilleby ble det gjennomført observasjoner i de første ukeplanleggingsmøtene. Her ble det raskt klart at det i dette tilfellet ikke ville være mulig å sette et bestemt minstekrav til antall aktiviteter som skulle føres opp på planen hver uke, på grunn av den påvirkningen dette ville hatt for arbeidsmetoden til de ansvarlige for planleggingen. Det ble derimot oppfordret til å forsøke og splitte opp aktiviteter der de så det som naturlig å gjøre dette, for slik å potensielt øke antallet aktiviteter på ukeplanen uten at det var et bestemt krav de måtte forholde seg til.

Fra Figur 4.5 kan man beregne gjennomsnittet for antall oppgaver på ukeplanen og benytte dette til å vurdere hva som kunne vært et fornuftig minstekrav, samt hvor stor andel målinger fra datasettet som hadde blitt regnet som gyldig ut fra minstekravet.

$$Gjennomsnitt = \frac{98}{13} \approx 8 \text{ aktiviteter pr. uke} \quad (2.1)$$

Med et minstekrav til antall aktiviteter på ukeplanen satt til åtte, ville man måtte forkaste 38,5% av målingene. Det kan spekuleres i hvor stor grad PPU-målingene ved Lilleby gjenspeiler den "faktiske PPUen". Siden enkelte uker har hatt få aktiviteter på planen og dermed fått store utslag på PPU-verdien hvis en av aktivitetene har feilet. Men metodens validitet regnes som tilfredstillende, da den slik figur 4.3 viser, gjør det mulig for forfatter å kunne si noe om PPU-utviklingen på Lilleby. Samt at målingene fra de tre ukene hvor PPU svangte mest (uke 14-17), hadde åtte eller flere aktiviteter på planen (figur 4.5).

En tilsvarende vurdering av antall aktiviteter har ikke blitt gjort for PPU-verdiene fra ONV12 på grunn av manglende datagrunnlag. Slik sett er det utfordrende å si hvor godt PPU-verdiene derfra gjenspeiler virkeligheten, men siden det var Rune Braa, tømmerfor- mann som utførte målingene ved ONV12, ansees tallene som pålitelige, da han har vært med på flere prosjekter med PPU-målinger tidligere.

Selv om metodens validitet regnes som tilfredstillende for de beregnede PPU-verdiene, ga den ikke forventet resultat med tanke på rotårsaksanalyser. Det er likvel diskutabelt om dette kan skyldes metoden, da det er en forutsetning at prosjektene man utfører målingene hos har ressurser å avse til å gi grunnlag for målinger, samt muligheter til å gjennomføre analyser. Metoden fikk registrert årsaker til avvik og registrert disse inn mot de mest vanlige rotårsakskategoriene (tabll 3.3). Det kan likevel tenkes at enkelte av planavvikene ville kunnet skiftet rotårakskategori underveis. For eksempel at et avvik som etter svar av 1.hvorfor (tabell 3.4) fremstår som et avvik grunnet mangel på material. Men etter en 5-hvorfor analyse egentlig skyldes mangelfull planlegging. Dette tok ikke metoden hensyn til, da den kun registrerte hvilken kategori den umiddelbare årsaken (svar på 1.hvorfor) var i. Fremtidige studier med bedre tilgang på rotårsaksanalyser bør derfor vurdere hvordan de ulike årsakene skal registreres.

2.4.7 Produktivitetmåling

For å kunne vurdere om bruk av PPU kan være med å øke produktiviteten til Veidekke, ble det sett på om høy PPU tilsvarte god produktivitet i Veidekke. I studien til Liu et al. (2010), beskrevet i 3.3, er det en signifikant positiv korrelasjon mellom PPU og produktivitet. For å se om dette også stemmer i Veidekke, ble det bestemt at det skulle samles inn data som kunne skape et tilsvarende plot som vist i Figur 3.8. I studien ble det benyttet en produktivitetfaktor basert på timeforbruk sett mot kalkulert forbruk. Som nevnt i 3.4, kan bruken av kun en slik singelfaktor-indeks være missvisende ved at man ikke får det totale produktivetsbildet slik Chew (1988) beskriver. Men sett at indeksen er del av en større multifaktor-indeks, kan den være med å gi et inntrykk av årsaker til hvordan bedriftens totale produktivitet endres ved endringer i PPU.

Gjennomføring av måling

Med bakgrunn i oppgavens avgrensning (1.5) ble det sett på hvilke muligheter det var for å benytte en produktivetsratio tilsvarende den Liu et al. (2010) brukte.

Etter samtale med anleggsledelse på Lilleby ble det bestemt at produktivetsratioen kunne baseres på tømmerens akkordlønn. Lillefosse Ofte (2016) konkluderte i sin masteroppgave med at det er mulig å finne ut hvor produktiv arbeidskraften er innad i en bedrift dersom man analyserer de tilhørende kostnadene for akkorden, dagtiden og produksjonssystemet og deler dette på antall timer brukt i produksjon eller produsert mengde. Bruken av en slik indikator er ikke utbredt i vesentlig grad i Veidekke Trondheim. Så da det var ønskelig å se hvordan produksjonen på byggeplasser med målt PPU presterte i forhold til distriktets øvrige prosjekter, ble det valgt å benytte akkordgjennomsnittet for distriktet som en "gyllen standard" (se 3.4 for forklaring) i den forstand at det kan indikere om egenproduksjonen til prosjektet leverer bedre enn gjennomsnittet i distriktet. Laget oppnår høyere utbetalinger ved å fullføre aktiviteter på kortere tid enn det timesatsen for de aktuelle aktivitetene tar utgangspunkt i. En annen årsak til valget av akkordlønn som målefaktor, var at dette var en type data som prosjektet kunne gi fra seg uten at det gikk utover ressursbruken deres internt. Basert på bruk av akkordlønn,

ble formelen for produktivetsratio:

$$\text{Produktivetsratio} = \frac{\text{Utbetalt timelønn}}{\text{Distriktets gjennomsnittlige timelønn}}$$

Med denne beregningen av produktivetsratio vil en ratio >1 tilsvare bedre produktivitet enn gjennomsnittet.

Vurdering av metoden

For å vurdere metoden opp mot reliabilitet og validitet må det først defineres hva som ansees som rådata. I dette tilfellet vil rådata være akkordutbetalingene. Bruk av andre mulige inndata for mulige forbedringer av produktivetsratioen diskuteres videre etter dette avsnittet. Med utgangspunkt i at utbetalingene er rådata, har metoden tilfredstillende reliabilitet. Siden det er mulig å få tilsvarende tall ved å benytte samme beregningsformel for produktivetsratio. Metodens validitet er derimot et tema for videre diskusjon, da det er flere usikkerheter knyttet til bruken av akkordlønn til beregning av produktivitet. Akkorden tar utgangspunkt i felles bestemte satser i distriktet, men prosjektspesifikke tilpassinger blir avtalt mellom anleggsledelse og fagarbeidere for hvert prosjekt. Dermed vil det alltid være en mulighet for at anleggsledelsen har gjort tilpassinger i forhold til forventet tidsbruk etc., og dermed kan ha justert enhetsprisene for enkelte av arbeidsoppgavene.

Dette gjøres for eksempel hvis det benyttes spesielle produkt i enkelte av de prosjekterte løsningene som er mer komplisert enn standardløsningen som ligger til grunn for de ordinære enhetsprisene. Men selv om anleggsledelsen kan ha tilpasset enhetsprisene til prosjektet, ble det vurdert slik at man også i kalkylearbeid baserer seg på estimat for tidsbruk på de samme teknisk utfordrende løsningene når anbudet kalkuleres. Det vil dermed være usikkerhet også i estimatene for kalkulert timebruk. Dermed kan det være at erfaringstallene som anbudet kalkuleres ut i fra tilsvarende erfaringstallene for forventet tidsbruk som prisene i akkorden settes ut i fra. Denne usikkerheten og det at akkordlønn benyttes som en motivasjon for å stimulere til god produktivitet, gjør at det antas at produktivetsratioen som benyttes i metode til en viss grad gjenspeiler produktivetsnivået ute på byggeplassen. Det er derimot vanskelig å fastslå i hvor stor

grad den representerer de faktiske forhold fra uke til uke, da akkordutbetalingene blir beregnet ut fra to ukers produksjon. Hvis produktiviteten også hadde blitt kalkulert ut fra en annen produktivetsratio kunne man sett disse sammen og kanskje fått et enda mer realistisk bilde av produktiviteten. Det er likevel valgt og benytte dataene da det var dette datagrunnlaget som var tilgjengelig.

Det må likevel nevnes at produktivetsratioen som benyttes kan forbedres. Ved å blant annet benytte mer detaljert inndata, samt definere hvordan den skal forholde seg til den tiden hvor fagarbeideren ikke produserer. Slik "uproduserende tid" kan for eksempel være: krantid, riggarbeid, HMS-arbeid, møtevirksomhet og pålagte kurs. Dette er tid som i dag beregnes inn i akkordoppgjøret med egne satser, men som det kunne vært bedre og utelatt fra produktivetsratio-beregningen for å få mer presise inndata. Hvis for eksempel et prosjekt har en stor del av den totale andelen av fagarbeidere hos seg, og alle disse skal på et pålagt ukeskurs som de kun må fornye hvert 6.år, vil dette kunne gi et falskt bilde av hvordan produktiviteten har vært på plassen hvis man kun ser på akkordtimene.

En måte å unngå utfordringen med at den "uproduserende tiden" blir tatt med i ratio-beregningen, er hvis man hadde benyttet timelistene fra fagarbeiderne hver uke. Man kunne da sett disse i sammenheng med mengden av utført arbeid fra samme uke og sammenlignet dette med tidligere erfaringstall på enhetstider for de ulike konstruksjonselementene. Dette forutsetter at man har tilgjengelige enhetstall for de ulike konstruksjonselementene og kan likevel medføre usikkerhet all den tid ikke konstruksjonselementene utføres på akkurat samme måte. Det vil for eksempel være relativt liten usikkerhet knyttet til oppføring av 48x200mm bindingsverk for yttervegg, men en større usikkerhet knyttet til utførelse av av mer komplekse arbeidsoppgaver. Slik som tetting og fasadearbeid i forbindelse med vindu, da disse kan variere ut fra forhold som kledningsmaterial og vinduets plassering i veggen.

Flåta (2004) nevnte i metoden for sin masteroppgave om produksjonsmålinger, at bruken av stedskoder i timelister for produksjonen er viktig for å kunne beregne korrekte enhetstider. Slik kan prosjektet kan oppnå presise målinger gjennom å ha en presis nok

inndeling av stedskoder, så enhetstidene kan bli beregnet med minst mulig usikkerhet. Med “presis nok” menes det i denne sammenhengen at de ulike arbeidsområdene er delt inn i stedskoder på en slik måte at man i ettertid kan gå inn og vite nøyaktig hvor arbeidet er blitt utført og hva det inkluderte. Hvor nøyaktig plassering i bygget stedskoden må angi avhenger av hvilken type aktivitet og fag det er snakk om.

For eksempel kan det vært nok å angi stedskoden “Plan 2” hvis aktiviteten er brannisolering av stålsøyler i yttervegger. Videre at alle stålsøylene på plan 2 er nøyaktig like i dimensjon og for eksempel har 2 meter fri klaring på hver side, slik at arbeideren kommer til like godt fra alle sider.

Det vil derimot ikke være presist nok med “Plan 2” hvis det er snakk om bindingsverk for ytterveggen til prosjektet Ladebekken 2, da denne har en Sørfasade med betydelig flere vindu- og døråpninger enn de tre andre fasadene. Her kunne det da istedenfor vært aktuelt med en stedskode som anga både plan og fasadeside. Eventuelt både plan, fasadeside og imellom hvilke akser.

I tillegg til usikkerheten knyttet til hva som er forventet enhetstid og hvor arbeidet er utført inneværende uke, er det også en annen utfordring knyttet til å beregne produktivitetsratioen basert på enhetstider. Denne utfordringen består av kombinasjonen av inndata som kreves: gjennomgang av timelister, kontroll av utførte mengder, samt systematiseringen av dette sammen med PPU i dag kan bli svært ressurskrevende for en bedrift og gjennomføre. På grunn av dette kan det være fornuftig å ha en multifaktorindeks bestående av flere enklere singelfaktor-indekser. Man kunne da i fremtidige studier sett på hvordan gjennomføringen av målingene eventuelt også påvirker produktiviteten til for eksempel anleggsledelsen som må administrere en slik måleprosess.

Kapittel 3

Teori

3.1 Kontinuerlig forbedring

3.1.1 Beskrivelse

Oppgaven skal vurdere hvordan PPU-målinger kan bidra til økt produktivitet. Slik det er nevnt i 2.4.1, antas det at en bedrifts interne produktivitetsfaktorer kan påvirkes av forbedringsarbeid. Dermed er det nødvendig å ha en forståelse for hva kontinuerlig forbedring av produksjon er. I dette delkapittelet vil kontinuerlig forbedring forklares overordnet. Det vil også bli vist forskjellen mellom kontinuerlig forbedring og innovasjon og gitt en beskrivelse på hvordan en bedrift kan jobbe med kontinuerlig forbedring.

3.1.2 Et overblikk på kontinuerlig forbedring

Kontinuerlig forbedring av produksjon, å finne den mest effektive måten å løse et praktisk problem på, er et tema som har vært aktuelt for mennesket siden byggingen av oldtidens underverker (Edwards, 2003). I mer moderne tid er temaet fremdeles like aktuelt. Det har vært flere ulike måter å definere begrepet på, fra de første sporene av forbedringsprogram hos bedrifter på 1800-tallet, via Henry Fords standardiseringssystem, til “Toyota production system” og “Lean manufacturing” i dag (Bhuiyan and Baghel, 2005).

Under er noen av de ulike definisjonene for kontinuerlig forbedring gjengitt:

- William Edwards Deming beskrev filosofien bak kontinuerlig forbedring som forbedringsinitiativ som øker suksess og reduserer feil (Bhuiyan and Baghel, 2005).
- Kossof mente at kontinuerlig forbedring ble oppnådd ved å involvere og benytte kunnskapen til ansatte på alle nivå i bedriften (Kossoff, 1993).
- Michela *et al.* mente kontinuerlig forbedring bør bli sett på som en prosess som er ment for å oppnå forbedring (Michela et al., 1996).

Overordnet for disse definisjonene og også slik Bhuiyan og Baghel beskriver kontinuerlig forbedring på, er at det i produksjonen kan sees på som en forbedringskultur som søker å eliminere sløsing i alle systemer og prosesser innad i en organisasjon. Elimineringen skjer ved at ansatte fra alle nivå jobber sammen for å skape forbedringer, men uten at disse forbedringsinitiativene nødvendigvis krever store økonomiske investeringer for å bli gjennomført. De hevder også at større forbedringer ofte er et resultat av flere små. Videre at forbedring blir oppnådd ved å benytte et utvalg verktøy og teknikker dedikert til å søke etter kilder til problem, sløsing og variasjon, for deretter å finne måter og minimere disse kildene (Bhuiyan and Baghel, 2005).

3.1.3 Innovasjon og kontinuerlig forbedring

For å bedre forstå hva kontinuerlig forbedring er og hvordan større forbedringer kan være et resultat av flere små, presenterte Lauri Koskela i 1992 en sammenligning mellom innovasjon og kontinuerlig forbedring. Innen en rekke fagdisipliner var synet tidligere slik at teknologisk framgang, som fremsto som uforklarlig fordi den ikke kunne knyttes opp mot en enkelt innovasjon, ble kalt læring. Denne måten å tenke på forhindret forståelsen av hvor viktig kontinuerlig forbedring var, med karakteristikkene: inkrementelle steg fremover, bredt omfang og en innovativ organisasjon (Koskela, 1992).

For å nærmere forklare dette og skille mellom hva som var kontinuerlig forbedring og hva som var innovasjon. Ble ulikhetene i karakteristikker mellom disse to begrepene først presentert i en tabell av Maasaki Imai i 1986, og så publisert på nytt (tabell 3.1) med endringer av Koskela i 1992.

Tabell 3.1: Sammenligning av innovasjon og kontinuerlig forbedring
(Koskela, 1992).

<i>Karakteristikker</i>	<i>Innovasjon</i>	<i>Kontinuerlig forbedring</i>
Fokus	Effektiviteten av konverteringer	Effektiviteten av prosessflyt
Mål	Sprang i effektivitet	Små steg, detaljer, fintuning
Hvem er involvert	Selskap og eksterne spesialister	Alle i selskapet
Tidsramme	Diskontinuerlig og ikke inkrementiell	Kontinuerlig og inkrementiell
Teknologigrunnlag	Eksterne teknologiske gjennombrudd, nye innovasjoner, nye teorier	Intern kunnskap, beste praksis
Insentiv	Ny overlegen teknologi eller behov for kapasitetsøkning	Komme over begrensinger mot å redusere variasjon eller redusere syklustider
Praktiske krav	Krever store investeringer, men liten innsats får å vedlikeholde den	Krever lite investering, men høy innsats for å vedlikeholde den

Tabell 3.1: Sammenligning av innovasjon og kontinuerlig forbedring (Koskela, 1992).

<i>Karakteristikk</i>	<i>Innovasjon</i>	<i>Kontinuerlig forbedring</i>
Virkningsmekanisme	Forkaste og gjenoppbygge	Vedlikehold og forbedringer
Overførbarhet	Overførbar: Nedfelt i individuelt utstyr og tilhørende operasjonelle ferdigheter av utstyret	Hovedsakelig idiosynkratisk: Nedfelt i systemet gjennom utstyr, ferdigheter, prosedyrer og organisering
Orientering av innsats	Teknologi	Personer

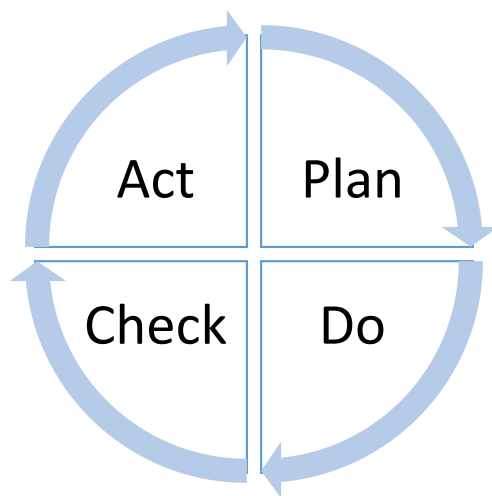
Fra tabell 3.1 kan man se at kontinuerlig forbedring er avhengig av langt flere involverte personer enn innovasjon. Ved at virkningsmekanismen er vedlikehold og forbedringer, kreves det mye intern kunnskap rundt “beste praksis” for å vite hvilke prosesser som bør finjusteres, hvilke som allerede fungerer optimalt og hvor det er muligheter for mer standardiserte prosesser. Tabellen viser også at kontinuerlig forbedrings overførbarhet beskrives som “Idiosynkratisk”:

Idiosynkratisk: adjektiv som betegner noe som er særegent, egenartet, eller som bare gjelder det fenomenet eller den personen som omtales (Kjøll, 2013).

En slik beskrivelse av kontinuerlig forbedring som noe særegent eller egenartet og som er nedfelt i bedriftens system gjennom utstyr, ferdigheter, prosedyrer og organinsering, indikerer, slik også tabell 3.1 viser, at det krever mye innsats for å vedlikeholde den.

3.1.4 Plan-Do-Check-Act

En måte å vedlikeholde kontinuerlig forbedring på er ved bruk av PDCA-modellen. Dette er en systematisk modell som Walter A. Shewhart først diskuterte konseptet av i 1939 og som senere ble gjort videre kjent av W. Edwards Deming (Johnson, 2002). PDCA beskrives som en syklus av tilbakemeldinger, slik at ledelsen kan identifisere og foreta endringer ved de delene av produksjonsprosessen som behøver forbedringer. Forbedringen til prosessen skal først bli planlagt (Plan), for så å bli implementert og ytelsesmålt (Do). Deretter skal resultatene fra målingene bli kontrollert opp mot den planlagte spesifikasjonen (Check). Ethvert avvik eller potensielle videre forbedringer skal identifiseres og rapporteres tilbake til ledelsen. Dermed kan ledelsen foreta en beslutning for hvilke tiltak som skal gjennomføres (Act) (Calder, 2013).



Figur 3.1: PDCA-syklusen (Johnson, 2002).

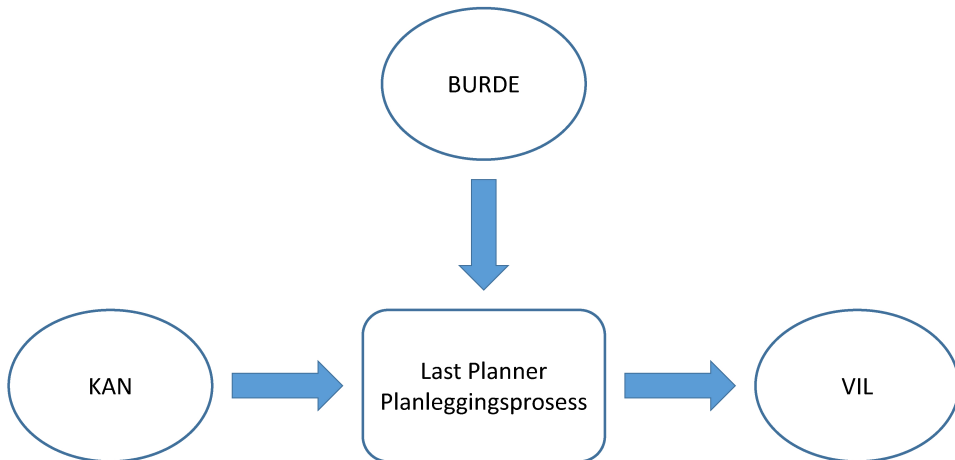
Et av hovedprinsippene bak filosofien til Deming, var at hovedoppgaven til ledelsen i enhver organisasjon er å sørge for å “etablere holdninger som konsekvent jobber mot et mål” (constancy of purpose). Målet er å kontinuerlig forbedre sin service til kundene (Clark et al., 2013).

3.2 Last Planner Systemet

3.2.1 Beskrivelse

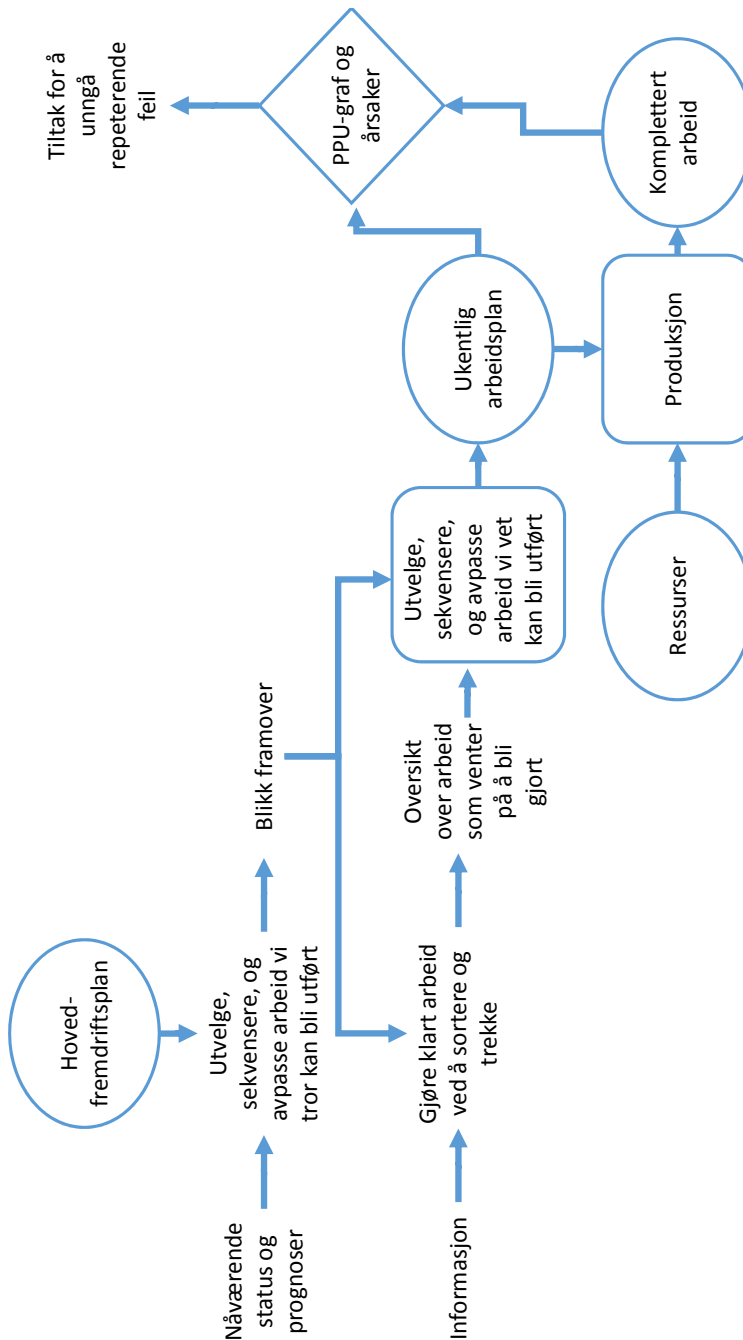
Inspirasjonen til Last Planner systemet (LPS) var oppdagelsen av store forskjeller i hvor godt arbeidsprosesser fløt i byggeprosjekt. Dermed ble første steg i utviklingen av LPS å se på hvordan man kunne forbedre arbeidsflyten. I 1997 viste Ballard og Howell at en forbedring av arbeidsflyt gjennom forbedret plankvalitet medførte en økning i produktiviteten for de utførende arbeidslagene (Ballard, 2000). Ballard skiller mellom å “planlegge måter å oppnå mål” på (design), og “gjennomføre planer slik at mål blir oppnådd” (control). “Last Planner” mener Ballard er den personen i anleggsledelsen som har siste planleggingsansvar før en aktivitet blir gjennomført (Ballard and Tommelein, 2016). I Norge vil dette vanligvis være formann eller bas. I Veidekkes Involverende Planlegging, beskrives fagarbeideren som personen med siste planleggingsansvar (Andersen, 2016).

3.2.2 Last Planner-prosessen



Figur 3.2: Last Planner prosessen (Ballard, 2000).

Last planner systemet er ment å være en kontrollerende komponent til et tradisjonelt prosjektstyringssystem. Det kan sees på som en mekanisme som endrer hva som BUR-DE (figur 3.2) vært gjort, til hva som KAN gjøres. Dette gjennom å skape en beholdning av ferdig planlagte aktiviteter som videre ukeplaner kan planlegges ut i fra. I figur 3.3 er denne prosessen illustrert. Det er tenkt at “blikket fremover” skal være for aktiviteter med mulig oppstart 3 til 12 uker frem i tid, slik at hovedfremdriftsplanen blir brutt ned til aktiviteter og arbeidspakker. Dermed sorterer man og “trekker” arbeid ut i fra fremdriftsplanen, for å kunne tilpasse arbeidsflyten til den tilgjengelige produksjonskapasiteten (Ballard, 2000). I arbeidet med en SWOT-analyse av implementeringen av Last Planner i Kina, fant Gao og Low ut at mesteparten av de firmaene de intervjuet manglet en slik “Framblikksplan” (Gao and Low, 2014).



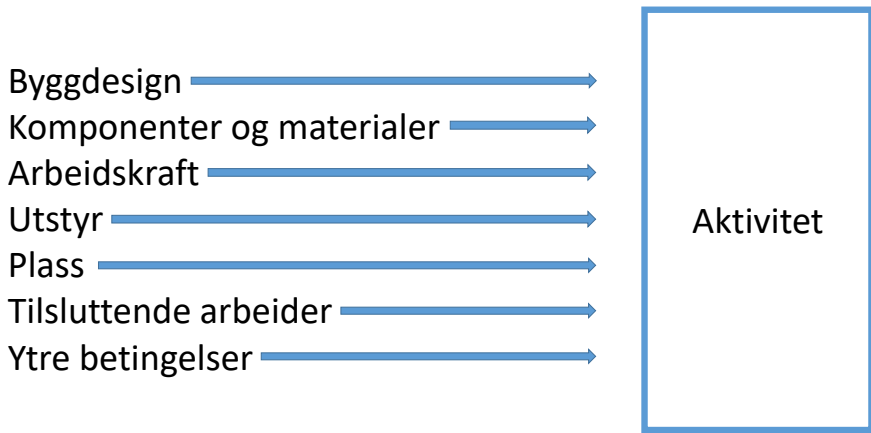
Figur 3.3: Last Planner systemet som viser hvordan det kan brukes til å se frem i tid og forberede ukeplanene, samt hvordan PPU-målinger er relatert til dette arbeidet (Ballard, 2000).

Ved å velge ut hvilke av de ferdig planlagte aktivitetene som skal inkluderes i ukeplanen, inngås det en forpliktelse til planen i form av at det blir bestemt hvilke oppgaver som faktisk VIL (figur 3.2) gjennomføres kommende uke. En viktig parameter å måle en slik ukeplan på er dens sluttkvalitet. Til å vurdere denne sluttkvaliteten angir Ballard disse fire kritiske kvalitetskarakteristikkene (Ballard, 2000):

1. Aktiviteten er veldefinert.
2. Den riktige arbeidssekvensen er valgt.
3. Det er valgt korrekt arbeidsmengde for planens tidsrom.
4. Arbeidsaktiviteten som er valgt er fornuftig og gjennomførbar.

For at en aktivitet skal kunne regnes som “veldefinert”, må den være beskrevet i tilstrekkelig grad til at det er entydig forståelse for når aktiviteten er gjennomført. Med “riktig arbeidssekvens” menes det at den er forenelig med den interne logikken i arbeidsoppgaven, overordnede prosjektforspliktelser og mål, samt valgt gjennomføringsstrategi. “Korrekt arbeidsmengde” er den mengden som “Last Planner” anser produksjonsenheten kapabel til å gjennomføre etter å ha vurdert enhetens budsjett for oppgaven, samt å ha undersøkt det spesifikke arbeidet som skal utføres (Ballard, 2000).

For å vurdere om en aktivitet er gjennomførbar, kan aktiviteten sees opp mot syv forutsetninger (figur 3.4) som Koskela beskrev i sin av doktoravhandling. Forutsetningen er beskrevet som en samlet ressursstrøm som må være tilstede for at en byggeaktivitet skal kunne gjennomføres. Samlet genererer ressursstrømmene resultatet for aktiviteten og det vil dermed være fornuftig å gå igjennom disse for å vurdere om en aktivitet er gjennomførbar (Koskela et al., 2000). Disse syv forutsetningene kan også sees igjen i det som i Veidekkes Involverende Planlegging kalles “grisen” (Figur 3.5).

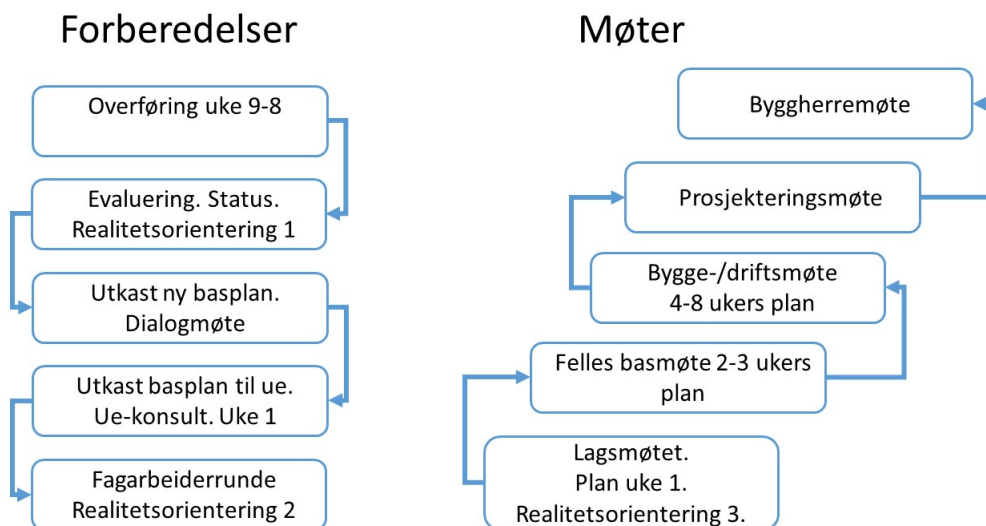


Figur 3.4: Koskelas syv forutsetninger (Koskela et al., 2000).



Figur 3.5: Veidekkes 7 forutsetninger for en sunn aktivitet (Khattak, 2016).

I Involverende Planlegging har man en møtestruktur som skal ivareta det nevnte blikket framover. Andersen (2016) beskriver dette som trialistisk organisering (Figur 3.6), hvor man har tre ulike former for meningskonstruksjon; individuell, gjensidig subjektsamstemming og formidlet felles subjektsamstemming. Disse tre beskrives som betinget avhengig av hverandre.



Figur 3.6: Trialistisk styringssystem og kompetanseutvikling (Andersen, 2016).

Gjennom forberedelsene i forkant av møtene og gjennomføringen av møtene, sikrer man at både det flerfaglige perspektivet og prosjektperspektivet er representert som en referanseramme også ned på lagsmøtenivå. Gjennom “arbeidsdeling i indre tid” blir ulike behov og krav meldt tilbake og oppover organisasjonen. Dette skjer på grunn av de ulike tidshorizontene for hvert møte. Slik sikrer organiseringen en utveksling av informasjon mellom de ulike nivåene. Dermed kan for eksempel bas, som har ansvar for basplanen for ukene 2-3, stille krav til formann/driftsleder om tilrettelegging for ukene 2-3 osv. (Andersen, 2016).

Kvaliteten på planer skapt gjennom Last Planner systemet kan gjennomgås av en overordnet før de benyttes. Men en slik prosess produserer ikke nødvendigvis rutinemessig måledata, spesielt ikke når det viser seg nødvendig å endre planen i etterkant av en slik gjennomgang. Det er derfor mer egnet å måle ytelsen til planleggingen gjennom resultatene fra utførelsen av planen. I LPS måles denne ytelsen med PPU-målinger. PPU måler i hvor stor grad forpliktelsen til Last Planner (VIL, figur 3.2) ble gjennomført. Analyse av avvik kan så lede tilbake til rotårsaker. Slik kan det i fremtiden kan skje en forbedring i produktiviteten ved at man har tatt tak i rotårsaken til avviket gjennom en rotårsaksanalyse. Selv om man måler PPU på nivået for utførelse, betyr ikke dette at man kun foretar endringer der. Rotårsakanalyse kan avdekke dårlig planlegging eller ufullstendig utførelse av planlagt arbeid ved hvilket som helst organisatorisk nivå (Ballard, 2000).

3.3 PPU-målinger

3.3.1 Beskrivelse

PPU-målinger er en del av Glenn Ballards «Last Planner System». Last Planner systemet er både en filosofi og et sett med regler og prosedyrer. Det finnes i dag mye litteratur som omtaler PPU-målinger. Hovedhensikten med dette delkapittelet er å gi en definisjon på hva PPU-målinger er og hva man kan oppnå ved å måle PPU. Videre skal det presenteres ulike suksessfaktorer og fallgruver som kan benyttes inn i et forslag til “beste praksis” for gjennomføring av prosessen med PPU-målingene. Dette gjennom å presentere hvordan teorien beskriver PPU, prosessene rundt målingene og vise dette i kombinasjon med erfaringer gjort i ulike casestudier som omtaler implementering av LPS og bruk av PPU.

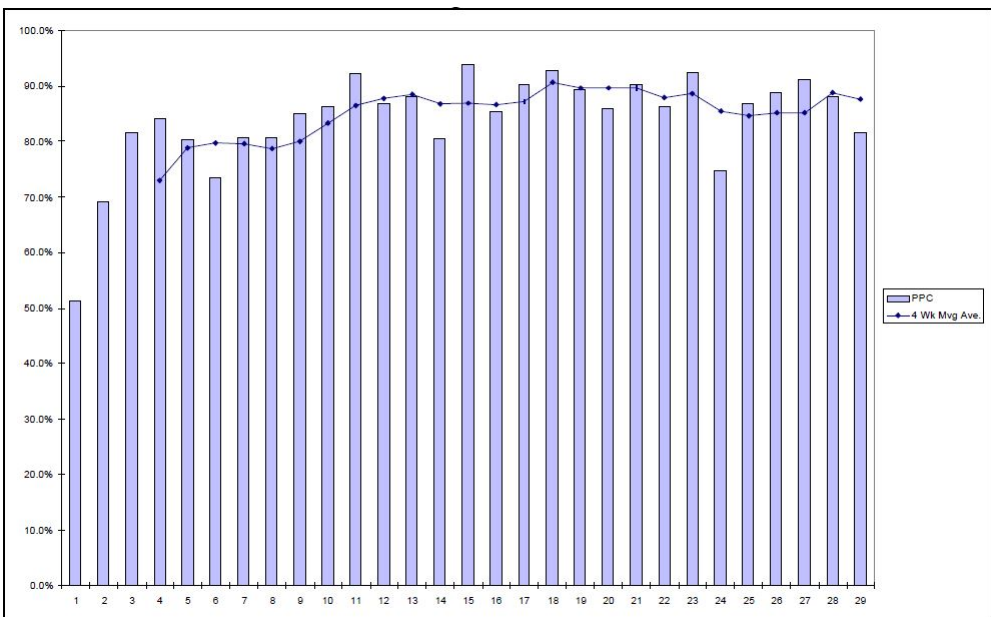
Percent Plan Complete (PPC), is the number of planned activities completed, divided by the total number of planned activities, and expressed as a percentage. (Ballard, 2000).

Sitatet fra Ballard gir en konkret definisjon på hva PPU er. Tabell 3.2 viser et enkelt eksempel på hvordan aktivitetene kan måles for å beregne PPU. Det er målt hvor mange

aktiviteter som var ført opp på ukeplanen og så målt hvor mange av disse som ble ferdige innenfor det tidsrommet.

Tabell 3.2: Eksempel på hvordan en PPU-måling kan gjennomføres (Ballard, 2000).

Date	1/25/99	2/1/99	2/8/99	2/15/99	2/22/99	2/29/99	3/8/99	3/15/99	3/22/99	3/29/99	4/5/99	4/12/99	4/19/99	4/26/99
Tasks Completed	20	38	40	48	49	44	46	46	56	57	71	66	66	66
Tasks Assigned	39	55	49	57	61	60	57	57	66	66	77	76	75	82

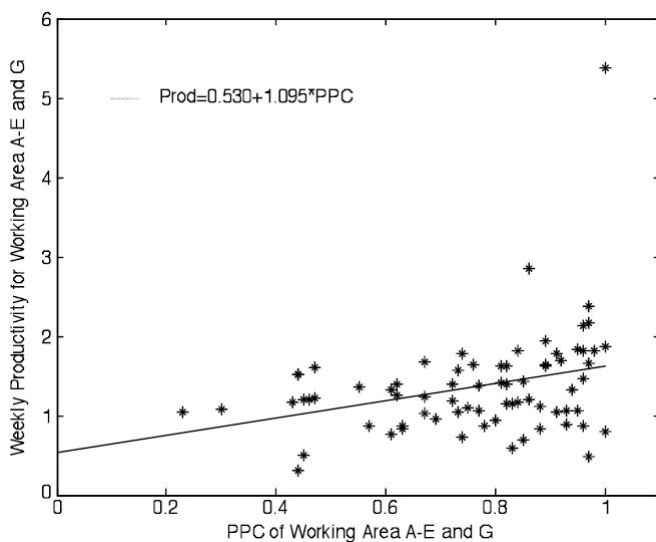


Figur 3.7: Eksempel på hvordan PPU-resultater kan fremstilles grafisk (Ballard, 2000).

En måte å fremstille PPU grafisk på er ved et stolpediagram likt det i figur 3.7. Her ser man PPU uke for uke, med et 4-ukers flytende gjennomsnitt plottet inn i tillegg. Ved å måle PPU blir prosenttallet standarden som produksjonen styres etter. PPU er en enkel indikator, men er gitt ut fra en kompleks samling variabler: fremdriftsplaner, budsjetterte enhetskostnader, gjennomføringstrategier med mere. I utgangspunktet vil en høy PPU, med forutsetning om høy kvalitet på planene, ha en positiv korrelasjon med

høyere produktivitet og fremdrift ved at det blir gjennomført mer arbeid med de gitte ressursene (Ballard, 2000). Altså at flere timeverk bidrar direkte til sluttproduktet.

Liu et al. (2010) publiserte i 2011 en casestudie som er med og underbygger den nevnte korrelasjonen fra forrige avsnitt. Denne studien ble utført ved å studere og samle inn produksjonsdata fra et prosjekt over 134 uker. Studien fant ikke noe som kunne indikere at produktivitet blir forbedret ved å gjennomføre så mange aktiviteter som mulig, uavhengig av planen. Den viste derimot at nøkkelen til økt produktivitet ligger i å ha mer forutsigbare planer. Dette kan sees i Figur 3.8, hvor PPU er satt opp mot ukentlig produktivitet for det målte arbeidsområdet. Her viser den lineære regresjonslinjen en positiv økning for produktivitet ved en økende PPU.



Figur 3.8: Plot med PPU og produktivitet med lineær regresjonslinje (Liu et al., 2010).

Produktivitetsratioen som ble benyttet i studien ble basert på forholdet mellom faktisk timeforbruk og prosjektets kalkulert timeforbruk for de ulike aktivitetene på ukeplanen.

$$\text{Produktivitetsratio} = \frac{\text{Kalkulert timebruk}}{\text{Faktisk timebruk}}$$

3.3.2 Rotårsaker

Som nevnt i 3.2 vil analyse av PPU-målingene kunne avdekke rotårsaker. Ballard and Howell (1994) beskriver at måling av PPU vil også kunne gi mulighet til å skille mellom avviksårsaker med røtter i planleggingen og årsaker som stammer fra planutførelsen (produksjonen). Ballard (2000) mener at PPU kan bli et kraftig fokuspunkt for forbedringstiltak. En forutsetning for at det skal kunne skje, er identifisering av rotårsakene. En slik identifisering bør gjennomføres av nærmeste leder eller de som er ansvarlig for at planen blir utført. I Norge vil dette typisk kunne være formann, bas eller fagarbeidere.

Tabell 3.3 viser en oversikt over rotårsaker med utdypende stikkord. På grunn av at hvert byggeprosjekt er unikt, vil rotårsakene variere fra prosjekt til prosjekt. Men det er likevel mulig å samle en del av årsakene innunder en av kategoriene. I tilbakemeldinger til Last Planner systemet og gjennomføringer av rotårsaksanalyser ble det uttrykt ønsker om en bedre liste over rotårsaker enn den byggeplassledelsen hadde fått i forkant. Grunnen var at de ønsket å bedre kunne kategorisere årsakene til planavvikene (Ballard, 2000).

Tabell 3.3: Rotårsaker

Kategori	Stikkord	Kilde
Design informasjon	Tegninger	Ballard (2000)
	Modeller	
	Etterspurt informasjon	
	Endringer	
Materialer	Forsinkede leveranser	O. AlSehaimi et al. (2014)
	Feillevering	
Arbeidskraft	Kompetanse	Ballard (2000)
	Underbemanning	O. AlSehaimi et al. (2014)
Midlertidige konstruksjoner	Stillas	Ballard (2000)
	Avstivning	

Tabell 3.3: Rotårsaker

Kategori	Stikkord	Kilde
Utstyr	Produksjonsutstyr Utstyr som skal installeres	Ballard (2000)
Håndverktøy	Manglende verktøy Uegnet verktøy	Ballard (2000)
Arbeidsplass	Trang Støv Lys Støy	Ballard (2000)
Vær	Utfordrende	Ballard (2000)
Forutgående arbeider	Forsinket Feil Overestimert oppnåelse	O. AlSehaimi et al. (2014)
Byggefeil	Oppretting	O. AlSehaimi et al. (2014)
Planlegging	Koordinering Feilestimering av ressursforbruk	O. AlSehaimi et al. (2014)

Til å analysere hendelser og finne rotårsaker finnes det flere analysemetoder. Moore nevner tre av de vanligste i boken *Selecting the right manufacturing improvement tools: what tool? when?*. De tre er (Moore, 2011):

- 5-hvorfor
- Årsak og effekt diagram med kort som tillegg (CEDAC)
- RCA

Det finnes også flere andre metoder som kan være like gode eller bedre enn de metodene som er nevnt. Det er opp til hver organisasjon å velge hvilken analyseteknikk som er best egnet til organisasjonens problemer (Moore, 2011). Fra møtet (4.3) med Runar Alstad i Veidekke, kom det frem at *5-hvorfor* er en metode som Veidekke benytter. Dermed blir det valgt å forklare denne mer utdypende.

Teknikken oppgis å stamme fra Toyota og innbefatter at man aldri skal godta kun den første årsaken til hvorfor noe skjedde. Man skal istedenfor alltid søke etter å komme til bunns i problemet ved å spørre og grave til man finner den bakenforliggende årsaken til at hendelsen skjedde. Toyota konkluderte med at det var nødvendig å spørre "hvorfor?" fem ganger for å kunne finne rotårsaken til problemet (Moore, 2011). I tabell 3.4 er det gitt et eksempel på hvordan en *5-hvorfor*-analyse kan benyttes. Eksemplet er basert på et eksempel gitt av Moore, men er justert av forfatter for å simulere en situasjon tilpasset Veidekkes produksjon. Det er verdt å nevne at enkelte ganger finner man kanskje rotårsaken etter færre en fem hvorfor. Andre ganger må avviket kanskje analyseres mer, eller ved bruk av andre analysemetoder for å finne ut hvordan man kan forhindre nye avvik fra å forekomme.

Tabell 3.4: Eksempel på hvordan en 5-hvorfor-analyse kan gjennomføres i etterkant av et planavvik.

Situasjon	Tiltak
Bindingsverk yttervegg ble ikke ferdig	Ferdigstille snarest
Hvorfor?	
Manglet material	Bestille mer material
Hvorfor?	
Material benyttet ved annen aktivitet	Kontrollere materialbehov for ukens oppgaver opp mot tilgjengelig material på plassen
Hvorfor?	
Ikke tilstrekkelig planlagt uke fra fagarbeideres og bas side	Øke bevissthet rundt planlegging av eget arbeid for fagarbeidere
Hvorfor?	
Bas har ikke fokusert på å stille spørsmål i lagsmøtet om en fagarbeider har de materialene han trenger til ukas oppgaver	Forbedre bas sin møteledelse
Hvorfor?	
Bas føler behov for å oppnå høy fremdrift i et kortere tidsvindu og vil derfor bruke minst mulig tid på møtene og anleggsledelsen har ikke vært tydelig nok på hvordan møtene bør gjennomføres i henhold til IP	Sørge for at anleggsledelse er godt nok kjent IP og at alle involverte er kjent med fordelene av å øke møtekvaliteten

3.3.3 Suksessfaktorer ved bruk av PPU

Videre vil det presenteres ulike suksessfaktorer for bruk av PPU-målinger i prosjekt, basert på teori og tidligere casestudier.

Nøyaktige tidsrom for aktiviteter

PPU bør måles inn mot dager og ikke uker. Med dette menes det at man skal planlegges ned på dagsnivå heller enn uker. F.eks “aktivitet 1 er satt til å pågå fra mandag til onsdag” istedenfor “aktivitet 1 er satt til å gjennomføres i uke x” (Ballard and Howell, 2003).

Forståelse for hva som er gode team

Ballard og Tommelein har i den enda upubliserte artikkelen “ *The dynamics of continuous improvement*” identifisert tre indikatorer for team som har generelt høy PPU (Ballard and Tommelein, 2016):

1. Teamet har stabile ukeplaner med få avvik.
2. De ber om og innfrir pålitelige løfter.
3. De utvikler og implementerer mottiltak for å unngå fremtidige planavvik.

En god forståelse av disse tre er dermed viktig for både planlegger og den utførende.

Åpen kommunikasjon og god takhøyde for tilbakemeldinger

For å unngå gjentakende feil er det viktig å ha en forståelse av hva som har skjedd. Dette inkluderer også en forståelse for hvorfor personer som var involvert handlet som de gjorde i den gitte situasjonen. Hvis personer frykter noen form for uthenging eller straff vil de ikke delta i en prosess for å finne årsaker og mottiltak (Ballard and Tommelein, 2016). Det er dermed viktig å komme over mentaliteten om å alltid si ja til lederen sin (Kim and Jang, 2005).

Lære av feil

Flere ulike studier viser at teamet bør bruke tid på rotårsaksanalyser, da flere tidlige casestudier viser at dette har medført en økning i målt PPU-% (O. AlSehaimi et al., 2014). Det anbefales også at både ledere, formenn og fagarbeidere har en proaktiv rolle i forhold til rotårsakene, da dette vil gjøre at de både føler seg mer involvert og motivert (Nieto-Morote and Ruz-Vila, 2011). Det er også viktig at man gjennomfører rotårsaksanalyser med kritisk blikk til eget arbeid. Det er for eksempel ikke nødvendigvis leverandør sin skyld at en leveranse kommer for sent, hvis varene ble bestilt dagen før ønsket leveransedato (Russell et al., 2014).

Alle planlagte aktiviteter skal være med i ukeplanen

I prinsippet skal ikke uplanlagte aktiviteter dukke opp i løpet av uken. I praksis vil dette være utfordrende, da det ofte kan være at uplanlagte oppgaver forekommer underveis og som må løses på stedet. Tanken er likevel at over tid vil antall uplanlagte aktiviteter reduseres ved at påliteligheten til ukeplanen øker (Koskenvesa and Koskela, 2005).

Korrekt bruk av rutinesjekk for planer

Det bør kun foregå rutinesjekk av ukeplaner fra nærmeste overordnede til Last Planner. Ledelsesnivå over der igjen bør fokusere på at LPS blir brukt riktig av sine underordnede. Noe som vil innebære å av og til se på ukeplaner, men mest å se på PPU-% og læringsinitiativ som er initiert som følge av avvik fra planen (Ballard and Howell, 2003).

Ha riktig ambisjonsnivå for PPU og ha korrekt ressursbruk

Time waste differs from material waste in that there can be no salvage. The easiest of all wastes, and the hardest to correct, is this waste of time, because wasted time does not litter the floor like wasted material. - Henry ford.(Koskela et al., 2000).

Sitatet over viser at Henry Ford også var bevisst utfordringen det er å og planlegge med korrekt ressursbruk ut i fra et gitt tidsrom. Dette er også noe Ballard and Tommelein (2016) er bevisst, men det påpekes at målet for PPU-målinger må være å oppnå en PPU på 100%. Med det menes at man oppnår en fullt pålitelig arbeidsflyt. Å ha en PPU på 100% bør ikke forveksles med å ha et overforbruk av ressurser. Ved overforbruk tillates

det ikke en kapasitetsbuffer for variasjon i varigheten til prosesser. En vil heller alltid planlegge med en underbelastning i ressursforbruk når man setter opp aktiviteter med mål om pålitelig arbeidsflyt. Ved at prosjektet setter inn mottiltak mot planavvik, vil man over tid oppnå en kapasitetsøkning. Dermed kan man, når PPU nærmer seg 100%, øke kapasitetsbelastningen og redusere tidsintervallene man planlegger med, fra for eksempel hele dager til halve dager.

Med underbelastning i ressurser menes; at man planlegger slik at det er 99% sannsynlighet for at kapasiteten som blir tilegnet aktiviteten er tilstrekkelig for å gjennomføre den. I en del tilfeller vil det være utfordrende å gjøre dette presist uten å ha godt nok datagrunnlag. Et slikt grunnlag kan skaffes ved å vurdere standardavviket for de relevante operasjonene. (Ved for eksempel å se hvor stor spredning det er i tidsforbruket til en aktivitet). Hvor to ganger standardavvik korresponderer til et 95% konfidensintervall. Mens tre ganger standardavvik korresponderer til et 99% konfidensintervall. Med dette menes at underbelastningen (kapasitetsbufferen) vil være tilstrekkelig i 99 av 100 tilfeller, for at aktiviteten er gjennomført til korrekt tid. Dette viser hvor viktig det er å redusere standardavviket (spredningen i hvor langt tid mer eller mindre identiske aktiviteter tar) (Ballard and Tommelein, 2016).

I realiteten vil ofte standardavviket for en aktivitet være ukjent. Det er mulig å finne dette ved bruk av for eksempel klokkestudier, men man er da avhengig av at aktivitetene man måler er så og si identiske. Eller har svært like rammebetingelser, som for eksempel bruk av samme dimensjoner material. En annen måte er å benytte erfaringstall fra tidligere prosjekter, samt erfaring til for eksempel formann og bas og deretter justere kapasitetsbuffer underveis i prosjektet.

Det er en tendens til at rundt 30% av arbeidskapasitet blir sløst vekk når påliteligheten til arbeidsflyten er lav. Dette kan sees på som en innebygd buffer for underbelastning. Underbelastning medfører et visst tap av arbeidskapasitet, men det vil være mindre enn hva tendensen generelt viser på grunn av at underbelastning i denne sammenhengen bidrar til å øke påliteligheten til arbeidsflyt (Ballard and Tommelein, 2016).

Planlegging med buffere var også noe Russell et al. (2013) så på, ved å se på hvordan ulike buffere benyttes til å ta høyde for usikkerhet i byggebransjen. Resultatene fra studien viste at prosjekter som benyttet LPS hadde en lavere frekvens på 72% av faktorene som er årsaker til buffere og at de hadde en mindre andel av buffer på 85% av faktorene. De som derimot benyttet tradisjonelle planleggingsmetoder buffret med 14% høyere frekvens og 41% mer voldsomhet enn de som brukte Lean Construction metoder i sin planlegging.

Framblikksplan

Ha en oversikt over aktiviteter som skal starte i de neste 6 ukene og føre opp restriksjoner for at de kan starte, slik at nødvendige tiltak kan bli utført av de involverte aktørene. I en casestudie av Ballard var primærregelen: å kun tillate aktiviteter å beholde den planlagte oppstarten, så lenge planleggerne var sikre på at aktiviteten kunne regnes som sunn innen oppstarten. Hvis de var avhengige av hjelp fra høyere nivå i organisasjonen, slik at forutsetningene ikke kunne komme på plass i tide, skulle aktiviteten bli utsatt til den kunne regnes som sunn (Ballard, 2000).

3.3.4 Mulige fallgruver ved bruk av PPU

Kun se på målt PPU, uten å ha noe system for læring

Læringskomponenten av PPU-målinger benyttes lite ved flere prosjekter Ballard har sett på. Hvis et team først måles til en PPU på 60% og et annet til 30% behøver ikke dette bety så mye i seg selv. Det er derimot viktigere å se på hvor raskt hvert team lærer seg å planlegge bedre. Målet på dette vil være endringen i målt PPU (Ballard and Howell, 2003).

Blande arbeidsflytmålinger med framdriftsmålinger

Entreprenører kan ofte blande målinger av arbeidsflyt med måling av framdrift. I en casestudie fra Korea, ble aktiviteter planlagt ut i fra budsjett/kostnad for hver kostnads-post og ikke om forutsetningene var tilstede. Dette kan medføre at arbeidsflyten blir mindre pålitelig og dermed gir høyere kostnader enn nødvendig (Kim and Jang, 2005).

Ikke ha god nok forståelse for når en aktivitet kan kalles sunn

I en casestudie fra 1998 beskriver Ballard at en av hovedårsakene for at aktiviteter ikke ble fullført i tide, var at man ikke hadde forstått godt nok kriteriene som skulle til i forkant for å kalle aktiviteten sunn og dermed føre den på ukeplanen (Ballard, 2000).

Ha for få aktiviteter ført opp på ukeplanen

Hvis man har for få aktiviteter ført opp på ukeplanen, vil en enkelt ufullstendig utført aktivitet bidra til å trekke PPU-prosentsen svært mye ned. Hvis man for eksempel kun har fire aktiviteter ført opp på ukeplanen og en feiler, vil man aldri kunne oppnå en PPU høyere enn 75% (Ballard, 2000).

Ha en ukeplan som ikke har tatt hensyn til uforutsette arbeidsoppgaver

I sin casestudie i forbindelse med boken sin, presenterer Andersen (2016) flere uttalelser fra involverte i et prosjekt som benyttet TAKT-planlegging på sitt byggeprosjekt. Personene han siterer kommenterer plan-arbeidet i forbindelse med TAKT. Denne oppgaven skal ikke beskrive takt-prinsippet, men flere av uttalelsene om planene i caseprosjektet er relevante for ukeplanleggingen:

“Når du får en plan som går nesten ned på time for time, så slipper de fleste seg litt ned. Det gjelder vel så mye oss (funksjonærene) som fagarbeiderene. Alt står jo der, så en trenger ikke planlegge...alt så ut til å være lagt inn i planen...En ble lurt av den detaljerte teksten i styringsplanen.” (Andersen, 2016).

3.4 Produktivitet

Olomolaiye et al. (1998) delte faktorer som kan påvirke produktivitet inn i to kategorier; interne faktorer, faktorer som har opphav innad i bedriftens organisasjon og eksterne faktorer, faktorer som er utenfor bedriftens kontroll. Teorien som presenteres videre fokuserer hovedsakelig på interne faktorer.

Whiteside II (2006) definerer produktivitet som gjennomsnittet av arbeidstimer som benyttes til å montere en enhet av et material. For å få en forståelse av hvilke faktorer som påvirker produktiviteten, kan man se på hans beskrivelse av en perfekt verden med perfekt produktivitet. I dette scenarioet vil alt arbeid utføres i tidsrommet til en vanlig arbeidsuke, hvor alle har og tar ut helligdager og feriedager samtidig. Alle prosjekteringstegninger vil være 100% ferdige, det vil ikke være noen som helst forsinkelse, alt arbeid blir utført sikkert, alt vil passe sammen ved første forsøk, værtemperaturen vil ligge på 21,1 °C, og det vil ikke være noen juridiske tvister på slutten av prosjektet.

Lillefosse Ofte (2016) fant i arbeidet med sin masteroppgave ut at det eksisterer en usikkerhet rundt hva produktivitet er. Whiteside II (2006) påpeker en vanlig utfordring knyttet til dette; en manglende forståelse av definisjonen til ulike begrep relatert til produktivitet. En misforståelse som kan oppstå som en konsekvens av dette, er manglende kjennskap til hva som er produksjon og hva som er produktivitet. Drewin (1982) beskrev dette skillet mellom produksjon og produktivitet. Ved å påpeke at total produksjon kan økes ved å øke input på en eller flere av inputfaktorene. Produktiviteten kan derimot i samme tilfelle synke, med mindre forholdet mellom input og output forblir det samme.

$$E\text{ffektivitet} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}}$$

Det er dermed viktig og spesifisere input og output når man skal sammenligne produktivitet. Spesielt gjelder det å skille mellom om man måler produktiviteten av alle inputfaktorer, eller om man måler en partiell produktivitet for en av faktorene. Faktorer for input kan være arbeidskraft, material, utstyr, verktøy, kapital og design (Drewin, 1982). Whiteside II (2006) sier at det er viktig og være konsekvent i beskrivelsen av hva som regnes som "input". For eksempel er det viktig at det foreligger en klar definisjon på hva som er "direkte arbeidstid", slik at det ikke oppstår forskjeller i innrapporteringen.

Drewin (1982) beskriver at det er et paradoks at alle aspekter av en arbeidsstudie bør relatere til personer og menneskelig atferd. Han nevner at dette er en kritisk punkt i implementeringsfasen. Hvor et mislykket, dårlig utarbeidet forsøk på å implementere nye arbeidsmetoder, som ikke tar hensyn til de ulike effektene av ledelse, ledere, og arbeidere, kan utligne hensikten med forbedringene. I verste fall kan det faktisk ende opp med å redusere produktiviteten istedenfor og forbedre den. Fredrik Taylor satte fokus på dette, ved å påstå at det første en person som er opptatt av vitenskapelig ledelse bør ha interesse av, er velferden til arbeideren (Drewin, 1982).

Velferden til arbeideren kan være et fornuftig utgangspunkt, ikke bare ved implementeringen, men også for å øke produktiviteten gjennom prosjektet. Ved å blant annet sørge for at arbeiderne har pålitelige planer og er korrekt utstyrte. Whiteside II (2006) begrunner dette ved at det som ofte hindrer produktiviteten, ikke er arbeiderne i seg selv, men regelverket og teknologien som omgir de. En annen faktor han beskriver som påvirker produktivitet negativt, er dårlig eller mangelfull planlegging. For eksempel arbeidsoperasjoner uten logisk rekkefølge. I slike tilfeller går produktiviteten ned på grunn av tidsmønstre som blir brukt på å gå tilbake og komplettere den originale oppgaven.

En feil antagelse å gjøre, er å gå ut i fra at data brukt i ulike produktivitetstudier har samme datagrunnlag. Da produktivitet ikke baseres på timelønninger eller kostnadsdata. Dermed vil det være galt å kombinere timelønninger, tid og materialmengder til å gjøre produktivitetssammenligninger. (Whiteside II, 2006)

Chew (1988) nevnte at produktivitetmålinger bør fokusere på bedriftens samlede kapasiteter og ikke kun en type kostnad. Derfor mente han man burde ha et "multifaktor" perspektiv ved måling av produktivitet. Med begrunnelsen om at produktivitet beregnes på bakgrunn av input, hvor denne ofte består av material, arbeidskraft og kapital. Dermed vil det være bedre å se på hvordan bedriften totalt sett klarer å skape mest mulig output, ved å få mer ut av hver brukte arbeidstime, hver kg material eller hver maskin enn sine konkurrenter.

Effektive produktivitetmålinger krever med andre ord at det utvikles en indeks som identifiserer bidragene fra hver av faktorene, måler de og deretter kombinerer de. En annen måte å oppnå multifaktor-perspektivet, er ved å benytte flere singel-faktor indekser og kombinere disse. En slik fremgangsmåte kan bidra til at det er enklere å identifisere bakenforliggende årsaker til produktivitetutviklingen. En endring i en multifaktorindeks vil bringe på bane åpenbare spørsmål som: Er endringen et resultat av skifter i produktiviteten til arbeidskraften, kapitalen og materialene, eller har bare en dimensjon endret seg? (Chew, 1988).

For å kunne måle produktivitet korrekt, er det vesentlig at man har en "gyllen standard" å sammenligne med. En slik standard for produktivitet bør inneholde informasjon om hvilken lokasjon den gjelder for, anslått timeverksgrunnlag, samt hvilket frekvensområde av timeverkforbruk den gjelder, slik at produktiviteten blir uttrykt som gjennomsnittlig timeforbruk per enhet material innenfor et gitt frekvensområde. Bakgrunnen for at standarden bør inneholde et gitt frekvensområde, er for å unngå antagelsen om at en arbeiders output er konstant. En slik antagelse vil være feil så lenge det er snakk om mennesker som arbeider lange dager i krevende omgivelser. Det eneste tilfellet der man kan anta at produktiviteten holder seg tilnærmet konstant, er ved automatisert produksjon utført av roboter i et kontrollert miljø. (Whiteside II, 2006).

Et eksempel som forklarer bruken av frekvensområde kan være: En standard med et frekvensområde på +/- 15 prosent benyttes til å sammenligne datasett fra to ulike byggeplasser. Byggeplass A, ligger innenfor frekvensområdet til standarden. For å kunne påpeke at byggeplass A har en annen produktivitet enn byggeplass B, må den gjennom-

snittlige produktivetsverdien være utenfor frekvensområdet til byggeclass A (White-side II, 2006). Hvis standarden gjelder for en betongproduksjon tilsvarende 10 timeverk per kubikkmeter betong, $\frac{10tv}{m^3}$, med et frekvensområde på 8,5-11,5tv, vil byggeclass B ha en annen produktivitet hvis den har et frekvensområde på 10-13tv.

I metodekapittelet for sin masteroppgave om produksjonsmålinger, nevner Flåta (2004) at bruken av nøyaktige timelister med stedskoder for produksjonen er viktig for å kunne beregne korrekte enhetstider. Innsamling av nøyaktige arbeidsdata er også noe White-side II (2006) omtaler. Flere prosjekt er gode på å samle inn data om materialforbruk, men færre gjør en tilsvarende grundig jobb i å samle inn timeforbruk.

Kapittel 4

Resultat

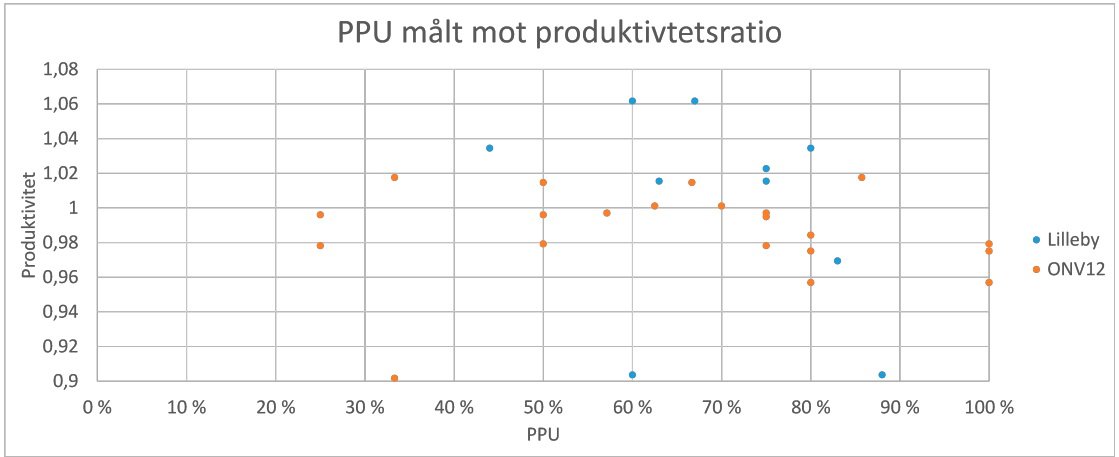
4.1 Beskrivelse

I dette kapitlet vil det bli presentert ulike plot av innsamlet data fra prosjektene Lilleby og ONV12, data fra tre semistrukturerte intervju, samt observasjoner av hvordan ukeplanen lages og benyttes på Veidekke Entreprenørs prosjekt ved Lilleby i Trondheim.

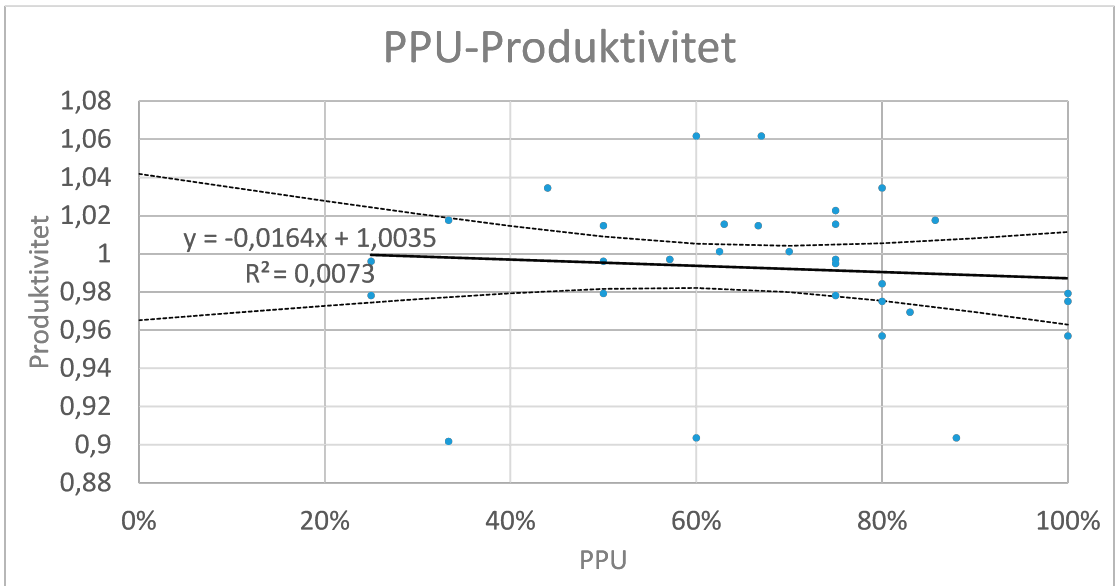
4.2 PPU og produktivitet

I dette delkapitlet presenteres ulike diagram og plot basert på målingene av PPU og produktivitet ved Lilleby. I Figurene 4.1, 4.2 og 4.3 utgår ukene 4,5 og 15. 4 og 5 utgår på grunn av at det var en overgang fra prosjektet Ladebekken 1 til Ladebekken 2 i denne perioden. Dermed ble planleggingen preget av dette overlappet. Oppstarten på Ladebekken 2 innebar også at produksjonen kom noe hakkete i gang og bar preg av oppstartsmøter og rigging. Ukene ble derfor ikke ansett som representative datapunkter for hvordan den jevne produksjonen er når prosjektet har blitt ferdig med oppstarten. Selv om ukene er ekskludert fra de nevnte figurene, er det valgt å ta med resultater fra ukene i figurene 4.4 og 4.5. Planavviket som ble tatt med i figur 4.4 omtales videre i 4.8.1. Registreringen av antall oppgaver i figur 4.5 blir utdypet i 4.7. Uke 15 utgår da dette var

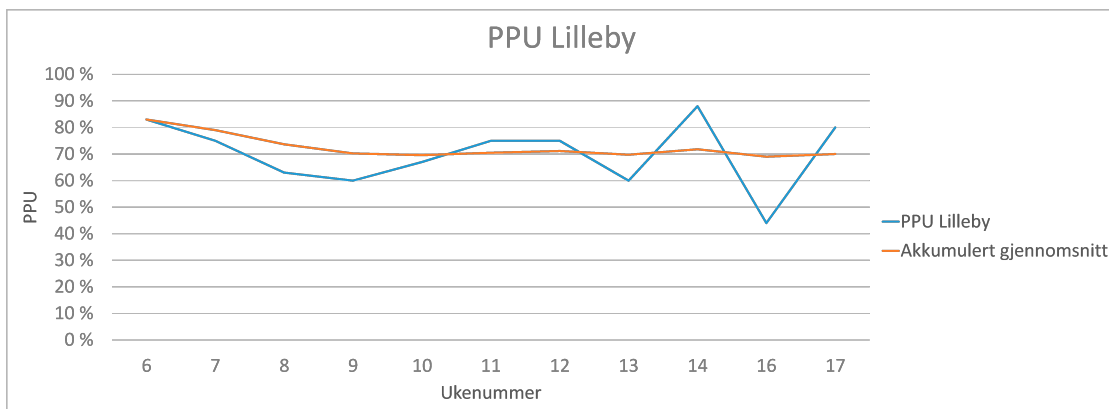
påskeuka og plassen hadde minimalt med produksjon og møtevirksomhet.



Figur 4.1: Plot av målt PPU og produktivitet fra prosjektene Lilleby(blå) og ONV12(oransje).

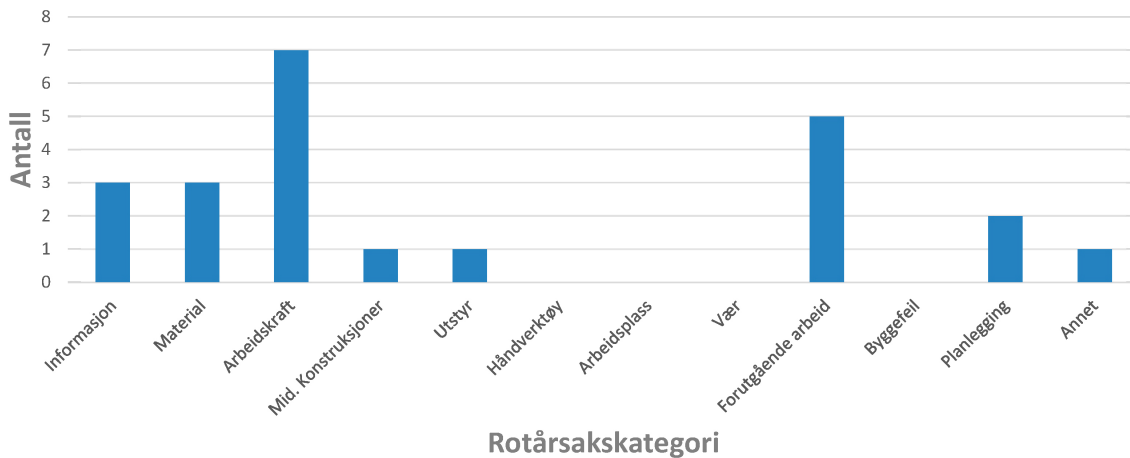


Figur 4.2: PPU-produktivitet med regresjonsanalyse og 90% konfidensintervall.

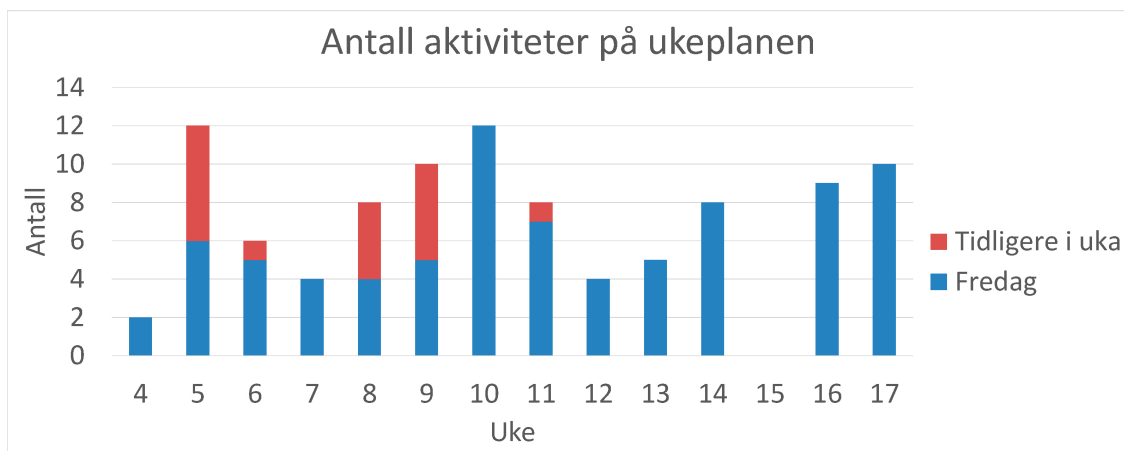


Figur 4.3: PPU-målinger fra Lilleby med akkumulert gjennomsnitt.

ROTÅRSAKER



Figur 4.4: Stolpediagram over antall rotårsaker fra måleperioden ved Lilleby, inndelt i de ulike rotårsakskategoriene.



Figur 4.5: Stolpediagram over antall aktiviteter med tidligere sluttdato enn fredag. Fra ukeplanene for tømmer ved Lilleby.

4.3 IP i Veidekke, en forutsetning for PPU

Med bakgrunn i at PPU kun er en måleindikator på hvor pålitelig planlegging man har, ble det i arbeidet med prosjektoppgaven høsten 2016 gjennomført et semistrukturert intervju med Runar Alstad i Veidekke. Forfatter hadde allerede foretatt enkelte observasjoner av lagsmøter hos Veidekke tidligere samme høst og det ble referert til observerte situasjoner fra disse under intervjuet. Hensikten med møtet var å finne ut hvordan Veidekke jobber med IP, for å kunne se hvordan arbeidet med PPU-målingene er implementert i dette. Under gjengis hovedmomentene fra dette møtet.

- **Fallgruver og suksessfaktorer for bruk av PPU i Veidekke.**

Den som er mest egnet hos Veidekke til å avdekke hindringer og fjerne feil i produksjonen er fagarbeideren selv. Formann og bas har ikke mulighet til å være på hvert arbeidsstykke. En suksessfaktor er at også fagarbeidere inntar rollen som “Last Planner” for sitt arbeidsstykke.

- **Lagsmøtet.**

Er laget sitt møte, med en ukes horisont. Her skal det diskuteres løsninger for hvordan ukeplanen skal gjennomføres. Planen skal ikke legges her. Det er i dette møtet vi skal bekrefte hva som skal gjøres, om vi har alt av utstyr og om vi ligger på plan. Det blir ofte lite diskusjon på grunn av at spørsmålene fra møtelederen er ja- eller nei-spørsmål. Her er det enda en jobb som gjenstår med å få møtelederen til å bli bedre til å stille spørsmål som “Hva trenger du av utstyr?”. Det er også et problem at lag som har gått igjennom sin aktivitet på lagsmøtet blir permittert fra møtet før det er ferdig. Per i dag mister vi den effekten av kontinuerlig forbedring, fordi det ikke er noen som diskuterer “hvordan kan vi få opp denne veggen bedre?” på grunn av at basene er så gode til å planlegge.

- **Møteledelse og referatskriving.**

Mener selv at IP er det beste utviklingsverktøyet for å få fram gode ledere. Vi ønsker at fagarbeideren skal tenke som en bas i forhold til sitt arbeidsstykke. Vi oppgraderer fagarbeider til å ta mer ansvar og planlegge som en bas. Basen skal skrive referatet i lagsmøtet. Han skal notere hva som er sagt og ha kontroll på dette. Slik at når han går i basmøtet, så kan han lede basmøtet, fordi han har skrevet referatet. I basmøtet bør formann skrive referatet slik at han kan ta dette videre igjen. Den som skriver referatet har best forutsetning for å lede neste møtet.

- **Rotårsaksanalyse.**

Har i dag en tendens til å bare godta den første "hvorfor?" av 5-hvorfor. Ønsker å få mer læring over bordet. Mener det bør tas i lagsmøtene. Det vil ta tid i de første møtene, men tror det vil bli bedre etterhvert. For hvis vi ikke mener det er viktig å ta tak i det med samtlige til stede, hvorfor skal vi da ta tak i det? Lagsmøtene skal være en læringsarena for alle og når skal vi isåfall gjøre kontinuerlig forbedring hvis vi ikke bruker lagsmøtet? De fleste av fagarbeiderne våre er veldig flinke i sitt tidsvindu. Det er ved å utfordre dem i sitt tidsvindu ledelsen får mest tilbake. Hvis ikke fagarbeiderne brukes inn i planleggingsprosessen, risikerer man sløsing av ressurser.

- **IP og ansvar.**

Det kan være at folk er redde for å bli hengt ut. Siden IP er ganske gjennomskiktig og møtene skal være diskusjonsarenaer. Dette krever imidlertid at man må ha en organisasjon som har god takhøyde for å "dumme seg ut". Tradisjonelt sett har byggenæringen bestått av en produksjon og en prosjektering som begge har vært opptatt av at det skal være mest mulig "grums i gullfiskbollen", dvs. at det skal være utydelig hvem som har ansvar for hva. Ansvar er noe IP bidrar til å tydeliggjøre.

Det ble også forespurt om Involverende Planlegging legger til rette for en "framblikk-splan". Det ble da opplyst at Veidekke allerede i dag har maler for slike 6-ukersplaner, men at bruken av de varierer hos prosjektene.

4.4 Møte med prosjektleder ved Lilleby

Det ble i forbindelse med oppgaven gjennomført et semistrukturert intervju med Arnfinn Aune i Veidekke. Arnfinn er avdelingsleder for Veidekke Entreprenørs boligavdeling i Trondheim og prosjektleder for Lillebyutbyggingen. Hensikten med møtet var å finne ut hvorfor Veidekke vurderte bruk av PPU nå, om de hadde noen rapporteringssystem som la til rette for rotårsaksanalyse av planavvik og hva Arnfinn mente kunne bidra til å øke PPU-verdiene ute i prosjektene.

Hvorfor ser Veidekke på PPU nå?

Bransjen mangler et produktivetsmål. Ofte er dette målt i timeverk delt på et eller annet. Erfaringsmessig har det vært vanskelig å måle produktivitet løpende. Det er flere som mener at PPU indirekte kan måle produktivitet, ved at det måler sammenhengen mellom planlegging og utførelse. Slik at hvis man faktisk gjør det man planlegger, så har man en høy produktivitet. Dette så vi selv også på Moholt 50-50, hvor man hadde god planlegging og god produksjon.

En viktig rolle i å få til en god produksjon er basrollen. Han må ha kontroll på ressursfordelingen og justere bemanningen på de ulike aktivitetene etter behov, for å nå det samlede målet. En måte å sikre at Bas gjør dette på, er ved TAKT som også gir 100% forutsigbarhet, slik at alle aktører kan gå 100% inn for prosjektet. I de fleste andre prosjekt uten TAKT, vil UE oppføre seg litt mer avventende og legge inn mer tidsbuffer på egne arbeider. Et problem med dette, er at når et fag først tillegger seg denne rutinen så har det en tendens til å smitte over på de andre.

Har Veidekke i dag noe avvikssystem som rapporterer avvik i forhold til fremdrift i ukeplanen?

Prosjektene skal i dag ha et avvikssystem, hvor det kan benyttes grønnlapper til å skrive avviksmeldinger. Her kan de også legge til bilder for å illustrere avviket. En annen tanke, er at kanskje det skulle vært muligheter for å bruke arket med de syv forutsetningene for en sunn aktivitet mer aktivt. Man kunne for eksempel lagt til en kolonne ekstra på dette, hvor fagarbeiderne kunne notere ned avvik som gikk på en av disse forutsetningene.

Med tanke på hindringsanalyse av fremtidige avvik, noteres forsinkede materialleveranser ned i notatblokken til hver enkelt innkjøpsansvarlig, som tar dette direkte med leverandør.

Planlegging handler mye om at man søker å finne en vei i dette som gjør at man bruker minst mulig midler for å gi størst mulig effekt. Møtereferatene fra prosjektet Moholt 50-50 er et eksempel på noe som kan bidra til bedre planlegging, ved at man systematisk får avklart spørsmål tidligere. Ved bruk av referatet hadde kanskje videreformidlingen av stålsøylen fra 5-hvorfor eksemplet (3.4), kunnet kommet opp tidligere. Men dette er likevel avhengig av at de som sitter og planlegger har kompetanse nok til å gå grundig nok gjennom prosessen i planleggingfasen. Spørsmålet er om de som blir bedre til å planlegge kan bidra til at de riktige spørsmålene kommer opp tidligere eller ikke.

Lagsmøtet

Lagsmøtet skal kunne være litt som en forhandlingsposisjon. Laget gir løfter om at det skal gå "dersom du legger tilrette for...". "Nå må du (Formannen) sørge for at materialene kommer torsdag kl 12.00". Møtet skal fokusere på den enkeltes evne til å planlegge eget arbeid. I så tilfelle er det kanskje feil å legge disse til mandags morgen, på grunn av at det har vært helg og hjernen ikke nødvendigvis er helt "på jobb" enda...Selv om det skal være fokus på at den enkelte skal planlegge eget arbeid, er det fremdeles tydelig at enkelte ikke har en bevisst tanke om dette. Et spørsmål som kunne blitt stilt fra møteleder er: "Har dere klart forrige ukes plan? Har det vært avvik og hva var isåfall årsaken?". Men tidligere erfaringer har vist at det å ta opp hvorfor det gikk feil kunne føre til krangel og ufred.

Bufferaktiviteter

Erfaringer fra Moholt tilsier at det bør planlegges med så lite bufferaktivitet som mulig, da disse ofte er dårligere planlagt og kan bli en oppsamlingsplass for fagene og dermed risikere å ha dårligere produktivitet. Etterhvert så risikerer man også at disse bufferaktivitetene blir kritiske for videre fremdrift.

Bemanning

Vi har konsekvent for lav bemanning ute i prosjektene. Vi vet at kombinasjonen av sykefravær, syke barn, velferdspermisjoner, kurs og møter gir et betydelig avvik mellom den nødvendige bemanningen og den faktisk tilgjengelige bemanningen. Prosjektene må ta innover seg at de har dette fraværet. Det oppfattes mer som at man er redd for å ha for høy bemanning. Vi må spørre oss om det er riktig å "legge på litt ekstra i planen" ved å planlegge for en høyere produksjon enn vi faktisk klarer å holde. En av utfordringene med å planlegge opp mot forventet fravær, er at tilbakemeldingene om nødvendig fravær ikke alltid kommer inn for lagsmøtet på mandagen i uka hvor fraværet blir.

4.5 Produksjonsplanleggingen ved Lilleby

Denne beskrivelsen av produksjonsplanleggingen ved Lilleby gjelder for produksjonen ved Ladebekken 2 og har hovedfokus på Tømmer-produksjonen til Veidekke. Beskrivelsen er basert på egne observasjoner gjort ved prosjektet, samt samtaler med anleggsledelsen. På Lilleby benytter produksjonen i hovedsak to ulike plan-nivå i tillegg til fremdriftsplanen; MI-planen (Medarbeider Involvering), som ser åtte uker frem i tid og ukeplanen, som gjelder for kommende uke.

MI-plan

MI-planen blir oppdatert hver fredag morgen av anleggsledelsen. I disse møtene blir det gjennomgått; hvordan produksjonen ligger an på nåværende tidspunkt, hva forventet sluttdato for ulike aktiviteter er og nye aktiviteter blir lagt til. I tillegg blir det avklart avhengigheter mellom de ulike fagene. MI-planen benyttes i driftsmøtet, som har en tids-horisont på åtte uker. Samt i basmøtet, som har en tidshorisont på to-tre uker. Hvor det blir fokusert mest på de neste to-tre ukene i planen. Bakgrunnen for at fredags morgen er valgt som tidspunkt, er at neste ukes egenproduksjon planlegges torsdag og dermed kan eventuelle innspill fra ukeplanleggingen bli med inn i møtet på fredag. Basmøtet er lagt til mandag. Der blir planen presentert og hver bas fra de ulike fagene får mulighet til å komme med innspill til planen.

I en samtale med anleggsledelsen på Lilleby om MI-planen ble dette nevnt:

Vi har fokus på å få UE(underentreprenør) til å sende over lister med kommende aktiviteter, med starttidspunkt, slik at vi får ført opp disse på planen på fredag. Det er en utfordring å holde planen helt oppdatert til enhver tid. Men vi fører opp de punktene vi kjenner til. De punktene som ikke blir meldt inn til oss derimot, de havner imellom to stoler. En av årsakene til dette er at UE sin bas ikke alltid har helt kontroll på hva som skal skje fremover. Selv om dette har blitt bedre etterhvert. En ting som ble tatt opp på oppstartssamlingen for Ladebekken 2, var viktigheten av å ha riktig mann i riktig møte. Da det har hendt at enkelte UEer har sendt representanter fra andre prosjekt inn i basmøter, eller bas uten beslutningsmyndighet til driftsmøter.

Ukeplanen

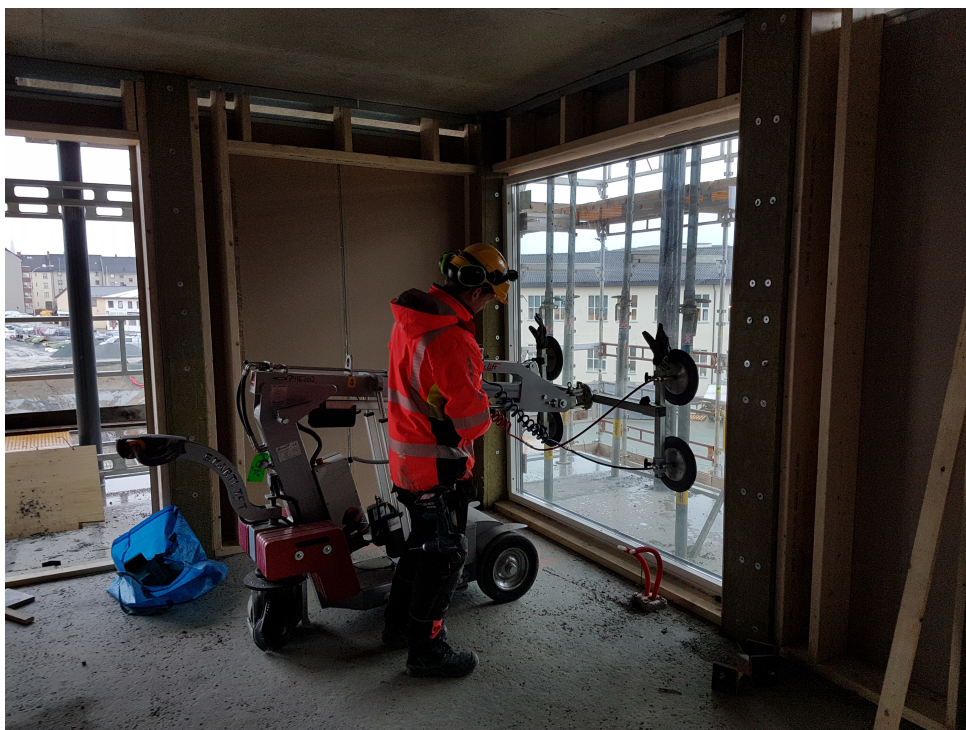
Ukeplanen blir planlagt torsdagen før den aktuelle uken starter. Her blir det gjennomgått hvilke aktiviteter fra inneværende uke som må føres videre inn i neste uke og hvilke nye aktiviteter som skal ha oppstart. I tillegg blir det vurdert bemanning og utstysbehov. Det er hovedsakelig bas som planlegger ukeplanen, med enkelte innspill fra formann, trainee og driftsleder underveis. Ukeplanen blir delt ut til fagarbeidere torsdag eller fredag, slik at de har mulighet til å forberede seg til lagsmøtet på mandag. På lagsmøtet gjennomgås planen og eventuelle behov og forutsetninger meldes inn.

4.6 Deltagende observasjon av vindusmontasje

Det ble gjennomført en deltagende observasjon ute i produksjonen. Hensikten var å finne mulige differanser mellom hva fagarbeideren og formann/anleggsledelse anser som mest tidkrevende ved en aktivitet og for å høre hvilke forslag til forbedring disse har for den aktuelle aktiviteten. Den deltagende observasjonen resulterte i en liste over delprosesser som må gjennomføres før aktiviteten kan regnes som gjennomført. Denne listen ble presentert for personene i etterkant.

Liste over delprosesser

- Transportere vindu til arbeidsområdet
- Sage opp vindusåpning i GUB-plate
- Montere justeringsskruer i losholt
- Montere plastkims i losholt (ved store vindu)
- Løfte opp vindu med vakumløfter
- Feste vindusteip i underkant av vinduet
- Montere utvendige avstandsklosser
- Plassere vindu med vakumløfter (Figur 4.6)
- Montere innvendige avstandsklosser
- Justere og skru fast vindu
- Teipe rundt vindu utvendig



Figur 4.6: Montasje av vindu med vakumløfter. (Risstad,2017)

Fagarbeiders vurdering

Det er nok transporten som tar lengst tid av disse. Det delplanet du (forfatter) var med å monterte vindu på, i plan 4, hadde ikke stillasheis montert, da vi heiste inn vinduene. Dette gjorde at vi måtte transportere pallen med vindu langs balkongene på sørfasaden. Noe som tok ekstra lang tid i forhold til hva det kunne gjort. Så av forslag til forbedringer vil jeg si, at det som hadde vært mest tidsbesparende, er nok å få forbedret transporten av vinduene. Det er også en liten utfordring at det ytterste vinduet på pallen er snudd, slik at utsiden vender ut. Dette er sikkert gjort for å beskytte vinduene, men medfører at jeg må få med meg noen til å manuelt løfte vinduet av pallen, for deretter å snu det slik at jeg kan benytte vakumløfteren på innsiden av vinduet. Så det kunne også vært tidsbesparende å fått alle vinduene slik at man bare kunne løfte de rett av med vakumløfteren. I tillegg er

det god HMS å minske den manuelle håndteringen av så store vindu som enkelte av de vinduene på dette prosjektet er.

Innkjøpsansvarlig vurdering

Av punktene fra listen vil jeg si det er transporten som er mest tidskrevende. Det å få heiset inn vinduene og få plassert de i riktig delplan/leilighet. Det har vært et fokus på at vinduene skulle komme slik, at riktig vindu havnet nærmest riktig plassering ved innheising. Derfor ble det brukt en del tid på å få inndelingen av pallene riktig. På Ladebekken 1 var vinduene inndelt etter delplan og fasadevis. En konsekvens av dette var at enkelte vindu måtte transporteres på tvers av branncellevegger når vi skulle frakte de langs fasaden. Dette er jo ingen utfordring hvis brannveggene skulle bygges opp av bindingsverk senere. Det bød på mer utfordringer hvis de var betongvegger, eller at det skulle lastes av vindu fra samme pall til to ulike leiligheter på hver side av en trappesjakt.

På Ladebekken 2 ble de også levert slik i starten. Etter jeg var med å heiste inn vinduer selv ved enkelte leveranser, så jeg at logistikken fremdeles kunne bli bedre. Så fra Plan 4 og oppover ble det endret på hvordan vinduene ble fordelt på pallene. Slik at vinduene heller ble pakket sånn at alle vinduene på en pall hørte til på et område avgrenset av betongvegger. På denne måten slapp vi at enkelte vinduer måtte løftes av pall og transporteres gjennom døråpninger i betongveggene eller på balkongene/stillasen langs fasaden.

Selv om den nye fordelingen fungerte bedre, så var det enda en utfordring med hjørneleilighetene på Nord-fasaden. Siden stillasheisen var satt opp på sørsiden, måtte eventuelt vinduene som skulle i hjørne leilighetene løftes opp med heisen, transportes forbi flere døråpninger i betongvegger. Videre gjennom trappesjaktene før man nådde hjørneleilighetene. Dette var spesielt krevende i trappesjaktene, siden det ikke hadde blitt montert trappeelement der enda, slik at det kun sto et stillas der med en annen høyde enn betongdekket. Dette ble løst ved at vi ordnet med to lasteramper på stillaset utenfor disse leilighetene og flyttet disse rampene oppover langs stillasen etterhvert som vinduspallene ble heist inn. Erfaringene som ble gjort på Ladebekken 2 tok vi med oss videre når vinduene for Maskinparken 1 (Neste byggetrinn) skulle bestilles.

Det ble stilt oppfølgingsspørsmål på hvordan erfaringsoverføringen ville blitt gjennomført hvis det var en annen som skulle ta over stillingen for neste prosjekt; *Hvis noen andre skulle ta over tilsvarende bestillingsansvar, ville det mest sannsynlig blitt ordnet slik at det ble et visst overlapp i tid. Slik at vedkommende hadde fått mulighet til å sette seg inn i prosjektet og fått snakket med meg om hvilke erfaringer som hadde blitt gjort. I tillegg ville det blitt skrevet et erfaringskriv med en oversikt over punkter som er spesielle for dette prosjektet.*

4.7 Observasjoner fra ukeplanlegging

I starten av måleperioden ble det som nevnt i metodekapittelet 2.4.3 gjennomført deltagende observasjoner fra ukeplanleggingen. I dette delkapittelet presenteres noen av observasjonene som ble gjort i perioden fra uke 4 til uke 9.

Utfordring å dele opp aktiviteter

Planleggere ble oppfordret til å forsøke å dele opp aktiviteter i mindre operasjoner slik at det kunne planlegges mer ned på dagsnivå enn ukensnivå. Dette ble sett på som utfordrende, fordi en del av aktivitetene hadde målsetting om å bli ferdig med en etasje over to uker. Det var dermed opp til fagarbeidere hvordan de ville legge opp løpet slik at de var sikker på at de hadde fullført 50% av jobben i løpet av en uke. Etterhvert som observasjonene pågikk og planleggere stadig ble oppfordret til å forsøke å se hvordan de kunne dele opp aktiviteter i delmål, ble enkelte aktiviteter ført på planen med andre sluttdatoer enn fredag. Ukene 4 og 5 er derfor tatt med i Figur 4.5 da disse også viser denne utviklingen. Av og til skyldtes en tidligere ferdigdato enn fredag at aktiviteter fra inneværende uke (uke 0) ikke kom til å bli ferdig og måtte forskyves i tid, slik at de ble ferdigstilt mandagen i uken (uke 1) som ble planlagt i ukeplanmøtet.

Aktiviteter uten tidsramme og bruk av bufferaktiviteter

Det ble i enkelte møter observert at fagarbeidere ble satt opp på aktiviteter som kom til å vare mindre enn en full uke. Men planene ble utformet slik at fagarbeideren ikke ble satt opp på noen ny aktivitet og hadde ikke fått en gitt tidsramme for når aktiviteten skulle være ferdig. På spørsmål fra forfatter om hva vedkommende skulle gjøre når

aktiviteten var avsluttet, ble det svart: *“vi skal nok finne noe til han, det er nok av mindre oppgaver å ta tak i”*. Altså bruk av bufferaktiviteter; aktiviteter som settes i gang ved ledig arbeidskapasitet.

Plankvalitet

I starten av perioden ble det gitt en kort presentasjon med gjennomgang av enkelte anbefalinger for utarbeidelse av ukeplanen for en aktivitet. Her det ble lagt vekt på å gi klare retningslinjer for hva som var forventet av fagarbeideren som skulle utføre aktiviteten som var tydeliggjort på planen. Disse var blant annet; å være tydelig på forventet ferdigdato for de ulike delaktivitetene eller delarealene. I starten opplevde planleggere dette som utfordrende. Etterhvert ble det observert at planeleggere aktivt benyttet en oversikt over akkordprisene til å estimere hvor lang tid hver aktivitet behøvde å ta hvis det skulle tjene X kr i timen den akkordperioden. Videre tilpasset de den planlagte varigheten av oppgavene individuelt ut i fra om de trodde fagarbeiderne som var satt til å gjennomføre aktiviteten rakk å bli ferdig eller ikke.

Det ble også observert at planleggere aktivt forsøkte å benytte flere ulike farger på ukeplanen for å tydeliggjøre hvilke aktiviteter som hadde en logisk sammenheng.

Bruk av erfaring til ressursbruk

Ved oppstart av nye aktiviteter (aktiviteter som ikke hadde blitt gjort tidligere uker) opplevde planleggere at det var utfordrende å avgjøre hvilken arbeidsbelastning aktivitetene skulle tilegnes. Det ble angitt et forslag til produksjonsmål, men det ble formidlet ut til fagarbeidere at målet ikke var et absolutt krav. De måtte heller bare jobbe og se hvor langt tid det tok. Ved planlegging av tilsvarende aktivitet for uken etterpå, benyttet planleggere erfaringen fra “testuken” til å sette et produksjonsmål.

4.8 Observasjoner fra lagsmøter

I dette delkapittelet presenteres en samling av observasjoner fra lagsmøtene for tømmer på Lilleby. Den deltagende observasjonen ble gjennomført i hvert lagsmøte fra uke 5 til uke 20. Med unntak av uke 15 og 18, hvor det ikke ble holdt lagsmøtet på grunn av henholdsvis påske og 1.mai, samt uke 19 hvor forfatter ikke hadde mulighet til å delta på lagsmøtet.

Bruk av 7-forutsetninger skjema

Veidekke har et skjema over de 7 forutsetningene (se Figur 3.5 for oversikt over forutsetningen) for en sunn aktivitet. Dette skjemaet benyttes i varierende grad. Det ble observert gjennom flere lagsmøter at de fagarbeiderne som hadde benyttet skjemaet og hadde dette med seg inn i lagsmøtene, var betydelig mer forberedt til møtet. Det at de selv kunne melde inn behov, gjorde at bas eller formann ikke måtte planlegge for de og komme med kontrollspørsmål som; "Har du alt utstyret du trenger? Har du nok material?".

Erfaringsutveksling

Deling av erfaring og forslag til hvordan ulike aktiviteter kunne bli gjennomført bedre forekom av og til. Disse forslagene kom sporadisk når en av de andre fagarbeiderne kom på noe underveis i gjennomgangen av aktivitetene.

Ved et lagsmøte ble det gjennomgått hva som var de mest gjentakende punktene på befaringsrundene fra Ladebekken 1, slik at de kunne unngå tilsvarende mengde punkt på Ladebekken 2.

Forslag til forbedringer

Det forekom i flere lagsmøter at fagarbeidere bidro med forslag til formann/trainee med hva som kunne gjøres annerledes ved bestilling av leveranser for å forbedre logistikken.

Tidlig ferdig, tidlig ut i produksjon

Etterhvert når det var det flere fagarbeidere på plassen, ble det slik at etter en aktivitet var gjennomgått, ble de ansvarlig for denne aktiviteten gitt muligheten til å gå fra møtet for å gå ut i produksjonen igjen.

Betong

Slik det nevnes innledningsvis i 1.2, var betongarbeidene forsinket på prosjektet. Det ble i flere lagsmøter klaget på betongutstyr som lå i veien for tømmerne ute på plassen. Respons på dette var til å begynne med at det ikke var så mange uker igjen til betongproduksjonen var ferdig, slik at man bare måtte gjøre det beste ut av det. Ved ett tilfelle ble det tatt opp med driftsleder, som sa at man var avhengig av å bli enige om dette fagene imellom ute på plassen.

Lære av tidligere feil

Bortsett fra noen lagsmøter i starten, hvor PPU fra forrige uke ble presentert, ble det ikke brukt tid til å se tilbake på forrige ukes produksjon i lagsmøtene. Selv om det ble oppfordret til det i starten av måleperioden, ble det ikke gjennomført noen rotårsaksanalyser i lagsmøtene, da tiden som var satt av til møtene ikke strakk til. I forkant av et lagsmøte ble det gjennomgått de mest vanlige feilene som hadde blitt oppdaget ved befaringsrundene på forrige byggetrinn i Lilleby-utbyggingen.

Manglende kommunikasjon om bruken av rapporteringssystem

I Veidekke benyttes et rapporteringssystem bestående av sjekklister og grønnlapper. Grønnlappene dekker rapportering av avvik på HMS, miljø og kvalitet. Veidekke jobber med å få opp bruken av disse lappene, hvor målet skal være at hver ansatt skal skrive min. en lapp pr. måned. I enkelte lagsmøter ble det oppfordret til å benytte dette rapporteringssystemet mer. Bruken av disse lappene blir i stor grad kommunisert med vekt på HMS-avvik og det nevnes lite om at også kvalitet kan rapporteres her.

Oppdeling av lagsmøtene

Det ble en oppbemanning når innvendige arbeider med isolasjon og dampspærre begynte i et av delplanene. Dette medført at lagsmøtene nå ble delt i to. Et for utvendige

arbeider og et for innvendige arbeider.

Forbedringsarbeid på møteagenda

På et månedlig møte mellom anleggsledelsen og fagarbeiderne var forbedringsarbeid et punkt som ble tatt opp. Fagarbeiderne ble spurt hvordan man burde jobbe videre med dette. Det ble foreslått å opprette ulike forbedringsgrupper. Enkelte fagarbeidere mente dette kanskje ikke var nødvendig, da de selv følte at de hadde en kontinuerlig forbedring i egne arbeidsoppgaver ute på plassen, etterhvert som de gjentok arbeidsoppgavene over flere etasjer. Noen andre var derimot positive til slike grupper, da de kunne bidra til en bedre erfaringsoverføring fra tidligere prosjekt før aktivitetene startet opp.

På bakgrunn av at forbedringsarbeid ble tatt opp som et punkt under møtet, ble det stilt spørsmål til møteledelsen i etterkant på hvorfor dette ble tatt opp. Det ble forklart at agendaen for møtet blir lagt opp i samarbeid med bas og det er meningen at laget selv skal bestemme hva møtet skal inneholde. Hensikten med å ta opp dette punktet var fordi laget selv skal initiere forbedringsarbeid, da dette handler om kulturskapning. Dette på grunn av at det er ønskelig at fagarbeiderne skal ta mest mulig ansvar for planlegging av egen produksjon. Punktet skulle videre diskuteres på oppstartssamlingen for prosjektet som ble avholdt noen uker etter at tømmerproduksjonen var i gang.

Ryddighet i utstyrcontainerer

Det var et gjentakende punkt på flere lagsmøter at en eller flere fagarbeidere klagde på rot i lagets utstyrcontainerer.

4.8.1 Observert avvik og ulike rollers oppfatning av det

Slik det er nevnt tidligere ble det ikke gjennomført noen rotårsaksanalyser av planavvikene. For å likevel undersøke om det var en forskjell i hvordan personer fra ulike deler av organisasjonen ser på planavvik, ble det valgt å undersøke et planavvik ytterligere. Det ble i uke 4 observert et produksjonsavvik i forhold til opprinnelig 8-ukers plan. I etterkant av lagsmøtet uken etter at avviket forekom, ble både trainee og bas spurt om hva de mente var årsaken til avviket. Det var i utgangspunktet planlagt å ekskludere resultat fra uke 4 fra resultatene fra måleperioden. Det ble likevel valgt å ta med dette avviket

i Figur 4.4, da det representerer et planavvik det antas kan forekomme ved oppstart av andre prosjekter med tilsvarende forutsetninger som Ladebekken 2, hvor man har et prosjekt som del av en større utbygging, som er mer avhengig av forutsetninger og fremdrift fra andre byggetrinn. Under presenteres avviket med tilhørende kommentarer fra de to forespurte VD ansatte fra ulike ledd av organisasjonen.

Avvik

Bindingsverket i plan 1 ble en uke forsinket i forhold til 8-ukersplanen.

Grunner til avvik fra Trainee

Han mener grunnen til at man havnet bakpå var en kombinasjon av flere forhold. Blant annet at det er en litt annen prosess i forhold til tettingen under bunnsvilla i plan 1 enn høyere opp i etasjene. I tillegg virker det som produksjonen hadde vært litt preget av at den var i oppstarten, ved at den ikke hadde kommet inn i flyten enda. I tillegg har det vært et problem at stillasen var bygd i feil høyde med plattformene i forhold til dekket. Det hadde også manglet noen avklaringer med arkitekten på enkelte detaljer. En del av de momentene fra disse detaljtegningene var akkurat de samme problemstillingene som de hadde på den første blokka, slik at man delvis tok de samme "kampene" om igjen.

Grunner til avvik fra Bas

Mente at deler av gjennomføringen av ukeplanene til tømmerne bar preg av at ikke tidligere forutgående aktiviteter var ferdige. Slik at det var planlagt for tidlig oppstart av tømmerarbeidene, hvilket medførte at man kom for tett på forutgående fag (betong). Dermed måtte logistikken til tømmerne tilpasses betongproduksjonen og man fikk ikke en optimal tømmerproduksjon. De følte det var tydelige krav fra ledelsen på hva de skulle ha som mål for produksjonen, men at deres egne krav med tanke på forutsetninger for god produksjon ikke alltid ble tatt hensyn til.

4.9 Forslag til beste praksis PPU-målinger

Basert på teori og praksis har det blitt utarbeidet et forslag til gjennomføring av PPU-målinger. De teoretiske anbefalingene er gitt ut fra nevnte suksessfaktorer og fallgruver (kapittel 3.3), samt annen teori som omhandler PPU-målinger og produktivitet fra kapitlene 3.2, 3.3 og 3.4. Siden denne oppgaven ble gjennomført i samarbeid med Veidekke, vil også enkelte anbefalinger fra forslaget være basert på resultater fra observasjoner som ble gjort ved flere av Veidekke Entreprenør Trondheims prosjekter (ONV 12, Lilleby) høsten 2016 og våren 2017.

Det er valgt å dele inn anbefalingene i tre tabeller: før, under og etter måling. Med “måling” menes det her måling av et tidsrom som vil gi PPU-verdien som benyttes inn i en totaloversikt for prosjektet. Hvis det for eksempel måles PPU over en uke i gangen, vil hver uke gjelde som “en måling”. Dermed vil total-oversikten for prosjektet i så tilfelle vise PPU-utvikling fra uke til uke. Det foreslås å benytte uke til uke, basert på Ballards bruk av ukeplaner i LPS (Ballard, 2000). Dermed vil en måling vanligvis gjelde fra mandag til fredag, med mindre prosjektet også har helgearbeid. I beskrivelsen av tabellene er det brukt ukenummer 1 og 2, for å illustrere i hvilken tidsperiode de ulike tiltakene bør gjennomføres.

Tabellene er bygd opp med tre kolonner: *tiltak*, *beskrivelse* og *kilde*. Enkelte av tiltakene er oppgitt uten kilde. Dette er tiltak som anbefales av forfatter, basert på presentert teori og resultat, men som det ikke var mulig å finne en bestemt kilde for. I utarbeidelse av beskrivelsen for hvert tiltak er det etterstrebet å holde språket konsist, men samtidig utfyllende nok til at leser skal kunne benytte dette forslaget som en “oppskrift” for egne PPU-målinger. Det kreves dog at leser har forstått innholdet presentert tidligere i oppgaven før “oppskriften” benyttes.

4.9.1 I forkant av måling

Flere av tiltakene som er beskrevet i tabell 4.1 krever at det etableres et system for gjennomføringen av PPU-målinger i forkant av oppstarten av måleperioden (tidsrommet målingene skal pågå). Andre tiltak som er nevnt vil derimot være nødvendig å gjøre i forkant av hver måling, slik som å kun velge sunne aktiviteter og så videre.

Tabell 4.1: “Beste praksis” i forkant av måling

Tiltak	Beskrivelse	Kilde
Implementeringsplan	Ha en gjennomarbeidet plan for implementering av PPU-målinger og arbeidsmetodene. Planen bør ta hensyn til de ulike effektene av ledelse, ledere og arbeidere. Det bør også komme klart frem hvordan implementeringsfasen skal ivareta de involvertes velferd.	Drewin (1982)
Forståelse av PPU	Vær sikker på at både anleggsledelse og fagarbeidere har en god forståelse av hva PPU-målinger er og hva det ikke er.	Kim and Jang (2005)
Tilsluttende arbeider	Identifiser aktiviteter som enten er en overlevering til annet fag (f.eks. at maler skal fortsette etter at en vegg er kledd), eller som har implikasjoner for koordinering av felles ressurser (f.eks. kran, lagringsplass, utstyr). Dette for å kunne vurdere om en forsinkelse direkte vil påvirke andre fags oppstart.	Ballard and Howell (2003)

Tabell 4.1: "Beste praksis" i forkant av måling

Tiltak	Beskrivelse	Kilde
Nøyaktige tidsrom	Planlegg aktiviteter ut i fra hvor mange dager de tar, hvis en aktivitet forventes å være ferdig innen 3 dager, sett opp denne med sluttdato onsdag, og lag heller en ny aktivitet for torsdag til fredag. Hvis en aktivitet spenner over flere uker, del den opp slik at ukeplanen angir en fysisk %-andel som skal være komplett innen fredag, dvs. planen synliggjør nøyaktig hvor mye som skal utføres ved å f.eks markere bestemte felt i en fasade osv.	Ballard and Howell (2003)
System for Rotårsaksanalyse	Ha et system for gjennomføring av rotårsaksanalyse og håndtering av data fra disse.	Ballard (2000)
Hindring av rotårsaker	Gjennomgå planlagte aktiviteter og vurder om det er en risiko for at rotårsaker fra tidligere avvik kan forekomme.	
Framblikksplan	Ha et system for å indikere om aktivitetens forutsetninger er tilstede eller ikke.	Ballard (2000)

Tabell 4.1: "Beste praksis" i forkant av måling

Tiltak	Beskrivelse	Kilde
Korrekt ressursbruk	Angi en ressursbruk som tilsier 99% sannsynlighet for at aktiviteten blir gjennomført.	Ballard and Tommelein (2016)
Korrekte lagsstørrelser	Vurder om en aktivitet vil være så gjentakende og identisk lik at det er formålstjenlig å gjennomføre klokkestudie for å kunne vurdere optimal lagsstørrelse for denne. Dette kan spesielt være aktuelt hvis prosjektet er del av en større utbygging med flere byggetrinn	
Aktiviteter på ukeplanen	Sett kun opp sunne aktiviteter på ukeplanen. Etterstreb at ukeplanen inneholder alle aktiviteter tenkt utført for en uke.	Koskenvesa and Koskela (2005)
Minimum antall aktiviteter	Velg et minimumsantall aktiviteter for ukeplanen for mest mulig presis PPU%. Dermed blir det ikke for store utslag hvis en aktivitet feiler.	Ballard (2000)
PPU-skjema	Lag klart et måleskjema for PPU. Skjemaet kan blant annet inneholde muligheter for rotårsaksanalyse, samt gi muligheter for å samle PPU-resultatene i en grafisk fremstilling.	Ballard (2000)

4.9.2 Under måling

Det er ikke så mange tiltak som er tenkt foretatt under selve målingen (uke 1), da personen som er Last Planner vil være opptatt med å forberede neste ukens planer (uke 2).

Tabell 4.2: “Beste praksis” under måling

Tiltak	Beskrivelse	Kilde
Avviksoppfølging	Følg opp eventuelle avvik som forsinker aktiviteten. Noter ned informasjon om avviket med en gang det oppstår. Informasjonen benyttes i rotårsaksanalyser i neste lagsmøte (uke 2). Husk at også uplanlagte aktiviteter kan være med å forsinke opprinnelig plan.	Uformelt intervju 4.3
Kompletteringsoppfølging	Hvis en aktivitet har tidligere ferdigstillelsesdato enn siste dag av måleperiode, kontroller om den er utført innen angitt dato underveis i måleperioden.	

4.9.3 Etter måling

Etter måling av uke 1, er det viktig at teamet prioriterer å analysere målingene, slik at muligheten for kontinuerlig forbedring skapes. Dette krever systematisk arbeid og slik Runar beskriver i 4.3, vil dette kunne ta lengre tid i starten, før teamet er vant med prosedyrene.

Tabell 4.3: “Beste praksis” etter måling

Tiltak	Beskrivelse	Kilde
Kompletteringskontroll	Gjennomgå hver aktivitet rett etter slutten på måleperioden og noter ned om aktiviteten er gjennomført eller ikke.	
Rotårsaksanalyse på lagsmøtet uke 2	På lagsmøtet for uke 2 presenteres PPU-verdi fra uke 1. Det gjennomføres deretter rotårsaksanalyser fra avvik i uke 1. Etterstrebt at flest fra laget er til stede og kan komme med innspill under denne analysen.	Uformelt intervju 4.3
Statistikk	Gjennomgå rotårsaker og samle de i et statistisk system for lettere å kunne vurdere hvilke som er gjentakende.	Ballard (2000)
PDCA	Bruk PDCA aktivt til å følge opp rotårsaker	

Kapittel 5

Diskusjon

5.1 Hvilken sammenheng er det mellom PPU og produktivitet?

Tidlig i arbeidsprosessen med denne oppgaven ble det klart at det var viktig å finne ut av hvilken sammenheng det er mellom PPU og produktivitet. Fordi Arnfinn Aune nevner at Veidekke ser på PPU for å vurdere om dette kan benyttes til å indirekte måle produktivitet. Fordi det måler sammenhengen mellom planlegging og utførelse (4.4). For å kunne vurdere om høye PPU-verdier gir et representativt mål på hvordan fagarbeidernes produktivitet er, ble det valgt å se på hvilken sammenheng det var mellom PPU og produktivitet hos Veidekkes egne arbeidere. Det var viktig å finne ut hva som kan ligge bak høye PPU-verdier og om Veidekke ved å måle PPU kan stole på at parameteret representerer det de ønsker å måle.

For å vurdere denne sammenhengen måtte det benyttes et produktivetsmål. Arnfinn Aune påpeker i 4.4 at bransjen i Norge per i dag mangler et slik mål. Med dette som utgangspunkt oppstår det en situasjon tilsvarende en ligning med to ukjente, hvor man er avhengig av å vite nok om den ene (produktivitet) for å kunne si noe om forholdet til den andre (PPU). Slik det er beskrevet i metoden (2.4.7), var det en utfordring å finne

en egnet måleindeks som kunne gi et godt bilde av hvordan produktiviteten til egenproduksjonen ved prosjektet var. Det er derfor en grad av usikkerhet knyttet til hvorvidt produktivitetstallene fra 4.2 representerer en god eller dårlig produksjon for de ulike målepunktene/ukene, eller om aktivitetene for disse ukene var priset "feil" i akkordsatsene. Med dette som bakgrunn, er det likevel mulig å påpeke enkelte momenter i resultatene som skiller seg ut.

5.1.1 Presenterte plot med PPU og produktivitet

Plottet hvor PPU er satt opp mot produktivitet (4.1) samsvarer ikke med tidligere publiserte data fra Liu et al. (2010), da dette plottet har en mer horisontal utvikling enn tilsvarende plot som Figur 3.8. Dette kan skyldes at ukeplanene som PPU måler, kan være et system med relativt store tidsbuffere innlagt for hver aktivitet. En slik planlegging med tidsbuffere er i strid med anbefalingen fra Ballard and Tommelein (2016), hvor de nevner korrekt ressursbruk som et prinsipp for pålitelig arbeidsflyt. Figur (4.1) inneholder blant annet tre målinger med en PPU-verdi på 100%, som har lavere produktivitet enn snittverdien på 1. Dette strider imot funnene til Liu et al. (2010). En mulig årsak til at produktiviteten er <1 kan skyldes at ukeplanen har for mye innlagt tidsbuffer for hver aktivitet, fordi aktivitetene ikke har blitt planlagt med en korrekt underbelastning slik Ballard and Tommelein (2016) beskriver. Dermed kan fagarbeiderne, i de ukene målingene representerer, ha hatt en del dødtid med få angrepspunkt i bygget. Denne dødtiden kan ha resultert i en lavere produktivitet, ved at de har blitt ferdige med aktivitetene tidligere enn planlagt og ikke har hatt noen flere "klare aktiviteter" (3.2.2) tilgjengelig for å fylle den resterende tiden med.

Grunner til at dette likevel forekommer, kan være fordi planleggerne delvis planlegger på en måte de er vant til fra før, eller at de ikke fullt ut følger anbefalinger til planlegging gjennom LPS. Russell et al. (2013) sine funn underbygger denne påstanden, da det i studien ble vist at prosjekter som benyttet LPS hadde en lavere andel buffer enn de som benyttet tradisjonelle planleggingsmetoder. Gjennom deltagelse i lagsmøter og ukeplanmøter, ble det klart at planlegging av korrekt arbeidsbelastning kunne være utfordrende, blant annet på grunn av usikkerhet rundt uforutsette problemstillinger som

er vanskelig å se for seg en uke i forveien. Slike problemstillinger kan for eksempel være leveransefeil fra leverandør og logistikkutfordringer, blant annet på grunn av manglende kommunikasjon mellom tømmer- og betonglaget. Det var for eksempel et gjentakende punkt i lagsmøtene at betonglaget hadde plassert utstyr for lagring i gang- og logistikksoner til tømmer (4.8). Slike problemstillinger kan dukke opp i løpet av arbeidsuken og påvirke logistikken på plassen. En annen årsak er at kilden det refereres til: Ballard and Tommelein (2016), ikke er publisert enda, da den ble oversendt undertegnede i forbindelse med arbeidet med prosjektoppgave høsten 2016.

Figur 4.2 viser tilsvarende plot som Figur 4.1. Her er det utført en lineær regresjonsanalyse og inntegnet 90% konfidensintervall. PPU og produktivitet har her en negativ korrelasjon $r=-0,086$ med et utvalg $N=33$. Korrelasjonen kan ansees som liten/svak da $|r|<0,2$. Til sammenligning viste Liu et al. (2010) til en signifikant positiv korrelasjon $r=0,318$ ved 0,01 nivå (to-halet test) med et utvalg $N=74$. Få målepunkter med stor spredning kan være en årsak til at korrelasjonen er så svak som Figur 4.2 viser. Usikkerheten til produktivitetetsmålingen tatt i betraktning, viser resultatene fra Figur 4.2 at Veidekke ikke kun kan måle PPU og automatisk anta at dette indirekte gir et representativt bilde av hvordan produktivitetsnivået ligger an. Fordi gode PPU-målinger blant annet forutsetter en planlegging med bruk av få buffere og korrekt arbeidsbelastning av aktiviteter.

Hvis man hadde lagt inn data fra Moholt 50-50 i plottet, et prosjekt som ble gjennomført etter TAKT-prinsippet innvendig og dermed hadde lite tidsbuffer lagt inn for hver aktivitet i ukeplanen, ville man fått flere punkter på 100% PPU med en produktivitetsratio fra 1,03 og oppover. Dette ville påvirket regresjonslinjen i Figur 4.2 positivt og kunne indikert en sterkere positiv korrelasjon mellom PPU og produktiviteten til Veidekke. Dette er med og underbygger teorien om at ukeplaner som består av "klare aktiviteter", har korrekt belastning (Ballard and Tommelein, 2016), og resulterer i høy PPU, kan gi en høyere produktivitet hos egenproduksjonen. Arnfinn Aune nevner dette i 4.4 i forbindelse med Veidekkes erfaringer fra Moholt 50-50, hvor man hadde svært god produktivitet på det innvendige arbeidet. Dette viser at det kan være formålstjenlig for Veidekke og satse på

å øke egen planpålitelighet ved å fokusere på og heve kvaliteten til ukeplanene.

5.1.2 Forskjell i plankvalitet

Noe som videre kan underbygge påstanden om at Veidekke kan være tjent med å fokusere på å heve kvaliteten på ukeplanene, er sammenligningen av plankvaliteten til ukeplaner fra to forskjellige perioder av den gjennomførte måleperioden ved Lilleby. Slik det er nevnt i 4.7, hadde prosjektet et skifte av tømmerbas i uke 11. Uke 11 markerer dermed et skille, da den nye basen ikke hadde vært med på tidligere ukeplanlegginger i ukene før uke 11. I ukene før uke 11 forfatter oppfordret som nevnt i 2.4.3, planleggere til å tenke på antall aktiviteter, tidsbruk, samt presiseringer på ukeplanene for hver aktivitet (observasjonen av ukeplanleggingen ble som nevnt avsluttet i uke 9). For å vise til eventuelle forskjeller i planene fra de to ulike periodene (uke 6-11 og 12-17), er det valgt å legge ved ukeplanene for enkelte av aktivitetene fra de ulike periodene. Figurene C.1, C.2 og C.3 fra Vedlegg C viser hvordan ukens aktiviteter ble synliggjort for arbeideren i de to eksempelukene. I delkapittel 4.5, blir det oppgitt at slike planer deles ut hver torsdag eller fredag, for å la fagarbeider ha mulighet til å forberede seg til lagsmøtet på mandag. Ukeplanen er med andre ord et viktig utgangspunkt for fagarbeiders mulighet til å planlegge egen arbeidsuke.

På de neste sidene vil forskjellene mellom ukeplanene diskuteres ut fra anbefalinger til ukeplanlegging. Anbefalingene det diskuteres er valgt ut fra hva som kan gi god planpålitelighet og baseres på teori fra 3.3.3, 3.3.4 og 3.2.2. Det blir også presentert hvilke endringer som kunne vært gjort for å få planen nærmere det som er anbefalt.

Planen for uke 9 kan deles opp i tre aktiviteter; bindingsverket i 3.etg., svill og oppmerking, samt stendere i delplan 3. Ved å sette mandag som sluttdato for bindingsverket i 3.etg. vet fagarbeiderne at det forventes at denne aktiviteten blir ferdig i løpet av en dag og må planlegge sin egne produksjon opp mot dette. Aktiviteten har med andre ord et svært nøyaktig tidsrom, da det kun er snakk om en dag å fullføre arbeidet på. For de to andre aktivitetene derimot, er det litt mer åpent rundt hvordan fagarbeiderne skal planlegge sin egen produksjon. Her er det opp til fagarbeiderne å avgjøre hvordan de

skal legge det opp, men det er tydelig at de bør bli ferdig med svill og oppmerking i delplan 3 tidligst mulig for at det skal være mulig å sette opp stenderne til fredag. Fra 4.8 kan man se at det er varierende hvor mye forberedelser fagarbeiderne gjør i forkant av lagsmøtet. Det kan derfor være aktuelt for planlegger å oppmuntre til planlegging av eget arbeid ved å rette fokus mot enkelte momenter som bør vurderes.

I dette tilfellet kunne planlegger ha delt opp svill- og oppmerkingsaktiviteten i to, slik at den skilte mellom delplan 1-2 og 3. Deretter kunne det blitt satt et forslag til ferdigdato for svill og oppmerking i delplan 3 med spørsmålsteget bak, slik at fagarbeidere selv kan bli engasjert ved å vurdere om den foreslåtte ferdigdatoen for aktiviteten er oppnåelig. Slik planen for uke 9 er utformet, med gul markering for svill og oppmerking, kommer det ikke klart frem hvilke 50% det er bestemt at skal være utført til helga.

I uke 13 må fagarbeiderne anta at sluttdato for bindingsverket er fredag. En av fagarbeiderne er også satt opp til å gjennomføre innvendig bindingsverk i en annen etasje fra onsdag. En grunn til at dette avviker fra anbefalingen til Ballard and Howell (2003), er at et slikt oppsett ikke angir hvor mye arbeid som forventes utført i tidsrommet mandag til onsdag, mens fagarbeiderne enda er satt opp på samme aktivitet. Dette strider imot Ballard (2000) sitt prinsipp om korrekt arbeidsmengde (3.2.2). Man er ved dette avhengig av at fagarbeiderne selv planlegger produksjonen sin slik, at de er sikre på at en fagarbeider klarer å komplettere gjestående del av bindingsverket de siste tre dagene i uka. En annen problemstilling som også dukker opp ved en slik planlegging; er én fagarbeider optimal lagsstørrelse for de siste tre dagene av uken på den aktuelle aktiviteten?

Planen for innvendig bindingsverk i uke 13 gjelder for ukens tre siste dager for en fagarbeider. Den er derimot mangelfull i den forstand at det ikke fremgår tydelig hvilke produksjonskrav som stilles til fagarbeider. På planen er det opplyst hvor mye akkordsum (beløp sladdet) det innvendige bindingsverket gir, men det legges opp til at fagarbeider selv må planlegge hvor mye av bindingsverket som skal settes opp. Dette kan fungere så lenge fagarbeider er motivert av å bidra til at akkordutbetalingen blir størst mulig, men er avhengig av at fagarbeider har kombinasjonen av økonomisk motivasjon og evne til

å sette seg egne produksjonsmål, for at den skal lykkes. Planlegger kunne derfor enten definert produksjonskravet helt, eller kommet med et forslag som så kan gjennomgås på lagsmøtet. Uten dette er det ingen mulighet til å forutse om produksjonen kommer til å klare å holde det nivået som 8-ukers planen legger opp til.

Selv om begge ukene har potensial for forbedring, er planen for uke 9 slik det er forklart, noe mer definert enn uke 13. Ut fra Figur 4.3 ser man at begge ukene hadde en PPU-verdi på 60%. Antallet aktiviteter på planen var 10 i uke 9, og 5 i uke 13. På grunn av ulikheten i antall aktiviteter, kan man ikke trekke noen konklusjon ut av dette, da PPU-verdien for uke 9 har betydelig mindre usikkerhet enn for uke 13. Det neste delkapittelet (5.1.3) vil forklare denne usikkerheten og vise hvordan man kan forholde seg til den ved gjennomføring av PPU-målinger.

5.1.3 Antall aktiviteter på ukeplanen

Ballard and Howell (2003) anbefaler at aktiviteter planlegges ned på dagnivå istedenfor uker. Resultatene fra måleperioden som er vist i Figur (4.5) i kombinasjon med observasjoner fra ukeplanleggingen (4.7), viser at dette ikke er vanlig i Veidekke i dag. Med unntak av en aktivitet i uke 10, er alle de registrerte aktivitetene med en sluttdato tidligere enn fredag å finne i perioden uke 4-9. Den samme perioden som observasjonene av ukeplanen pågikk, hvor planleggere ble oppfordret til å forbedre plankvaliteten i henhold til anbefalingene fra forslaget til "beste praksis PPU-målinger" (4.9). Det at det ikke er noen aktiviteter med annen sluttdato enn fredag etter uke 11, viser at med mindre planlegger blir oppfordret til noe annet, blir det en differanse imellom Veidekkes praksis og hva som er teoretisk anbefalt.

En konsekvens av å planlegge aktiviteter med omfang på en uke, er at det kan gi færre antall målbare aktiviteter per uke. Med "målbare aktiviteter" menes det her aktiviteter hvor man kan tydelig sjekke om aktiviteten er komplett eller ikke innen ferdigdato. Det er for eksempel en forskjell i om aktiviteten består av: alternativ 1: "Utvendig bindingsverk plan 1, ferdig fredag" eller alternativ 2: "Utvendig bindingsverk plan 1, sør- og østfasade ferdig onsdag, nord- og vestfasade til fredag". Det siste alternativet produserer to

målbare aktiviteter, fremfor kun en aktivitet fra det første. For å sikre mest mulig realistisk målt PPU-verdi advarer Ballard (2000) mot å ha for få aktiviteter på ukeplanen. Det kan dermed være fornuftig å sette seg et minstekrav til antall aktiviteter som føres opp på planen. En forutsetning for å ha et slikt minstekrav, er at det er mulig å oppnå det uten en klar ulogisk oppdeling av aktiviteter. En metode for å kunne sette et oppnåelig minstekrav og bidra til at prosjektet oppnår en PPU-verdi med minst mulig usikkerhet, er ved å benytte tidligere PPU-målinger

Slik det er nevnt tidligere (2.4.6), kan det beregnede gjennomsnittet fra Figur 4.5 benyttes til å vurdere hva som kunne vært et fornuftig minstekrav av aktiviteter på ukeplanen. Med et minstekrav på åtte aktiviteter pr. uke, risikerer man og få en PPU lik 87,5% hvis en av ukens aktiviteter ikke blir ferdig i tide. Dermed vil prosjektet aldri nå høyere enn dette hvis de har mange ukeplaner med kun åtte aktiviteter og én av ukens aktiviteter feiler. Hvis man ser på Figur 4.3, ser man at akkumulert gjennomsnitt for PPU ligger rundt 70%. Med forutsetningen om at én aktivitet feiler per uke, vil et minstekrav på 8 aktiviteter dermed gi et potensial på 17,5% endring i positiv retning for PPU.

Ballard and Tommelein (2016) anbefaler at riktig målsetting bør være en PPU-verdi på 100%, men som et ledd i å oppnå dette gjennom kontinuerlig forbedring, er man avhengig av å holde motivasjonen oppe hos de involverte. Dette fordi kontinuerlig forbedring krever høy innsats for å vedlikeholdes (tabell 3.1). I dette tilfellet vil det derfor kunne være mer motiverende for de involverte om det øvre potensialet for en økning i PPU er størst mulig, selv om én aktivitet i uken feiler. En økning med to aktiviteter på minstekravet fra forrige avsnitt (8 til 10 aktiviteter), vil gi et "øvre potensial" på 90% med samme forbehold. Med andre ord, et positivt potensial på 20%. Ettersom det er vanlig å lese fra venstre til høyre og de fleste legger mer vekt på heltallene fremfor desimalene, vil det kunne fremstå som mer motiverende for de involverte om de klarte en PPU på 90% enn en på 87,5% (Estalami et al., 2007). Slik Ballard and Howell (2003) anbefaler, er det viktig å se på endringen av målt PPU (3.3). På grunn av dette vil neste delkapittel diskutere hvordan PPU-verdiene på Lilleby utviklet seg gjennom måleperioden.

5.1.4 PPU utvikling Lilleby

Slik Figur 4.3 viser, var det en nedgang i PPU de første fire ukene, noe som kan skyldes flere ulike årsaker: tømmerproduksjonen hadde nettopp startet, med det dette medfører av oppstart av nye aktiviteter, samt økning av bemanning. Slik det er nevnt tidligere, var også forfatter med i ukeplanleggingen i perioden uke 4-9 (2.4.3) og planleggere ble i denne perioden oppfordret til å forsøke å planlegge med kortere tidsrom og flere aktiviteter, hvilket kan ha medført at flere aktiviteter feilet i disse ukene.

Figur 4.3 viser at PPU-verdien hadde mindre svingninger første halvdel av måleperioden enn den siste. Ved å benytte figur 4.5 til å sammenligne gjennomsnittet for antall oppgaver perioden uke 6-11 med uke 12-17, ser man snittet for siste periode er 0,8 lavere enn første, med en verdi på 7,2. Ser man samtidig på hvo stor andel av aktivitetene som hadde en tidligere ferdigdato enn fredag, ser man at denne andelen var høyere mens forfatter enda var med i ukeplanleggingsmøtene (2.4.3).

Slik Ballard and Howell (2003) beskriver, er det viktigere å se på størrelsen av endringen i PPU, enn selve verdien av målingen. Figur 4.3 viser at PPU falt med 3% fra uke 8 til 9, og 15% fra uke 12 til 13. At svingningene er større i ukene hvor planene avviker mer fra de anbefalinger som er nevnt i teoridelen til denne oppgaven (uke 12-17), enn ukene hvor planleggere ble oppfordret til å følge de (uke 6-11), kan være med å underbygge påstanden om at planpåliteligheten kan økes ved bruk av disse anbefalingene. Det er likevel ikke mulig og fastslå dette ut fra det innsamlede datamaterialet, da det ikke ble sett på hvordan bas vurderte arbeidsbelastningen for ukene 12-17. Hvis bas har planlagt med mer underbelastning enn anbefalt av Ballard and Tommelein (2016), vil dette kunne medføre større risiko for at enkelte aktiviteter ikke blir ferdigstilt i tide. Likevel kunne det resultere i høy produktivitet, hvis fagarbeiderne pusher på for å forsøke og klare planen med høyere underbelastning. Ut fra Figur 4.1 ser man at dette kan ha vært tilfellet enkelte uker ved Lilleby, da tre av de fire punktene med høyest produktivitet har en PPU-verdi <70%. Med andre ord, har ukene hatt opptil flere planavvik, men likevel holdt en høy produktivitet. Det er også viktig å påpeke at en mulig årsak til det markante fallet i PPU fra uke 14 til 16, kan skyldes at det var påske i uke 15. Det er likevel vanskelig

å påpeke hvordan dette kan ha påvirket ukeplanen, da planleggingen i uke 14 i utgangspunktet skal ha samme forutsetning for å planlegge neste produksjonsuke (uke 16) som tidligere uker.

I tillegg til å forholde seg til det Ballard and Howell (2003) beskriver om å se på endring av PPU, kan det også være verdifullt for planlegger å beregne gjennomsnitt for PPU. Ved å benytte akkumulert gjennomsnitt i figur 4.3, ser man at PPU-verdien til tømmerproduksjonen på Lilleby holdt et snitt rundt 70%. Ved å beregne snittet for PPU på denne måten, etablerer man en standard som planlegger selv kan bruke til å se hvordan PPU-verdiene utvikler seg. Planpåliteligheten kan slik forbedres gjennom å gjennomføre tiltak som er i henhold til karakteristikene for kontinuerlig forbedring vist i tabell 3.1. Ved å blant annet satse på små forbedringer, fokusere på effektiv prosessflyt (arbeidsflyt) og orientere innsatsen mot personer. Med "orientere innsatsen mot personer", menes det i dette tilfellet at innsatsen bør rettes mot hvordan planlegger kan hjelpe fagarbeideren med å få utført sin jobb mest mulig effektivt. Dette gjennom å blant annet sørge for at alle forutsetninger for en sunn aktivitet (Figur 3.4 og 3.5) er tilstede.

Det kan også være aktuelt og benytte et glidende gjennomsnitt slik Figur 3.7 viser. Et glidende gjennomsnitt vil kunne være nyttig for å analysere hvordan PPU eventuelt endres ved oppstart av nye faser. Med faser menes i denne sammenhengen, ulike perioder av produksjonen hvor det er en hovedvekt av en type aktiviteter. Et eksempel på en slik fase, kan være perioden før tett bygg oppnås, hvor fokuset til produksjonen er å ukentlig gjennomføre aktiviteter som leder frem til tett bygg.

Selv om det er gitt flere mulige årsaker til svingningene for PPU-verdiene i de to ulike periodene (uke 6-11 og 12-17), er det interessant å se hvordan gjennomsnittene for PPU og produktivitet ser ut for disse. Ved å beregne gjennomsnittene av PPU og produktivitet for periode 1 (uke 6-10, uke 10 er inkludert på grunn av planlegging ble utført i uke 9) og periode 2 (uke 11-17), får man tabell 5.1. Her ser man at begge periodene hadde likt gjennomsnitt av PPU-verdi, men at det er en liten differanse i gjennomsnittene for produktiviteten.

Tabell 5.1: Beregnede gjennomsnitt PPU og produktivitet for hver periode

	PPU	Produktivitet	Differanse fra distriktet
Periode 1	70%	1,025	+2,5%
Periode 2	70%	0,98770	-1,23%

På grunn av tidligere nevnte usikkerheter i målemetode for produktivitet, er det ikke mulig å konkludere med at Periode 1 hadde økt produktivitet på grunn av et økt fokus på plankvalitet og derav mindre svingninger i PPU. Tallene fra tabell 5.1 viser likevel at det jevnt over har vært et høyere snitt i akkordutbetalingene for periode 1 enn for periode 2. Dette indikerer at det kan være en mer positiv sammenheng mellom PPU og produktivitet enn det figur 4.2 viser, men differansen i utbetalingene kan også skyldes at bemanningen har økt i periode 2 som følge av at de innvendige arbeidene kom i gang. Dette kan da ha ført til at planlegger har fått større utfordringer med å planlegge med korrekt ressursbruk på grunn av flere ressurser å koordinere.

5.2 Hvordan gjennomføres produksjonsplanlegging i

Veidekke?

For å se hvordan PPU kan brukes som et verktøy i kombinasjon med Veidekkes Involverende Planlegging, var det i arbeidet med oppgaven viktig å få klarhet i hvordan Veidekke bruker IP inn i sin produksjonsplanlegging. Ved å se hvordan Veidekkes praksis stemmer overens med deres teori for produksjonsplanlegging, var det enklere å se hvordan bruk av PPU eventuelt kunne implementeres inn i dette systemet. Dette delkapitlet drøfter hvordan Veidekkes produksjonsplanlegging stemmer overens med teorien bak og viser et eksempel på hvordan praksisen kan benytte prinsipper fra teorien, for å møte en utfordring som er aktuell for planlegger. Neste delkapittel vil drøfte hvordan PPU kan benyttes inn mot produksjonsplanleggingen.

Veidekkes produksjonsplanlegging baseres på en møtestruktur hvor hvert møte har ulik tidshorisont. Slik Andersen (2016) viser i figur 3.6, skal dette sikre at det flerfaglige- og prosjektperspektivet er representert i lagsmøtene. Slik det vises i 4.5, ble produksjonen ved Lilleby planlagt gjennom at det ukentlig ble avholdt møter på de tre laveste nivåene i møtestrukturen vist i figur 3.6; lagsmøte, basmøte og driftsmøte.

Ved at Veidekke har en MI-plan (4.5) med åtte ukers tidshorisont, følger de Ballard (2000) sin anbefaling om å ha en framblikkplan. Dermed kan anleggsledelsen begynne å klargjøre sunne aktiviteter i forkant av produksjonen, samt forskyve aktiviteter med forutsetningene som ikke rekker å komme på plass i tide. Ved at MI-planen også benyttes i basmøtet, blir bas gitt mulighet til å ha bedre oversikt lengre frem i tid. I tillegg slipper Veidekke å holde en egen bas-plan oppdatert.

Ukeplanene til Veidekke utarbeides i ukeplanleggingsmøtene. På Lilleby planlegger bas ukeplanen med innspill fra formann, trainee og driftsleder underveis. Slik skapes det gode muligheter for at saker fra forrige driftsmøte og basmøte tas med videre inn i ukeplanleggingen.

En av utfordringene de som arbeider med produksjonsplanlegging av ukeplanen i Veidekke har, er hvordan de skal kunne estimere korrekt arbeidsbelastning og hvor nøyaktig aktiviteter bør planlegges. Andersen (2016) presenterer en uttalelse fra en Veidekke ansatt i forbindelse med sin casestudie, hvor det ble påpekt at både fagarbeidere og funksjonærer ble delvis lurt av den detaljerte teksten de hadde i styringsplanen for caseprosjektet. Dette kan delvis motstride det Koskenvesa and Koskela (2005) skrev; at i prinsippet skal ukeplanen inneholde alle planlagte aktiviteter. Slik det er vist i 4.7, ble ikke alltid alle aktivitetene som skulle gjennomføres ført på ukeplanen. Dermed kan man ende opp i situasjoner lignende den sitatet fra casestudien til Andersen (2016) beskriver. Men det Koskenvesa and Koskela (2005) videre skriver som argument for at alle aktiviteter skal føres på plan, taler for at det bør jobbes videre mot å oppnå dette. Tanken er da at den totale andelen uplanlagte aktiviteter (bufferaktivitetene fra 4.7) reduseres ved at påliteligheten til ukeplanen øker.

Bruken av bufferaktiviteter er også noe Arnfinn Aune adresserer i 4.4, hvor han beskriver bufferaktiviteter som ofte dårligere planlagt og en mulig oppsamlingsplass for de ulike fagene, slik at man kan risikere dårligere produktivitet, samt at aktivitetene blir kritiske for videre fremdrift. Russell et al. (2013) viste at man ved bruk av LPS kunne redusere andelen buffer som ble brukt til å ta høyde for usikkerhet i byggebransjen. Ved å benytte prinsippene fra LPS, kan planleggere i Veidekke gjøre klar en større mengde aktiviteter enn den de i dag fører på planen. Ved å “trekke” ut de aktivitetene de anser som mulige bufferaktiviteter og planlegge disse så godt at de regnes som “sunnere aktiviteter”, i henhold til Figur 3.5 og Ballard (2000) sine fire kvalitetskarakteristikker. Hvis planleggere planlegger det de anser som “bufferaktiviteter” på lik linje med andre aktiviteter, angir tidsrammer til slike “halv uke”-aktiviteter som den nevnt i forrige avsnitt fra 4.7 og inkluderer de tidligere “bufferaktivitetene” på ukeplanen, vil Veidekke i følge Koskenvesa and Koskela (2005) over tid kunne oppnå en økning i planpålitelighet. De vil da få en reduksjon i antall uplanlagte aktiviteter. Det er denne type aktiviteter som Arnfinn Aune mener har høyere risiko for å ha dårligere produktivitet enn de planlagte aktivitetene. Ved å gjøre dette, kan de møte utfordringen Andersen (2016) beskriver, hvor de erfarte at de hadde planer som virket detaljerte, men hvor det dukket opp uforutsette aktiviteter underveis.

Denne tankegangen er ikke noe Veidekke kun behøver å begrense til egne fag. Man ser ut fra samtalen med anleggsledelsen på Veidekke om MI-planen (4.5), at det kan være fornuftig å oppmuntre UE til også å innta en tankegang om å “trekke” arbeid ut fra fremdriftsplanen og øke egen varsling om oppstart av ulike aktiviteter. Dette forutsetter at UE, slik det beskrives i samme samtale (4.5), sender riktig representant til riktig møte.

5.3 Hvordan kan Veidekke systematisk bruke PPU til å forbedre sin egen planlegging?

Teorien som gjengis i teorikapittelet og indikasjoner fra funn i denne oppgaven, viser at produktiviteten til egne fagarbeidere hos Veidekke kan ha positivt utbytte av økt planpålidelighet. Tidligere i dette kapittelet, har det underveis blitt påpekt ulike elementer i Veidekkes praksis hvor en mer systematisk bruk av PPU-målinger og arbeidsmetodikken som følger disse, kunne medført en økt planpålidelighet og lagt til rette for kontinuerlig forbedring. I dette delkapittelet vil det vises flere eksempler på hvordan Veidekke systematisk kan bruke PPU-målinger til forbedring av egen planlegging. Med “egen planlegging” er det også fokusert på å vise konkrete eksempler på hvordan også fagarbeiders egen planlegging kan forbedres. Dette er gjort med bakgrunn i at Runar Alstad påpeker at det er fagarbeideren selv som er mest egnet til å avdekke hindringer og fjerne feil i produksjonen (4.3).

5.3.1 Rotårsaksanalyse

En metode som kan avdekke årsaker til avvik og bidra til å fjerne fremtidige hindringer for produksjonen, er rotårsaksanalyser. Veidekke har i dag flere initiativ for systematisk læring mot HMS og gjeldende varslingsstruktur bør kunne benyttes til å også fange opp planavvik (4.4). Men observasjonene som er gjort i arbeidet med denne oppgaven, har ikke vist at det foregår en like systematisk tilnærming til avvikene som medfører forsinkelse i planen. HMS avvik blir tatt opp og tatt med videre i hvert ledd i anleggsledelsen, mens planavvikene, hvis de blir tatt opp, blir behandlet i de nærmeste leddene i organisasjonen. For å se dette i sammenheng med en 5-hvorfor analyse (3.4), kan man si at det kun blir gjennomført tiltak som svar på det første *hvorfor*-spørsmålet. Dermed har man ikke eliminert rotårsaken og risikerer at tilsvarende problem dukker opp ved et senere tidspunkt. Dette ble blant annet tydelig i uke 16, da det utvendige bindingsverket ikke ble ferdig. Grunnen var at enkelte stålsøyler ikke var satt opp enda. Et tilsvarende avvik skjedde tidligere, i uke 8. Dermed kunne avviket i uke 16 potensielt vært unngått hvis man hadde analysert grunnen til hvorfor arbeidet ble forsinket i uke 8 og foretatt

preventive tiltak for å forhindre dette i fremtiden.

I intervjuet med Arnfinn Aune (4.4), kom det frem at forsinkede materialleveranser vanligvis noteres ned i i notatblokken til hver enkelt innkjøpsansvarlig, som tar dette direkte med leverandør. Dermed vil det kun gjennomføres en hindringsanalyse for fremtidige avvik, hvis det allerede har forekommet et avvik på det aktuelle prosjektet. Ved å gjennomføre en rotårsaksanalyse av avviket, kan det istedenfor kanskje komme frem andre nødvendige tiltak, som kan implementeres hos flere personer innad i anleggsledelsen eller ved andre prosjekt. Slik kan man potensielt unngå å få tilsvarende feilleveringer fra samme leverandør eller et annet firma ved andre prosjekter.

Et annet eksempel på et planavvik som kanskje kunne vært forhindret ved bruk av rotårsaksanalyser og systematisk erfaringsoverføring, er avviket fra når bindingsverket til ytterveggene i plan 1 på Lilleby ble forsinket. I 4.8.1 beskrives det at en av årsakene til dette avviket kunne være:

“Det har også manglet noen avklaringer med arkitekten på enkelte detaljer. En del av de momentene fra disse detaljtegningene er akkurat de samme problemstillingene som de hadde på den første blokka(Ladebekken 1), slik at man delvis tar de samme “kampene” om igjen.”

En forutsetning for at dette skulle blitt plukket opp gjennom bruk av PPU, er at det hadde vært gjennomført PPU-målinger med påfølgende rotårsaksanalyser på Ladebekken 1. At eventuelle planavvik som følge av detaljtegningene hadde da blitt registret og rotårsaks-analysert. Deretter hadde anleggsledelsen kunnet gjennomført tiltak som sikret at en tilsvarende avklaringsprosess ikke skulle kunne gjenta seg på neste prosjekt.

Det må nevnes i denne sammenhengen at selv om det å sette inn tiltak kan bidra til å forhindre nye avvik, er det i dette tilfellet vanskeligere for anleggsledelsen å avgjøre om tiltaket er tilfredstillende før de eventuelt står ovenfor samme problemstilling i neste prosjekt. Dermed vil det gå en svært lang tidsperiode før PDCA-hjulet (Figur 3.1) for akkurat denne aktiviteten og problemstillingen “ruller” igjen. Ved at organisasjonen beslutter et tiltak (ACT) i gjennomføringsfasen av det første prosjektet (Ladebekken 1), vil

de så ikke behøve å konfrontere samme problemstilling igjen før neste prosjekt (Ladebekken 2) og først da begynne å planlegge aktiviteten igjen (PLAN).

En metode for å benytte PDCA-hjulet mer aktivt, er ved at planlegger måler PPU og beregner akkumulert gjennomsnitt gjennom perioden. Slik skapes det et utgangspunkt for at man kan sjekke (CHECK) sist målte PPU-verdi opp mot det akkumulerte gjennomsnittet og handle (ACT) ut i fra dette. Hvis man for eksempel får en PPU-verdi under gjennomsnittet, kan man gjennomføre rotårsaksanalyser av de konkrete planavvikene, samt sammenligne hvordan forutsetningene for hver aktivitet var i den "dårlige uken", opp mot hvordan forutsetningene var for ukene det ble målt en høyere PPU-verdi. Får man en målt verdi over gjennomsnittet, kan man forsøke å identifisere hva som gjorde at en ukeplanen lyktes, for så å benytte de identifiserte suksessfaktorene inn i fremtidig planlegging.

5.3.2 Fokus på ressursbruk

Slik det er diskutert tidligere i dette kapittelet, er det en utfordring å planlegge aktiviteter og ukeplaner med korrekt arbeidsbelastning. Ballard and Tommelein (2016) anbefaler at man ved planlegging av en aktivitet, tilegner denne en arbeidskapasitet som tilsier 99% sannsynlighet for at aktiviteten blir gjennomført (3.3). Ut fra blant annet observasjonene fra ukeplanleggingen (4.7), var det mulig å se hvordan en systematisk tilnærming kunne gi et enda bedre beslutningsgrunnlag for planleggere når de skulle sette opp ukeaktivitetene. Ved oppstarten av blant annet bindingsverket for ytterveggene, opplevde planleggere det som utfordrende å skulle sette et produksjonsmål for den uka, da de mente de ikke hadde grunnlag nok å basere seg på.

På grunn av at Lillebyutbyggingen er såpass omfattende og består av flere byggetrinn med relativt lik oppbygging av komponentene, kunne Veidekke i dette tilfellet vært tjent med å ha gjennomført klokkestudier for å finne standardavviket til de mest gjentakende aktivitetene. Klokkestudiene kunne blitt gjennomført allerede ved Ladebekken 1 prosjektet, for slik å gi ukeplanleggere bedre mulighet til å tilegne korrekt arbeidsbelastning til de ulike aktivitetene i arbeidet med de senere byggetrinnene.

Ved å kombinere klokkestudier med PPU-målinger, skapes det dermed et godt utgangspunkt for kontinuerlig forbedring. Klokkestudiene gir mulighet til å planlegge aktiviteter med korrekt arbeidsbelastning og PPU-målinger gir mulighet til å benytte rotårsaksanalyse initiert av planavvik funnet ved PPU. Slik vil man kunne finne ut hvilke forutsetninger som ikke var tilstede da aktiviteten ble gjennomført. Planlegger kan da få enda bedre oversikt over hvilke forutsetninger som må være tilstede for at en aktivitet med korrekt arbeidsbelastning skal kunne gjennomføres til planlagt tid.

5.3.3 PPU inn i lagsmøter

Produksjonsplanlegging er ikke noe som kun foregår på formann/bas-nivå, men også fagarbeidere i Veidekke driver produksjonsplanlegging av sine arbeidsoppgaver. Dette gjøres i lagsmøtene og derfor vil det nå beskrives hvordan PPU kan benyttes i disse møtene.

Runar Alstad påpeker at lagsmøtet er en viktig arena, både for å gjennomføre hindringsanalyser, men også for å kunne gjennomføre rotårsaksanalyser (4.3). Ved observasjonen av lagsmøtene ved Lilleby, ble det observert at fagarbeidere ble gitt muligheten til å gå når de var ferdige med gjennomgangen for sin aktivitet (4.8). Slik Runar beskriver, mister Veidekke i dag muligheten til å involvere flere i det kontinuerlige forbedringsarbeidet med denne praksisen. Det blir færre og færre fagarbeidere utover møtet som kan komme med konstruktive innspill til hvordan man kan nå de produksjonsmålene som er satt opp på ukeplanen. Hvis man istedenfor hadde gjennomgått forrige ukes PPU-skjema, gjennomført rotårsaksanalyser av planavvikene og oppmuntret fagarbeidere til selv og komme med forslag til tiltak i henhold til *5-hvorfor*-analysen, kunne det bli lagt til rette for at lagsmøtet blir den læringsarenaen som Runar beskriver (4.3).

Ved gjennomføring av rotårsaksanalysene kan det være gunstig å fokusere mest på tiltakene som kan gjøre at man ikke får et nytt planavvik, istedenfor og ha veldig mye fokus på å finne ut hva som gikk galt. Man er selvfølgelig nødt til å få en klarhet i hva som var årsaken til avvikene, men ved å fokusere mest på tiltakene for å forhindre nye avvik, kan man kanskje unngå slike situasjoner som både Runar og Arnfinn Aune beskriver, hvor

det blir ufred og konflikt i møtene fordi personer er redde for å bli uthengt. Dette vil kreve at møteleder klarer å formidle at det ikke er meningen at noen skal henges ut, men at avvikene analyseres og tiltakene utprøves, fordi man ønsker å forbedre seg, både som enkeltperson og som lag. Slik Runar beskriver; vil det å etterspørre forslag til tiltak fra fagarbeidere, kunne gi mest igjen til ledelsen og forhindre at ressurser sløses (4.3)

5.4 Hva er beste praksis PPU-målinger?

Et av forskningsspørsmålene (1.4) som denne oppgaven skal besvare, er å gi en forklaring på hva som regnes som beste praksis PPU-målinger. Før det er mulig å besvare spørsmålet, må det først avklares hva som menes med “beste praksis” i denne konteksten. Slik det er beskrevet i 3.3, er selve målemetoden relativt ukomplisert. Ved at man har en ukeplan med et minstekrav til antall aktiviteter (Ballard, 2000), med et satt tidspunkt for når disse skal være ferdige (Ballard and Howell, 2003) og så måler hvor mange som faktisk ble ferdig i tide. Deretter beregnes prosentverdien ut fra forholdstallet mellom ferdige og uferdige aktiviteter. Ut fra dette, kunne dermed svaret på forskningsspørsmålet inneholdt et utkast på hvordan et PPU-måleskjema bør se ut og hvordan dette utfylles. Hvis man kun så på selve målemetoden.

Men med “beste praksis PPU-målinger”, er det mer interessant å se på praksisen rundt selve målingene. Ved å se på hvordan en entreprenør bør arbeide med resultatene for å få en mest mulig pålitelig arbeidsflyt (3.3). Av argumenter for hvorfor det er i entreprenørens interesse å ha en pålitelig arbeidsflyt, kan man se på funnene til Ballard and Tommelein (2016), hvor de påpeker at lav arbeidsflyt kan medføre at rundt 30% av arbeidskapasiteten blir sløst vekk. Dette i seg selv er ikke automatisk et godt argument for hvorfor en entreprenør bør ønske å øke sin arbeidsflyt. Det er først når man eventuelt vet hvor mye forbedring av utnyttet arbeidskapasitet det blir ved å ha en bedre arbeidsflyt, at det kan være i en entreprenørs interesse å forbedre denne. Størrelsen av en slik forbedring kan funnene til Liu et al. (2010) (3.8) indikere, ved at de påviser en medium positiv korrelasjon mellom PPU og produktivitet. Resultatene (Figur 4.1) fra denne oppgaven viser likevel at en slik korrelasjon ikke utelukkende vil være positiv, da oppga-

vens resultat kan indikere at unøyaktig planlagt ressursbruk og varierende plankvalitet istedenfor medfører en negativ korrelasjon mellom PPU og produktivitet.

Et annet argument for at en slik positiv korrelasjon ikke automatisk vil være til stede, kan finnes i det Drewin (1982) skriver om implementering av nye arbeidsmetoder (3.4). (I dette tilfellet regnes endringen forman/bas må gjøre i sin måte å planlegge på, som en endring av deres arbeidsmetoder.) Han beskriver her at et dårlig forsøk på implementering av nye arbeidsmetoder kan utligne effekten av forbedringene, samt i verste fall bidra til å redusere produktiviteten.

I arbeidet med oppgaven ble det videreutviklet et forslag fra forfatters prosjektoppgave til "beste praksis" PPU-målinger (4.9). Arbeidet med å skape forslaget var utfordrende, da det krevde gjennomgang av mye litteratur og innsamlet data. Det poengteres at dette kun er et utkast til hva som kan betegnes som beste praksis PPU-målinger og at det ikke er en komplett guide til hvordan PPU-målinger best utføres. Enhver organisasjon vil ha ønske om å tilpasse gjennomføringen av målingene til sin planleggingsmetodikk og bedriftskultur. Utkastet som er presentert er tilpasset Veidekke og deres bruk av IP. Flere av punktene som er presentert i forslaget kan sees på som et bidrag til en beskrivelse av hvordan PPU-målinger best gjennomføres.

Kapittel 6

Konklusjon

Oppgaven presenterer en oversikt over anbefalinger for måling av PPU, basert på presentert teori og observasjoner/ funn gjort ved Veidekke Entreprenørs virksomhet i Trondheim. Denne oversikten er presentert som et forslag til “beste praksis PPU-målinger” og gir kun anbefalinger til hvordan en bedrift bør gå frem for å gjennomføre PPU-målinger, for slik å skape et prestasjonsmål som kan benyttes inn i eget forbedringsarbeid.

For eksempel vil den praksisen en bedrift har for å gjennomføre PPU-målinger og bruke disse, ikke nødvendigvis gi tilsvarende resultat i en annen bedrift, på grunn av blant annet små eller store forskjeller i produksjonsfilosofi og arbeidsmetodikk. Slik det er beskrevet i oppgaven, er det presenterte forslaget tilpasset Veidekkes trialistiske organisering. Dermed vil det kunne være nødvendig for en annen bedrift, uten tilsvarende møtestruktur, å gjøre egne tilpassninger for hvordan blant annet PPU-resultatene skal benyttes til forbedring i organisasjonen.

Mange av suksessfaktorene og fallgruvne nevnt i oppgavens teoridel etablerer et *teoretisk* svar på hva “beste praksis” PPU-målinger er, men det endelige svaret på forskningsspørsmålet om ”beste praksis” PPU-målinger er ikke mulig å fastslå før man har mulighet til å måle ulike bedrifter som benytter PPU ut i fra standardiserte måleparametere.

Først da kan man se hvilke bedrifter som får mest utbytte av å benytte PPU-målinger og se hva som kjennetegner deres praksis.

Teorien som er presentert i denne oppgaven beskriver en positiv korrelasjon mellom PPU og produktivitet. Resultatene fra målingene i denne oppgaven kan hverken bekrefte eller avkrefte dette, men enkelte funn presentert i denne oppgaven kan peke i retning av at et slikt forhold kan eksistere. Blant annet at en tidsperiode med ukeplaner planlagt etter anbefalinger som teoretisk skal resultere i høy PPU, hadde en produktivitet 2,5% høyere enn snittet for resten av prosjektene til Veidekke Entreprenør i Trondheim. Resultatene fra oppgaven viser også at en bedrift ikke kun kan måle PPU og forvente at dette gir et indirekte representativt bilde av hvordan produktiviteten er på plassen. Selv om presentert teori i denne oppgaven viser en positiv korrelasjon mellom PPU og produktivitet til arbeidslagene, er det likevel usikkert hvordan sammenhengen er mellom total produktivitet og PPU, da det er publisert lite forskning på dette og bruk av en multifaktor-indeks for å se på bedriftens totale produktivitet, var utenfor denne oppgavens avgrensinger.

Gjennom diskusjon av flere ulike elementer fra Veidekkes praksis og analyse av resultat fra denne oppgaven, har det blitt påpekt en rekke ulike punkter Veidekke kan fokusere på for å kunne bruke PPU systematisk til å forbedre egen planlegging. Disse kan oppsummeres til; lære av tidligere feil, angi korrekt arbeidsbelastning ved planlegging, øke egen plankvalitet og ha et systematisk arbeid mot kontinuerlig forbedring.

Veidekkes praksis er også vist ved at oppgaven beskriver hvordan produksjonsplanleggingen gjennomføres. Dette ved først å presentere teorien bak møtестrukturen, hvor det vises hvordan de ulike organisasjonsnivåene samhandler ved å planlegge med ulike tidsrammer. Deretter blir det vist hvordan Veidekke ved Lilleby ivaretar denne formen for planlegging i praksis. Ved å observere ukeplanleggingen og se hvilke utfordringer planleggere står ovenfor, har det blitt vist hvordan PPU og metodikken bak, kan brukes inn mot de utfordringene planlegger står ovenfor og redusere risikoen som blant annet prosjektlederen ved Lilleby påpeker i tilknytning til bruk av "bufferaktiviteter".

Oppgaven skulle besvare problemstillingen: *Kan bruk av PPU være med på å øke Veidekkes produktivitet i deres prosjekt?* Med bakgrunn i at tidligere publiserte studier har vist en positiv korrelasjon mellom høy planpålitelighet og produktivitet, har oppgaven vist eksempler på hvordan Veidekke kan øke egen planpålitelighet ved måling og systematisk bruk av PPU, samt arbeidsmetodene bak. Ved måling av PPU og produktivitet hos Veidekke har det ikke vært mulig å konkludere med at en slik korrelasjon eksisterer. Men selv om det ikke har vært mulig å konkludere med at den eksisterer, har det heller ikke vært mulig å avfeie muligheten for at den kan være til stede, da enkelte funn fra oppgaven kan indikere at dette forholdet likevel eksisterer.

Det er i oppgavens diskusjon vist at anbefalingene fra forslaget til “beste praksis” PPU-målinger, kan bidra til mindre variasjon i målt PPU, samt hvordan forskjeller i ukeplan-kvalitet kan påvirke planpåliteligheten. Oppgaven har gitt eksempler på hvordan Veidekke kan bruke PPU til å øke egen planpålitelighet. Ut i fra dette kan man si at svaret på problemstillingen vil kunne være; PPU kan være med på å øke Veidekkes produktivitet, hvis man antar at korrelasjonen mellom PPU og produktivitet er positiv slik tidligere studier viser. Det vil derimot ikke være fornuftig av Veidekke å ukritisk benytte PPU for å indirekte si noe om hvordan produktiviteten er ute på byggeprosjektene, da oppgavens resultat viser at en planlegging med blant annet mye tidsbuffer, vil kunne tilføre mye usikkerhet inn i resultatene fra slike målinger.

Kapittel 7

Videre arbeid

Resultatene fra denne oppgaven har vist, at dagens bruk av tidsbuffer i produksjonsplanleggingen kan være en utfordring hvis man skal se på forholdet mellom PPU og produktivitet. I fremtidige studier kan det være aktuelt å ha et mål på hvilken arbeidsbelastning Last Planner legger opp til, da dette kan være med å vise at ukeplanene bli planlagt i henhold til Ballard and Tommelein (2016) sine anbefalinger. En måte dette kanskje kan gjøres på, er ved å se på forholdet mellom forventet enhetstid og utført enhetstid, da dette kanskje kan avdekke hvor mye tidsbuffer som faktisk ble lagt inn under planleggingen av ukeplanen.

Mye av årsaken til at det i denne oppgaven ikke kan konkluderes hvordan forholdet mellom PPU og produktivitet er, er på grunn av usikkerheten tilknyttet den benyttede produktivitetsratioen. Ved videre forskning på forholdet mellom PPU og produktivitet anbefales det å ha tilgang på et bedre datagrunnlag for produktivitet, samt å se på et prosjekt hvor PPU og prinsippene bak allerede benyttes aktivt i produksjonsplanleggingen. Det kan også være fornuftig å måle prosjektets produktivitet ved å benytte en multifaktor-indeks til å beregne produktiviteten. Det ville vært interessant å se hvordan PPU påvirker produktiviteten til anleggsledelse, samt hvordan aktiv bruk av rotårsaksanalyser opp mot planavvik eventuelt kan påvirke produktiviteten til prosjek-

tet/bedriften som helhet.

Det kan også være aktuelt og se på hvordan PPU-måling, rotårsaksanalyse og ukeplanlegging kan digitaliseres, da mye av dette i dag gjøres for hånd og PPU dermed må måles ved at man fører inn arbeidsoppgaver i et eget PPU-skjema.

Bibliografi

- Alarcón, L. F., Grillo, A., Freire, J., Diethelm, S., et al. (2001). Learning from collaborative benchmarking in the construction industry. In *Ninth Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC-9)*.
- Andersen, L. (2016). *Organisering av komplekse prosesser*. Fagbokforlaget.
- Anleggsledelse Lilleby, V. (2017). Ukeplaner tømmer. Nedlastet 2017-5-30.
- Arntzen, E. and Tolsby, J. (2010). Studenten som forsker i utdanning og yrke: vitenskapelig tenkning og metodebruk.
- Ballard, G. and Howell, G. (1994). Implementing lean construction: stabilizing work flow. *Lean construction*.
- Ballard, G. and Howell, G. A. (2003). An update on last planner1. In *Proc., 11th Annual Conf., International Group for Lean Construction, Blacksburg, VA*.
- Ballard, G. and Tommelein, I. (2016). *The dynamics of continuous improvement*. Project Production Laboratory, University of California, Berkely. p2s1 . berkeley . edu.
- Ballard, H. G. (2000). *The last planner system of production control*. PhD thesis, The University of Birmingham.
- Best, R. and Meikle, J. (2015). *Organisering av komplekse prosesser*. Routledge.
- Bhuiyan, N. and Baghel, A. (2005). An overview of continuous improvement: from the past to the present. *Management Decision*, 43.

- BIBSYS (2016). Søketjenesten oria.no. <http://www.bibsys.no/produkter-tjenester/produkter/soketjenesten-oria/>. Nedlastet 2016-12-4.
- Bygg21 (2017). Pågående arbeid og resultater. <http://www.bygg21.no/no/resultater/>. Nedlastet 2017-6-6.
- Calder, A. (2013). *ISO27001/ISO27002: A pocket guide*. IT Governance Publishing.
- Chew, W. B. (1988). No-nonsense guide to measuring productivity. *Harvard Business Review*, 66.
- Clark, D. M., Silvester, K., and Knowles, S. (2013). Lean management systems: creating a culture of continuous quality improvement. *Journal of clinical pathology*, 66.
- Drewin, F. J. (1982). *Construction Productivity Measurement and Improvement through Work Study*. Elsevier Science Publishing Co., Inc.
- Edwards, J. F. (2003). Building the Great Pyramid: Probable construction methods employed at Giza. *Technology and Culture*, 44.
- Estalami, H., Maxwell, S., and Coulter, K. S. (2007). The effects of digit-direction on eye movement bias and price-rounding behavior. *Journal of Product & Brand Management*, 16.
- Flåta, G. (2004). Snøhvit landanlegg driftsoppfølging betongarbeider - civil ii. Master's thesis, Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet, NTNU.
- Gao, S. and Low, S. P. (2014). The last planner system in china's construction industry—a swot analysis on implementation. *International Journal of Project Management*, 32.
- Grønmo, S. (2012). Qualitative and quantitative methods: Definitions and distinctions. *Sosiologisk tidsskrift*.
- Jenkins, J. L. and Orth, D. L. (2003). Productivity improvement through work sampling. *AACE International Transactions*.
- Johnson, C. N. (2002). The benefits fo pdca. *Quality Progress*, 35.

- Khattak, N. (2016). Traineesamling nummer 3 av 4. <http://munch.veidekke.no/tag/involverende-planlegging/>. Nedlastet 2016-12-12.
- Kim, Y.-W. and Jang, J.-W. (2005). Case Study: An Application of Last Planner to Heavy Civil Construction in Korea.
- Kjøll, G. (2013). idiosynkratisk. <http://snl.no/idiosynkratisk>. Nedlastet 2016-11-18.
- Koskela, L. (1992). *Application of the new production philosophy to construction*. Number 72. Stanford University Stanford, CA.
- Koskela, L. et al. (2000). *An exploration towards a production theory and its application to construction*. PhD thesis.
- Koskenvesa, A. and Koskela, L. (2005). Introducing last planner-finnish experiences. In *Proceedings of 11th Joint CIB International Symposium-Combining Forces*.
- Kossoff, L. L. (1993). Total quality or total chaos? *HRMagazine*, 38.
- Lillefosse Ofte, A. (2016). Lønssystem og produktivitet i byggebransjen. Master's thesis, Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet, NTNU.
- Liu, M., Ballard, G., and Ibbs, W. (2010). Work flow variation and labor productivity: Case study. *Journal of management in engineering*, 27.
- Michela, J. L., Noori, H., and Jha, S. (1996). The dynamics of continuous improvement. *International Journal of Quality Science*, 1.
- Moore, R. (2011). *Selecting the right manufacturing improvement tools: what tool? when?* Butterworth-Heinemann.
- Nieto-Morote, A. and Ruz-Vila, F. (2011). Last planner control system applied to a chemical plant construction. *Journal of Construction Engineering and Management*.
- O. AlSehaimi, A., Tzortzopoulos Fazenda, P., and Koskela, L. (2014). Improving construction management practice with the last planner system: a case study. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 21.

- Olomolaiye, P., Jayawardane, A., and Harris, F. (1998). *Construction productivity management*. Longman.
- Olsson, N. (2011). *Praktisk rapportskrivning*. Tapir akademiske forlag.
- Russell, M. M., Howell, G., Hsiang, S. M., and Liu, M. (2013). Application of time buffers to construction project task durations. *Journal of Construction Engineering and Management*.
- Russell, M. M., Liu, M., Howell, G., and Hsiang, S. M. (2014). Case studies of the allocation and reduction of time buffer through use of the last planner system. *Journal of Construction Engineering and Management*, 141.
- Thagaard, T. (2010). *Systematisk og indlevelse*. Akademisk Forlag.
- VanVoorhis, C. W. and Morgan, B. L. (2007). Understanding power and rules of thumb for determining sample sizes. *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology*, 3.
- Veidekke (2016). Involverende planlegging - lean construction. <http://veidekke.no/om-oss/kompetanse/article8308.ece>. Nedlastet 2016-12-4.
- Whiteside II, J. D. (2006). Construction productivity. *AACE International Transactions*.

Vedlegg A

PPU-skjema

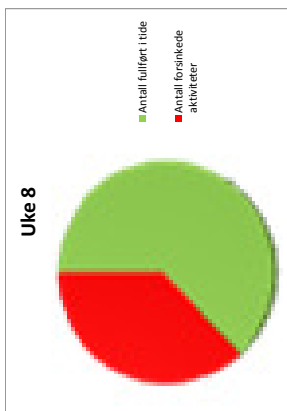
Dette vedlegget inneholder en kopi av et utfylt PPU-skjema fra en av ukene observasjonene pågikk. Skjemaet er kun vedlagt for å illustrere hvordan målingen ble foretatt. Øvrige resultat fra måleperioden er presentert i oppgavens resultatkapittel (4).

Uke 8

(Ikke rørt)

Fag	Ansvarlig	Oppgave	Planlagt utført	Faktisk utført	Ferdig i tide?	Påvikes andre fag eller oppgaver?	Kommentar	Rotasjonskategori
Tømmer	Alf Martin og Kjetil	Vindu verandadører Plan 1 100%	24.02.2017	27.02.2017	Nei		mangelfull leveranse	Rotasjonsanalyse
	Lars Morten, Joakim	Svill Plan 3 100%	20.02.2017	20.02.2017	Ja			Rotasjonsanalyse
	Lars Morten, Joakim	Bindingsverk Plan 3 50%	24.02.2017	24.02.2017	Ja			Rotasjonsanalyse
	Gyrdind, Tor Inge	GLUB SØR plan 2 + gavlør, lmk. Iso, Dekkekant	24.02.2017	24.02.2017	Ja			Rotasjonsanalyse
	Stein Inge	Branselevering Plan 4 + trappoppgang del 2	22.02.2017	27.02.2017	Nei		Skløyver ikke komplett	Rotasjonsanalyse
	Stein Inge, Ole Magnus	Klargjøring Yrnavretning Plan 1 og 3.	24.02.2017		0		Godkjent fraver	Rotasjonsanalyse
					0			Rotasjonsanalyse
	Ole Magnus, Christian	Ta i mot leveranser YV BV, og IV BV	21.02.2017	21.02.2017	Ja			Rotasjonsanalyse
	Ole Magnus, Christian	Ta i mot leveranse, Vindu	22.02.2017	22.02.2017	Ja			Rotasjonsanalyse
					0			Rotasjonsanalyse
					0			Rotasjonsanalyse
					0			Rotasjonsanalyse
					0			Rotasjonsanalyse
					0			Rotasjonsanalyse
					0			Rotasjonsanalyse

Antall oppgaver denne uken:	8
Antall fullført i tide	5
Antall forsinkede aktiviteter PPU	3
	63 %



Figur A.1: Eksempel måleskjema for PPU

Vedlegg B

Intervjuguider

B.1 Intervjuguide Runar Alstad, IP-koordinator

- Hva kan være "beste praksis" for gjennomføring av og arbeidet med PPU-målinger?
- Stikkord: forbedringsarbeid, rotårsaksanalyse, PPU inn mot lagsmøtet

B.2 Intervjuguide Arnfinn Aune, avdelingsleder bolig og prosjektleder ved Lilleby

- Hvorfor ser Veidekke på PPU nå?
- Hva bør jeg fokusere på i forbindelse med PPU-målingene?
- Har Veidekke i dag noe rapporteringssystem som tar hånd om planavvik?
- Hva tenker du om hindringsanalyser?

B.3 Intervjuguide Trainee Lilleby

- Hva anser du som mest tidkrevende på listen over delprosesser fra vindusobservasjonen?
- Hva vil du foreslå som forbedringstiltak til denne delprosessen?
- Hvordan benyttes 8-ukers planen?
- Hvem i anleggsledelsen har ansvar for en 2-3 ukers plan?

Vedlegg C

Eksempler på ukeplaner

