

Involverende planlegging i prosjektering

Ingvild Svenke Fundli

Bygg- og miljøteknikk (2-årig)

Innlevert: mai 2014

Hovedveileder: Frode Olav Drevland, BAT

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for bygg, anlegg og transport



Oppgavens tittel: Involverende planlegging i prosjektering	Dato: 27.05.2014		
	Antall sider (inkl. bilag): 45		
	Masteroppgave	x	Prosjektoppgave
Navn: Ingvild Svenke Fundli			
Faglærer/veileder: Frode Drevland			
Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere:			

Ekstrakt:

The Last Planner System (LPS) har blitt implementert både i prosjekterings- og i produksjonsprosessen i prosjekter. I den forbindelse har det vært stilt spørsmål om LPS i prosjektering må endres og tilpasses mer prosjekteringsprosessen, på grunn av forskjellen det er mellom prosjektering og produksjon.

Den norske entreprenøren Veidekke har utviklet en metode basert på LPS for bruk i prosjektering, kalt Involverende planlegging i prosjektering (IPP). Denne prosessrapporten og artikkelen ser på hvordan IPP fungerer i praksis ved å gjøre en casestudie av to prosjekter der metoden har vært tatt i bruk. Der vi sammenligner original metoden LPS med IPP, og ser hva som skiller de, om det er noen mangler med metoden IPP, sammenlignet med LPS.

Artikkelen er skrevet i forbindelse med International Group for Lean Construction (IGLC) konferansen, som skal holdes i Oslo i år. I artikkelen presenteres hovedfunnene av studien. Prosessrapporten derimot er ment som et tillegg til artikkelen. Den går mer inn på hva som er arbeidet bak artikkelen, hvilke metoder som er brukt og tar med data som ikke var plass i artikkelen. En kan på en måte si at de utfyller hverandre, der prosessrapporten er et slags sikkerhetsnett til artikkelen.

Gjennom en kvalitativ intervjurunde med aktuelle medarbeidere i Veidekke, fant en svar på hvordan metoden deres er praktisert, og hva som skiller denne metoden fra LPS. Det gjøres og en litteraturstudie i forhold til hva LPS er, og hvilke resultater som er oppnådd internasjonalt med anvendelse av LPS i prosjektering. Tilslutt ses det på hvilke resultater de to prosjektene har oppnådd i forhold til Prosent Planlagt Utført (PPU) målinger. Målingene er en del av den kvantitative studien i oppgaven.

Resultatene som ble funnet med bruk av IPP viser at denne metoden har ført til bedre kommunikasjon og samarbeid i prosjekteringsgruppen, samt en mer helhetlig forståelse og engasjement til prosjektet. Det er også indikasjoner på at metodikken fører til en mer effektiv og kontrollert prosjekteringsprosess, som i sin tur har positiv påvirkning på produksjonsprosessen.

Selv om vi har sett positive effekter med bruk av metoden, har vi også funnet mangler innenfor enkelte områder. Spesielt mangelen på en formalisert ukeplan, der det settes opp hva som skal gjøres i detalj den neste uken. Det mangler og en praktisk tilnærming for utførelse av hindringsanalyse, samt en innføring av PPC målinger som med fordel kunne blitt lagt til metoden.

Stikkord:

1. Involverende planlegging i prosjektering
2. Last Planner System
3. Prosent Planlagt Utført

Ingvild Svenke Fundli
(sign.)

DEL 1
PROSESSRAPPORT
Ingvild Svenke Fundli

Praksis bør alltid bygge på god teori

- Leonardo da Vinci



Forord

Denne prosessrapporten (del 1) utgjør sammen med en artikkel (del 2), den avsluttende delen av mitt masterstudie ved Norges Tekniske-Naturvitenskaplige Universitet (NTNU) i Trondheim. Rapporten og artikkelen er skrevet over 20 uker i løpet av vårsemesteret 2014 i samarbeid med Institutt for bygg, anlegg og transport.

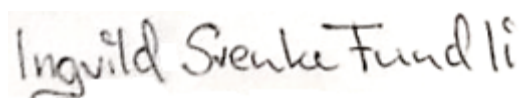
Temaet for oppgaven er selvvalgt, og ble utlyst på Veidekkes nettsider. Det er interessen for planlegging av egen hverdag, og tverrfaglig samarbeid mellom de ulike nivåene i byggebransjen, som er bakgrunnen for valgt tema. Oppgaven har fått tittelen "Involverende planlegging i prosjektering". Involverende planlegging i prosjektering (IPP) er en relativt ny metode som Veidekke anvender i totalentrepriser, for å skape bedre flyt og redusere kostnadene i produksjonen, og i selve prosjekteringsprosessen.

Det var et ønske om å få en bedre forståelse av hvordan denne metoden blir anvendt i praksis, og hvilke resultater som er oppnådd ved bruk av metoden, som danner grunnlag for det som har blitt artikkelen og prosessrapporten. Artikkelen er skrevet i forbindelse med International Group for Lean Construction (IGLC) konferansen, som i år skal holdes i Oslo, den 23 - 27 juni. Artikkelen omhandler hvordan Veidekke har anvendt metoden, der det undersøkes hvordan to byggeprosjekter har praktisert metoden. I tillegg sammenlignes metoden deres opp mot originalmetoden The Last Planner System(LPS).

Denne prosessrapporten er et tillegg til artikkelen. Hensikten er å utfylle artikkelen å forklare mer i detalj hvilke fremgangsmåter og metoder som er anvendt i artikkelen, og hvilke refleksjoner som ligger bak disse. Prosessrapporten presenterer og hvilken arbeidsprosess som ligger bak artikkelen.

Jeg vil til slutt takke Frode Drevland for veiledning og gode diskusjoner rundt oppgaven. Ikke minst vil jeg og takke for svært verdifull hjelp med skriving av artikkelen til konferansen. Jeg vil også takke min mor Sissel Svenke Fundli som har fungert som motivator og diskusjonspartner gjennom hele prosessen.

Trondheim, 26.05.2014



Ingvild Svenke Fundli

Sammendrag

The Last Planner System (LPS) har blitt implementert både i prosjekterings- og i produksjonsprosessen i prosjekter. I den forbindelse har det vært stilt spørsmål om LPS i prosjektering må endres og tilpasses mer prosjekteringsprosessen, på grunn av forskjellen det er mellom prosjektering og produksjon.

Den norske entreprenøren Veidekke har utviklet en metode basert på LPS for bruk i prosjektering, kalt Involverende planlegging i prosjektering (IPP). Denne prosessrapporten og artikkelen ser på hvordan IPP fungerer i praksis ved å gjøre en casestudie av to prosjekter der metoden har vært tatt i bruk. Der vi sammenligner original metoden LPS med IPP, og ser hva som skiller de, om det er noen mangler med metoden IPP, sammenlignet med LPS.

Artikkelen er skrevet i forbindelse med International Group for Lean Construction (IGLC) konferansen, som skal holdes i Oslo i år. I artikkelen presenteres hovedfunnene av studien. Prosessrapporten derimot er ment som et tillegg til artikkelen. Den går mer inn på hva som er arbeidet bak artikkelen, hvilke metoder som er brukt og tar med data som ikke var plass i artikkelen. En kan på en måte si at de utfyller hverandre, der prosessrapporten er et slags sikkerhetsnett til artikkelen.

Gjennom en kvalitativ intervjurunde med aktuelle medarbeidere i Veidekke, fant en svar på hvordan metoden deres er praktisert, og hva som skiller denne metoden fra LPS. Det gjøres og et litteraturstudie i forhold til hva LPS er, og hvilke resultater som er oppnådd internasjonalt med anvendelse av LPS i prosjektering. Tilslutt ses det på hvilke resultater de to prosjektene har oppnådd i forhold til Prosent Planlagt Utført (PPU) målinger. Målingene er en del av den kvantitative studien i oppgaven.

Resultatene som ble funnet med bruk av IPP viser at denne metoden har ført til bedre kommunikasjon og samarbeid i prosjekteringsgruppen, samt en mer helhetlig forståelse og engasjement til prosjektet. Det er også indikasjoner på at metodikken fører til en mer effektiv og kontrollert prosjekteringsprosess, som i sin tur har positive påvirkning på produksjonsprosessen.

Selv om vi har sett positive effekter med bruk av metoden, har vi også funnet mangler innenfor enkelte områder. Spesielt mangelen på en formalisert ukeplan, der det settes opp hva som skal gjøres i detalj den neste uken. Det mangler og en praktisk tilnærming for utførelse av hindringsanalyse, samt en innføring av PPC målinger som med fordel kunne blitt lagt til metoden.

Absract

The Last Planner System (LPS) has been successfully implemented in both design and construction phases of projects, but there have been raised questions if LPS in design needs to be changed to better suit the nature of design, due to the inherent differences between design and construction.

The Norwegian contractor Veidekke has developed a method based on LPS for use in design called Collaborative Design Management (CDM). This paper and process rapport looks at how CDM works in practice by doing case study of two projects where the methodology has been employed. There we compare the original method LPS, with IPP, and see what separates them, if there are any lacking with IPP method, compared with LPS.

The paper is written for the International Group for Lean Construction (IGLC) conference, that is held in Oslo this year. Paper presented the main findings of the study. The process report is however intended as a supplement to the paper. It goes more into what the work behind the paper, which methods are used, and include extra data that could not fit into the paper. One could say in a way that they complement each other, where the process report is a kind of safety net to the article.

Through qualitative interviews of employees in Veidekke, we found answers on how their method is practiced, and what distinguishes this method from LPS. A literature study are carried out to find what LPS is, and what results have been achieved internationally with the application of LPS in design. Finally, we look on the results, the two projects have achieved in terms of Percent Planned Completed (PPC) measurements. The measurements are part of the quantitative study in the thesis.

We found that the use of CDM led to better communication and cooperation within the design team and a better understanding of and commitment to the project. There are also indications that the methodology should lead to a more efficient and controlled design process which in turn would benefit the following construction process.

Although we have seen positive effects from the use of the methodology, we have also found it lacking in some areas. Specifically the lack of a formalized weekly work plan, approach for constraint analysis and PPC measurements.

Innholdsliste

Figurliste	6
Forkortelser og forklaringer	7
1. Innledning	8
1.1 Bakgrunn.....	8
1.2 Formål.....	9
1.2.1 Formålet med artikkelen.....	9
1.2.2 Formålet med prosessrapporten	9
1.3 Problemstilling.....	9
1.4 Omfang og begrensninger	10
2. Gjennomføringsprosessen med datainnsamling	10
2.1 Casene.....	10
2.2 Litteraturstudie.....	12
2.3 Arbeidsfordelingen i forbindelse med artikkelen.....	13
3. Metoder på datainnsamling.....	13
3.1 Triangulering.....	13
3.2 Kvalitativ metode – forskningsintervju og litteraturstudie	14
3.3 Kvantitativ metode - målinger	15
4. Reflektert redegjørelse for valg- og beslutningsprosess	16
5. Resultater som ikke er med i artikkelen	18
5.1 Målinger.....	18
5.2 Evalueringsmøte	20
5.3 BIM.....	20
5.4 Prosjektering med ICE.....	20
5.5 Prosjekteringsmøter	20
5.6 Andre funn	20
6. Diskusjon	21
6.1 Målinger.....	21
6.2 Egen prosjekteringsleder	22
7. Konklusjon.....	22
8. Videre arbeid.....	23
9. Referanser	24
Vedlegg.....	25

Figurliste

Figur 1 - Utvikling i timeverksproduktiviteten.....	8
Figur 2 - Tidsbruk innen prosjektering.....	8
Figur 3 - PPU målinger på ferdigstillelse av prosjekteringsoppgaver.....	15
Figur 4 - Årsaker til manglene leveranse av oppgaver i case 2.....	15
Figur 5 - PPU målinger på ferdigstillelse av prosjekteringsoppgaver fra case 1.....	18
Figur 6 - PPU målinger på ferdigstillelse av prosjekteringsoppgaver fra case 2.....	19
Figur 7 - PPU målinger på tegningsleveranse fra case 1.....	19
Figur 8 - PPU målinger på tegningsleveranse fra case 2.....	19

Forkortelser og forklaringer

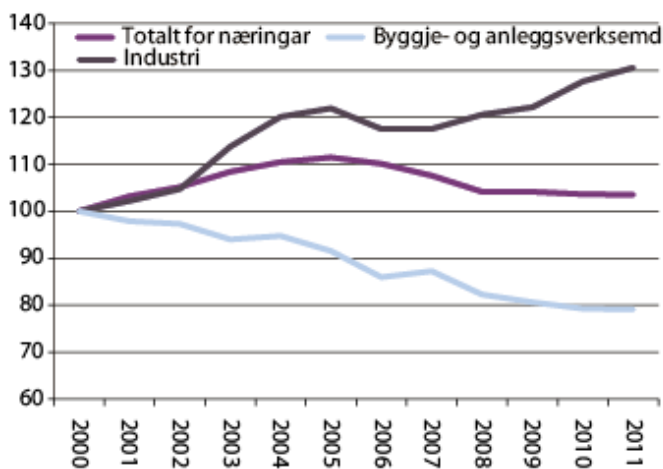
LPS	Last Planner System, metode for å bedre kunne planlegge og styre byggeprosessen.
IP	Involverende planlegging
IPP	Involverende planlegging i prosjektering
IGLC	International Group for Lean Construction, utgjør et nettverk av fagfolk og forskere innen arkitektur, ingeniørfag og konstruksjon. De jobber for å fornye sitt fagfelt for å svare på de utfordringene som kommer.
IGLC22	Er den 22. konferansen til International Group for Lean Construction som skal holdes i Oslo i år.
BIM	Building Information Modeling er en 3D tegningsmodell som inneholder: produktinformasjon, U-verdier, brannklassifisering osv.
ICE	Integrated Concurrent Engineering er samlokalisert, samtidig prosjektering i team med tverrfaglig kompetanse som gjennomføres i Big Room.
Big Room	Stort rom, som typisk er innredet med arbeidsbord plassert i en hestesko, rundt en eller flere Smart-boards.
Smart-board	Kombinasjon av prosjektor, white-board og touchskjerm.
PPU	Prosent Planlagt Utført er et verktøy for å måle hvor mye en har utført i forhold til hva en har planlagt.
Veidekke	Norsk entreprenør.
Entreprenør	Utførende med tilhørende ansvar og bestemt risiko tilknyttet utførelsen.
Prosjektering	Utvikle, forme og beskrive et byggverks fysiske egenskaper.
Omprosjektering	Prosjekteringsarbeid som må gjøres på nytt.
Produksjon	Er i denne oppgaven her snakk om å produsere et fysisk byggverk.
Prosjekteringsleder	Leder og koordinering av prosjekteringsprosessen.
Anleggsleder	Har ansvaret for drift av byggeplassen og gjennomføring av byggeprosjektet.
Byggherre	Enhver fysisk eller juridisk person som får utført et bygge- eller anleggsarbeid.
Rådgivende	Innebærer å utvikle og beskrive prosjektet som objekt, som deretter blir grunnlaget for produksjonen.

1. Innledning

Prosessrapporten omhandler først og fremst utarbeidelsen av en vitenskapelig artikkel, og tilleggsinformasjon som ikke kom med på artikkelen. Dette kapittelet redegjør for bakgrunn, formål, problemstilling og definerer oppgavens omfang og begrensninger.

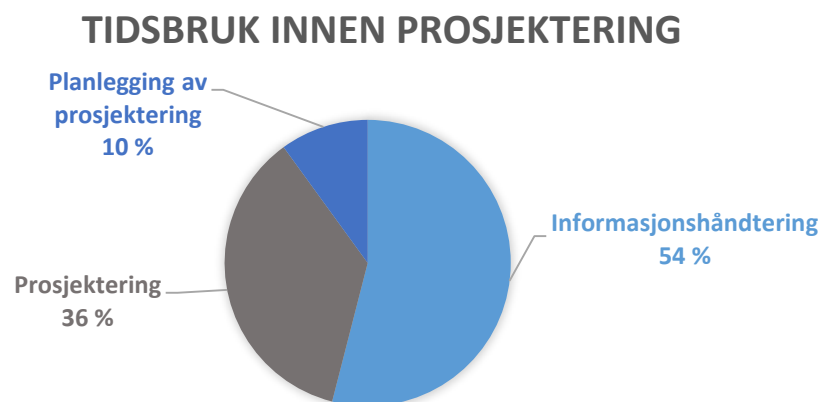
1.1 Bakgrunn

Det har gjennom flere år vært en negativ utvikling innen produktivitet i bygge- og anleggsbransjen i Norge. Dette ser en tydelig i figuren under, der bygge- og anleggsbransjen siden år 2000 har hatt en nedgang i sin timeverksproduktivitet. Hvis en sammenligner dette med andre næringer som industri, som har økt sin timeverksproduktivitet, så er dette en svært uheldig utvikling.



Figur 1 - Utvikling i timeverksproduktiviteten, 2000–2011, 2000 = 100 (Kommunal- og regionaldepartementet, 2012)

Når en da og ser på tidsbruken innenfor prosjektering i figur 2, så ser en her at det er mye tid som går til informasjonshåndtering og planlegging, og bare 36 % til selve prosjekteringen. Hvis en da sammenligner figur 1 med 2, så er det kanskje ikke så rart at byggebransjen sliter med en negativ utvikling når tidsbruken er som den er i prosjektering.



Figur 2 - Tidsbruk innen prosjektering, fritt illustrert etter (Flager & Haymaker, 2007)

Veidekke entreprenør forsøker å snu denne negative trenden, ved at de har utviklet en metode de kaller Involverende planlegging (IP). Metoden er en tilpasset versjon av The Last Planner System (LPS). Der IP først og fremst ble utviklet for produksjon i 2006. Tre år senere i 2009 startet utviklingen av metoden for Involverende planlegging i prosjektering (IPP), som denne oppgaven har utgangspunkt i. IPP er en metodikk for å styre fremdriften i prosjekteringsprosessen på, der hensikten er å skape flyt og optimalisering av prosessen. Målet med denne metoden er å øke verdien på sluttproduktet, samtidig som en også reduserer kostnaden i produksjonen og prosjekteringsprosessen (Veidekke, 2013).

1.2 Formål

Det er her valgt å gi en innføring i hva formålet er i både artikkelen og i prosessrapporten. Dette er for å få en mer forståelse av videre innhold i prosessrapporten som omhandler artikkelen.

1.2.1 Formålet med artikkelen

Selve fundamentet og hensikten med denne oppgaven er formulert som følgende:

En studie av Involverende planlegging i prosjektering og LPS. På bakgrunn av denne studien skal oppgaven resultere i anbefalinger for utviklingen av metoden Involverende planlegging i prosjektering, samt å tydeliggjøre hvordan den fungerer i praksis. Anbefalingene vil være med på å støtte under det som er bakgrunnen til denne metoden. Der hensikten er å skape bedre flyt i byggeprosjekter som da gir økt verdi på sluttproduktet i Veidekke.

1.2.2 Formålet med prosessrapporten

Fundamentet og hensikten med denne prosessrapporten er formulert som følgende:

Utdypende tillegg til artikkelen, der formålet er å validere artikkelen ytterligere. Dette gjøres gjennom å forklare mer i detalj hvilke fremgangsmåter og metoder som er anvendt i artikkelen, og hvilke refleksjoner som ligger bak disse. I tillegg fremlegges og resultater som av sidebegrensninger i artikkelen, ikke kom med.

1.3 Problemstilling

Følgende forskningsspørsmål ligger til grunn for å kunne oppnå målet med artikkelen og videre utdyping i prosessrapporten.

- Hvordan har Veidekke praktisert Involverende planlegging i prosjektering, i praksis?

Videre oppfølgingsspørsmål er:

- Er det mangler med metoden, hvordan kan de eventuelt forbedre den?
- Hva er forskjellen mellom Involverende planlegging i prosjektering og originalmetoden LPS i prosjektering?

Her går vi inn på hvilke resultater som har blitt oppnådd med bruk av LPS i prosjektering i prosjekter rundt omkring i verden, og sammenligner disse med resultatene Veidekke har fått ved bruk av sin metode.

Forskningsspørsmålene er interessante fordi det ikke er gjort noen særlige konkrete undersøkelser for hvordan Involverende planlegging i prosjektering er i praksis, og hvordan denne metoden er i forhold til originalmetoden.

1.4 Omfang og begrensninger

Siden prosessrapporten baserer seg på artikkelen, så er det her snakk om hvilke begrensninger det ble gjort i forbindelse med artikkelen, ikke prosessrapporten.

Det som først og fremst satte begrensninger med artikkelen var tiden. Første innsending av artikkelen var 7. mars. Det gjorde at alt arbeid i forbindelse med artikkelen måtte gjøres i løpet av ca. to måneder, da arbeidet med oppgaven startet 5. januar. Med arbeid menes litteraturstudie, innsamling av nødvendig data og bearbeiding av dataen, samt skriving av artikkelen.

Det er valgt å begrense studien til et firma; Veidekke. Dette er fordi det er metoden deres som står i sentrum av oppgaven, og det da er interessant å finne ut hvordan de praktiserer denne metoden. Det har også gjort at en kun har brukt deres prosjekter og aktører til studering av metoden. På denne måten er det enklere å sammenligne resultatene vi har fått i studien, opp mot hverandre.

For å kunne finne ut hvordan Veidekke praktiserte IPP i praksis, ble det valgt å gjøre en casestudie av to prosjekter. Vi begrenset det til to prosjekter, siden det er svært tidskrevende å gjøre mange intervjuer. Da intervjuer ble valgt ut som en metode å samle inn data til artikkelen på. Ved å begrense det til to prosjekter, fikk en fremdeles nok datagrunnlag til å kunne sammenligne disse to med hverandre.

En naturlig begrensning kom og av at metoden er relativ ny i Veidekke, og det er et begrenset antall prosjekter som gjennomfører sine prosjekter med bruk av IPP i prosjektet. Vi var derfor heldig som fant to prosjekter med lokalisering i Trondheim. Noe som også førte til spart tid på reising til prosjektene.

En annen begrensning med artikkelen var sidetallet, som maks kunne være på 12 sider med alt av innhold. Noe som krevde at innholdet måtte være konsist, og kun inneholde det som var det mest essensielle av informasjon og resultater.

2. Gjennomføringsprosessen med datainnsamling

2.1 Casene

For å enklere kunne sammenligne resultatene ved bruk av metoden IPP, er det valgt å forholde seg til Veidekke som firma og deres prosjekter. Det var og en forutsetning at begge prosjektene som ble valgt ut, hadde samme entreprisform. Hvis en hadde hatt ulik entreprisform, så kunne organiseringen, ansvarsfordeling og gjennomføring av prosjektene variere i stor grad, noe som ville ha gjort sammenligning av resultater vanskeligere. Begge prosjektene som ble valgt ut i denne oppgaven er totalentrepriser.

Det kan også se ut til at totalentreprise er den entrepriseformen som foretrekkes ved bruk av Involverende planlegging i produksjon og prosjektering. En av grunnene til dette antas å være den muligheten totalentreprise gir for å velge egne underentreprenører og rådgivere og kunne styre over disse. Dette er svært viktig ved gjennomføring av IP og IPP. Er ikke underentreprenørene med på å bruke de metoder som følger med IPP, er det vanskelig å oppnå suksess i prosjektet, siden det er en forutsetning at alle drar i samme retning.

I en totalentreprise er det og en leverandør (entreprenør) som har rollen som prosjekteringsleder, (Lædre, 2009). Veidekke har i begge casene valgt å ha egen prosjekteringsleder fra Veidekke. Noe som er en forutsetning for å kunne gjennomføre byggeprosjekt med Involverende planlegging i både prosjektering og produksjonen. Som prosjekteringsleder vil du være nødt til å samarbeide med produksjonen og anleggsleder i prosjekteringsprosessen. Eksempelvis med utarbeidelse av faseplan med bruk av lappeteknikk. Prosjekteringsleder og anleggsleder sitter derfor på samme kontor, som gjør det enklere å samarbeide og med direkte kommunikasjon. Hadde det vært en delt entreprise, hadde det vært vanskelig.

Det ble valgt å se nærmere på to caser, der begge anvender Involverende planlegging i både prosjektering og i produksjonen i et byggeprosjektet.

Case en, er utvidelse av kjøpesentret City Lade i Trondheim. Det er en totalentreprise, på 44.000 kvadratmeter, og består av ny parkeringskjeller, oppussing av eksisterende bygg og et nybygg (Byberg, 2012). Prosjektet startet i februar 2012 og skal være ferdig september 2014. Byggingen er delt opp i tre produksjonsmessige faser, der hver fase er overlevering av et ferdig byggetrinn. Slik som i fase en, som startet byggingen i april 2012 og leverte første halvdel av kjøpesentret i august 2013. Dette ble blant annet gjort for å gjøre det enklere med trafikkflyt rundt bygningene.

Prosjekteringen av dette prosjektet har foregått med ICE møter og BIM. Der de de rådgivende ingeniørene og arkitektene er samlokalisert, ved at de sitter og prosjekterer sammen i BIM. Dette foregikk i starten to dager i uka, og etter hvert når det var mindre å gjøre gikk det over til en halv dag. Her har Veidekke lagt til rette for felles arbeidsstasjoner med PC og Smart Board.

Organiseringen av case en er gjort på den måten at anleggslederrollen er delt i tre. Her er det tre anleggsledere med hvert sitt ansvarsområde. Dette er gjort fordi prosjektet er såpass stort og komplekst. Anleggslederen som ble intervjuet i forbindelse med artikkelen, var den anleggslederen med størst ansvar både økonomisk og ellers på byggeplassen. Som nevnt over, satt prosjekteringslederen på samme kontor som anleggslederen, sammen med resten av produksjonsstaben.

Case to, er mindre blokkprosjekt som består av tre blokker som knyttes sammen av felles parkeringskjeller i grunnen. Der det i første omgang skal bygges ut en blokk, med tilhørende

23 leiligheter på 1600 m². Disse blokkene er en del av et større utbyggingsprosjekt på Tiller i Trondheim. Prosjektet startet opp høsten 2013, og grunnarbeidet kom i gang januar 2014.

Her har de ikke brukt ICE-møter i prosjektering, men heller prosjektert hver for seg med bruk av BIM. Dette var og en forutsetning for å bli med i prosjektet, at en kunne prosjektere med 3D modelleringsverktøyet BIM.

2.2 Litteraturstudie

Litteraturstudiet er gjennomført for å søke på litteratur, som gir svar på problemstillingen: Hva er forskjellen mellom Involverende planlegging i prosjektering og originalmetoden LPS i prosjektering? Et litteraturstudium er svært relevant for artikkelen, da en gjennom litteratur har funnet hva som er forskjellen mellom disse metodene, og hvilke resultater en har oppnådd med bruk av LPS. I tillegg har det å studert LPS gjort det enklere å finne hva som er mangler med metoden IPP. Dette har vært grunnlaget for en mer utdypende diskusjon rundt temaet. Det har også vært nødvendig med litteratursøk i forberedelsesfasen av intervjurunden. Gjennom å studere aktuell litteratur, fant jeg spørsmål som dannet grunnlaget for intervjuguiden (se vedlegg II).

Litteraturen i forbindelse med artikkelen er funnet på følgende måter:

- Nettsøk i BIBSYS databaser
- Nettsøk i Google Scholars databaser
- Nettsøk i søkemonitoren Google
- Nettsøk i Nasjonalbibliotekets databaser
- Gjennomgang av International Group for Lean Constructions sin database
- Gjennomgang av relevant litteratur fra Veidekke

I forberedelsesfasen til intervjuene ble doktoravhandlingene til både Glenn Ballard «The Last Planner System of production control» og Lauri Koskela «An exploration towards a production theory and its application to construction» lest. Spesielt viktig var Ballards avhandling, siden den omhandler hva LPS er, og det var han som utviklet metoden (Ballard, 2000). Videre var det og viktig å få en forståelse på forskjellen mellom produksjon og prosjektering, det er her avhandlingen til Koskela kommer inn. Her forklarer han for eksempel at, det er mye mere iterasjon i prosjektering enn i fysisk produksjon (Koskela, 2000). Det var viktig å forstå denne forskjellen, når IP i utgangspunktet ble utviklet for produksjonen, og så videre overført til prosjekteringen. Noe som har vært en utfordring for Veidekke, da metodene i produksjonen ikke nødvendigvis fungerer like godt for prosjektering. I tillegg ble veilederne til Veidekke «Involverende planlegging i prosjektering» og «Involverende planlegging – i produksjon» gått igjennom, for å få en forståelse av hvordan Veidekkes metode er.

For å videre kunne svare på problemstillingen om forskjellene mellom IPP og LPS lå hovedfokuset på databasen til International Group for Lean Construction (IGLC). Denne databasen ses på som den viktigste kilden til å kunne svare på problemstillingen. IGLC har gjennom sine årlige internasjonale konferanser vært en særs viktig bidragsyter på temaet LPS.

Her har det i de siste årene blitt publisert årlig hvilke erfaringer ulike firma har hatt over hele verden, med innføring av LPS i forhold til prosjektering. Ved å se på deres erfaringer, så ga det en mulighet til å sammenligne deres erfaringene med de erfaringer som ble gjort i case en og to. Det ble valgt etter et søk på aktuell litteratur å forholde seg litteratur fra 2000-2013, siden det er på de årene det har vært de fleste implementeringene og størst utvikling innenfor LPS.

Det er gjennomført søk med ulike kombinasjoner av søkeord som f.eks.: «Last Planner, LPS, Design, Coll og Collaboration»

2.3 Arbeidsfordelingen i forbindelse med artikkelen

Arbeidet med artikkelen er for det meste gjort av hovedforfatter, dette vil da si innsamling av data, analyse av disse, og skriving av utkast til artikkelen. Veileder har bidratt med råd og veiledning underveis i arbeidet, og forslag til eventuelle endringer av artikkelen. Det har fungert på den måten at jeg som hovedforfatter har sendt inn utkast av artikkelen til veileder. Der veilederen deretter kommet med kommentarer, med forslag om endringer av artikkelen. Der så forfatter har rettet disse opp, for å så sende på nytt inn til veileder. På slutten av arbeidet med artikkelen, satt vi sammen og skrev artikkelen ferdig. Der kom og veileder med forslag på informasjon som han mente burde være med.

Veileder har og korrekturlest hele artikkelen, og rettet opp i eventuelle skrivefeil som var i artikkelen, og vært den som har tatt seg av det språklige i artikkelen.

Det skal og nevnes at det vært i forbindelse med artikkelen og har blitt utarbeidet en A3 poster. Formålet med denne posteren er å kunne gi en kort oversikt til leser hva artikkelen inneholder, med andre ord er det et slags sammendrag. Siden det ikke i A3 posteren fremkommer noe nytt innhold som ikke allerede er kjent i artikkelen, så går det ikke noe nærmere inn på dens innhold her. Utkastet til A3 posteren ble skrevet av forfatter. Etterpå satt veileder og jeg sammen og gjorde siste finishen på artikkelen. A3 posteren skal brukes på IGLC konferansen, for å enkelt kunne gi en oversikt over hva artikkelen omhandler.

3. Metoder på datainnsamling

I oppgaven er det brukt flere metoder for innsamling av data. Under er det beskrevet mer i detalj om de ulike metodene.

3.1 Triangulering

Triangulering i forskningssammenheng er når en benytter seg av flere fremgangsmetoder eller innfallsvinkler for å undersøke et fenomen. Dette er for å kvalitetssikre data, slik at dataen skal få størst mulig troverdighet, gyldighet og pålitelighet. En type for triangulering, er metodetriangulering. Der samles det inn data fra både kvantitative og kvalitative kilder (Arntzen et al., 2010). Metodetriangulering er benyttet i denne oppgaven for å kvalitetssikre dataene på best mulig måte.

Det er viktig å skille mellom kvantitative og kvalitative metoder i metodetriangulering. Holme og Solvang (1996) forklarer forskjellene mellom disse, der «Kvantitativ metode omformer data til tall og mengdestørrelser. Ut fra det gjennomfører en så statiske analyser. Innenfor kvalitative metoder er det forskerens forståelse eller tolking av informasjonen som står i forgrunnen, for eksempel tolking av meningsrammer, motiver, sosiale prosesser eller sammenhenger. Alt dette har den fellesnevneren at det ikke kan eller bør tallfestes».

Videre i teksten er det beskrevet i detalj hvilken form for kvantitative og kvalitative metoder som er benyttet i oppgaven.

3.2 Kvalitativ metode – forskningsintervju og litteraturstudie

Forskningsintervju ble valgt som kvalitativ metode, fordi den gir et innblikk i personlige erfaringer, noe som er nyttig i denne oppgaven.

Før intervjuene, ble det utarbeidet en intervjuguide. Denne ble laget i forbindelse med litteraturstudie om temaet. Det ble gått igjennom Veidekkes litteratur på Involverende planlegging, og litteratur som var skrevet om LPS som er original metoden. Aktuelle spørsmål ble skrevet ned, som dannet grunnlag for det som senere ble intervjuguiden. Intervjuguiden (se vedlegg II) skildrer hvilke spørsmål som ble stilt på intervjuene, og forklarer hensikten med de spørsmålene som ble stilt. Det er meningen i kvalitative forskningsintervju at intervjuet skal fremstilles delvis strukturert i en intervjuguide, ved bruk av temaområder og konkrete nøkkelspørsmål (Arntzen et al., 2010).

Intervjuene ble utført ansikt-til-ansikt, og det ble stilt åpne spørsmål for å få et kvalitativt datagrunnlag. Intervju anses som kvalitative forklarer Arntzen et al. (2010) «når den intervjuende presenteres for åpne spørsmål som sikter mot å utdype tanker og ideer gjennom intervjuprosessen».

Det er og en fordel å intervju flere personer om det samme temaet. Får en samme resultat med to ulike kilder, vil de til en viss grad kunne kryss-validere hverandre (Robson, 1993). Det ble derfor valgt å intervju fire personer, i to forskjellige prosjekt. Dette gjorde det mulig å sammenligne svarene de gav opp mot hverandre.

Under hvert enkelt intervju ble det tatt lydopptak for å sikre at alt som ble sagt kom med. Det ble spurt på forhånd om tillatelse til å ta opp intervjuet med en lydopptaker, og alle de fire som ble intervjuet godtok det. Etter hvert enkelt intervju, ble alt transkribert. Formålet med transkripsjonen er å få med alt som blir sagt under samtalen i en tekst. Det er en form som på best mulig vis representerer det informanten meddelte under intervjuet (Malterud, 2002). Videre ble det gjort en analyse av intervjuene. Der det ble anvendt en systematisk tekstkondensering av intervjuene, etter en metoden av Giorgis fenomenologiske analyse, slik den er beskrevet hos Malterud (2011). Etter å ha dannet et helhetsinntrykk fra intervjuene, ble det foretatt en mer systematisk gjennomgang av intervjuteksten. Gjennom nærmere analyse av intervjuobjektene beskrivelser, ble det som var relevant til svar på oppgaven

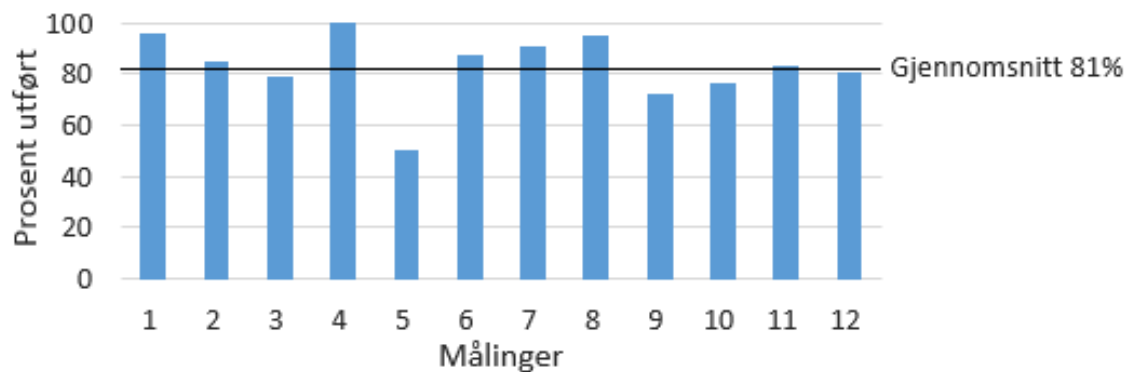
knyttet sammen. Med utgangspunkt i tema, ble intervjuene sortert. Til slutt ble det laget et sammendrag av intervjuene, der det tas med det som var relevant for oppgaven.

Utgangspunktet for intervjuene var å finne ut hva som skapte forsinkelser i prosjekter med bruk av IPP. Ut fra intervjuene som ble gjennomført, viste det seg at det var vanskelig å få nok informasjon om temaet. Mangel på informasjon førte til en forandring av problemstillingen. Den gikk fra å «finne ut hva som er hovedfaktorene til forsinkelser i IPP» til «Hvordan IPP blir praktisert».

3.3 Kvantitativ metode - målinger

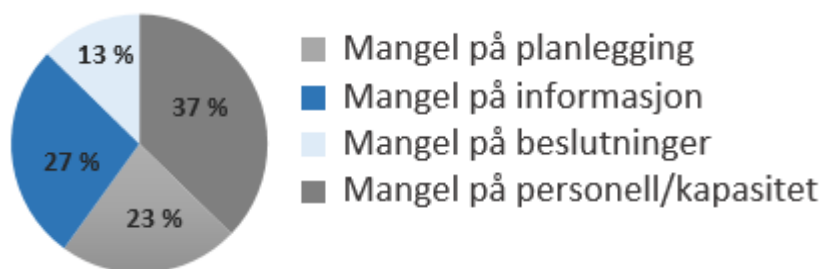
Kvantitativ metode tar utgangspunkt i det som er målbart, og baserer seg på data som kan beskrive fenomenet ved hjelp av tall (Dalland, 2000). I begge prosjektene som er med i artikkelen, er det utført målinger. De viktigste målingene er Prosent planlagt utført (PPU) målinger. En utfører PPU målinger ved å ta antall utførte aktiviteter og dele på planlagt utført aktiviteter. Resultatet oppgis i prosent, og fremstilles vanligvis i diagrammer som viser ukentlige målinger (Ballard, 2000).

PPU målingene som ble utført i case en og to, er måling av utførte prosjekteringsoppgaver og leveranse av tegninger. Et eksempel på målinger som ble utført, er vist under av case to.



Figur 3 - PPU målinger på ferdigstilling av prosjekteringsoppgaver

I case to ble det i tillegg til PPU målinger, også målt årsaker til manglende leveranse av oppgaver. Årsakene ble delt i fem kategorier: mangel på planlegging, mangel på informasjon, mangel på beslutninger, mangel på personell/kapasitet og feil metode/verktøy. Under i figur 2, er det vist hva som var årsakene til at oppgavene ikke ble gjennomført i case to. Som en kan se ut fra figuren så er feil metode/verktøy en årsak som ikke påvirker PPU målingene.



Figur 4 - Årsaker til manglene leveranse av oppgaver i case to

Målingene av PPU og årsakene til manglene leveranse ble i begge prosjektene utført i prosjekteringsmøtene, noe som tilsvarer at målingen ble utført ukentlig, eller annen hver uke. Målingene var basert på leveransen til deltagerne av prosjekteringsgruppen, noe som vil si: prosjekteringsleder, anleggsleder, byggherre og rådgivende ingeniører innen bygg, el, rør og ventilasjon.

I tillegg til PPU målinger, ble det utført evaluering av prosjektet underveis. Evaluering er en viktig del av IPP. Midtveis og på slutten av et prosjekt skal det gjennomføres evalueringsmøte. Hensikten med evalueringsmøte er å kartlegge hvordan metoden fungerer, men og hva som eventuelt kan gjøres annerledes. I case en, ble det utført evaluering av fase en i prosjektet, som består av overlevering av parkeringsgarasjen og et påbygg av kjøpesentret. Deltakere i evalueringen var 18 av nøkkelpersonene i prosjekteringsgruppen. Disse deltakerne var: arkitekten, prosjekteringslederen, rådgivere, anleggslederen og byggherren. Resultatet fra evalueringen ble samlet i et referat, som inneholdt PPU målinger, spørreundersøkelse og konkrete forslag til forbedring av metoden. I artikkelen blir resultatet fra referatet tatt med som datagrunnlag.

4. Reflektert redegjørelse for valg- og beslutningsprosess

I starten av januar i år, mottok jeg en forespørsel fra Bo Terje Kalsaas (som sitter i komiteen for IGLC22) om å skrive et abstrakt rundt oppgaven. Dette var med målsetning om å skrive en artikkel for IGLC22 i Oslo i juni. Ut ifra forespørselen startet arbeidet med artikkelen og prosessrapporten.

Det er valgt å holde seg til firmaet Veidekke når det gjelder metoden IPP og intervjuobjekt. Dette er for å lettere og kunne sammenligne informasjonen informantene ga opp mot metoden Veidekke bruker. I arbeidet med oppgaven har jeg forhørt meg med fire kilder fra Veidekke, i form av to prosjekteringsledere og to anleggsledere. Disse kom fra to ulike byggeprosjekter, som gjorde at det var mulig å sammenligne svarene opp mot hverandre. Utvelgingen av disse informantene til et intervju var strategisk, det vil si at det ble valgt å forhøre oss med disse på grunn av deres kunnskap og/eller erfaringer rundt tema. Prosjekteringslederne er sett på som nøkkelpersoner i prosjekteringsprosessen, og besitter førstehåndsinformasjon om metoden. Anleggslederne er deltakere i både prosjekterings- og produksjonsprosessen i IPP, og vil derfor se i produksjonen hvor godt resultatet er fra prosjekteringen. Vi fikk derfor rikere informasjon og innsikt enn det en eksempelvis ville ha fått ved å kun og basere seg på ressurser på Internett eller i bøker. Denne form for informasjon er det Tremblay (1957) kaller for «the best possible informants» – intervjuobjekter plukket ut på bakgrunn av sin kompetanse til å gi en rik mengde data.

Når en skulle se på valg av metode til å svare på problemstillingen, var noen forutsetninger og krav som lå til grunn. Metoden som ble valgt måtte på best mulig måte være med på å finne informasjon som kunne svare på problemstillingen. Det var og krav at den måtte la seg

gjennomføres under et relativt kort tidsrom, det vil da si i løpet av to måneder, siden første utkastet til artikkelen måtte være klar i løpet av den perioden. Dette gjorde at noen metoder av den grunn ble vanskelig å gjennomføre. Eksempel på dette, er observasjoner. Det bør gjennomføres mange observasjoner, for å kunne si at observasjonene er sannsynlige og berettigede (Elgmork, 1985). Av den grunn mener forfatter at en trenger et lengre tidsrom enn det var tilgjengelig her, for å kunne gjennomføre nok observasjoner til å si at de var berettigede. Det ville og ha krevet for mye tid av forfatter, hvis en skulle ha vært utplassert på prosjekt, og fulgt det gjennom hele prosessen. I tillegg hadde det og vært ønskelig at observasjonene skulle ha forgått på to byggeplasser, slik at en fikk et sammenligningsgrunnlag. Samt at en skulle ha fulgt prosjektene fra start til slutt, som gjorde at en fikk en grundig forståelse av hvordan metoden ble praktisert i de ulike fasene i prosjektene.

Andre metoder som kunne ha vært tatt i bruk er spørreskjema. Spørreskjema kunne ha vært lagd ut fra intervjuene, eller på basert på informasjon som kom frem under litteraturstudiet. Ved utarbeidelse av et spørreskjema er det viktig at formuleringene som blir valgt, ikke kan skape misforståelser. Det anbefales derfor at en har prøveintervjuer, for å avdekke uklarheter med spørreskjemaet. Et problem med denne metoden er å få de utvalgte personene til å svare på spørreskjemaet (Hellevik, 1995). Dette ble ikke valgt som metode, fordi en under intervjuene fikk god innsikt i hvordan metoden ble praktisert, og følte derfor ikke en trengte et tillegg til dette. I tillegg til at det og var noen usikkerhetslementer med bruk av spørreskjema, som nevnt ovenfor. En fikk og under intervjuene tak i PPU målinger og sammendrag fra evalueringen, som gjorde at en uten for mye tidkrevende arbeid fikk tak i nyttig informasjon som svarte på problemstillingen.

Det er forklart i kapittel 3, om de ulike metodene som ble valgt for å svare på problemstillingen. Metodene som ble valgt ut er: kvalitative forskningsintervju, litteraturstudie og kvantitative målinger. I kapittel 3 er det forklart mye om de ulike metodene, men lite om grunnen til valg av disse. Dette blir forklart mer her. Forskningsintervju ble valgt, fordi en kunne på relativ kort tid, få informasjon om hvordan Veidekke praktiserte metoden IPP, og hvilke erfaringer de hadde med metoden. Det er ikke skrevet mye om hvordan Veidekke praktiserer IPP, så en litteraturstudie på det temaet var ikke mulig. Derimot var det mye litteratur på hvordan LPS hadde blitt praktisert i prosjektering. Derfor ble en litteraturstudie et naturlig valg, når det kom til å finne mer ut om LPS. På nettet ligger det meste av det som er publisert om LPS, spesielt på IGLC sine nettsider. Dette gjorde at det var enkelt å få tak i den informasjonen en var ute etter, om metode, erfaringer og resultater knyttet til den. På den måten kunne en og sammenligne informasjonen en fikk gjennom intervjurunden om IPP, med LPS. Slik at en så hva som eventuelt var mangler med IPP i forhold til LPS. Det ble valgt å sammenligne LPS med IPP, siden det er fra LPS metoden opprinnelig kommer fra. Dette var og naturlig fordi konferansen som denne artikkelen er skrevet for, ofte har omhandlet LPS. På grunn av dette er mange kjent med LPS, men ikke med Veidekkes tilpassete versjon av denne. Det var derfor interessant å se på hva som skiller disse, og hvor mye av metoden LPS, Veidekke har inkorporert i IPP.

Litteraturstudien var og viktig i teoridelen i artikkelen, der studien dannet grunnlaget for det som ble teorien. Det var og ønskelig å ha en form for kvantitative målinger i oppgaven. En grunn til det var, at ved å bruke både kvantitative målinger og kvalitativt forskningsintervju fikk en en form for metodetriangulering, som gjorde at resultatene ble mer troverdige (Arntzen et al., 2010). Et eksempel på dette, er når en snakker om flyt i prosjektene, som er et ønsket mål med bruk av IPP. Så vil en «enkelt» kunne si om det stemmer ved å se på PPU målingene. I tillegg var det og interessant med PPU målinger for å få en viss forståelse av hvor vellykket metoden var på de enkelte prosjektene.

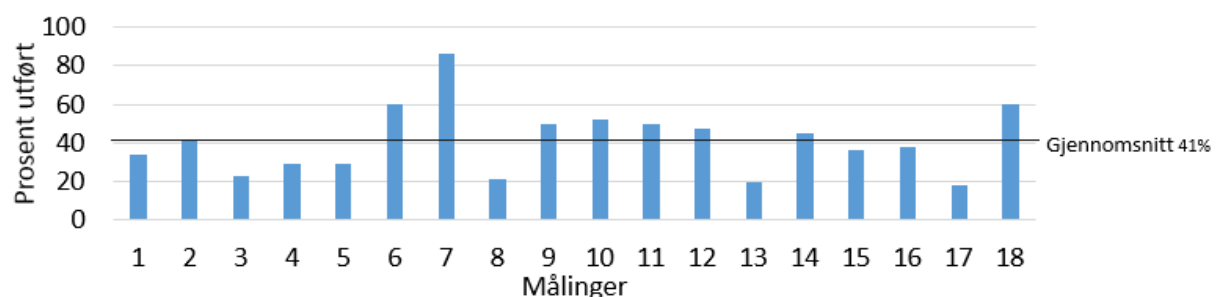
I forhold til intervjurundene, så kunne det selvfølgelig vært utført flere intervjuer, men på grunn av kort tidsfrist på innlevering av artikkelen, så satte det en begrensning på hvor mange en hadde tid til å intervju. I case en hadde prosjekteringsleder cirka et års erfaring med metoden. Dette ses ikke på som noe særlig ulempe. Selv om erfaringen var nokså knapp, var personen representativ for denne metoden. Med det menes at det denne metoden er for mange mindre kjent, og det derfor med stor sannsynlighet vil være noen i en prosjekteringsgruppe som ikke har teoretisk og praktisk kunnskap rundt metoden. Det kom fram informasjon hvordan Veidekke praktiserer opplæring av metoden, ved å intervju en person som er «ny» i forhold til IPP. For den andre prosjekteringslederen som ble intervjuet var situasjonen motsatt. Her hadde personen mengder med erfaring med av bruk av metoden. Disse to erfaringene utfylte hverandre.

5. Resultater som ikke er med i artikkelen

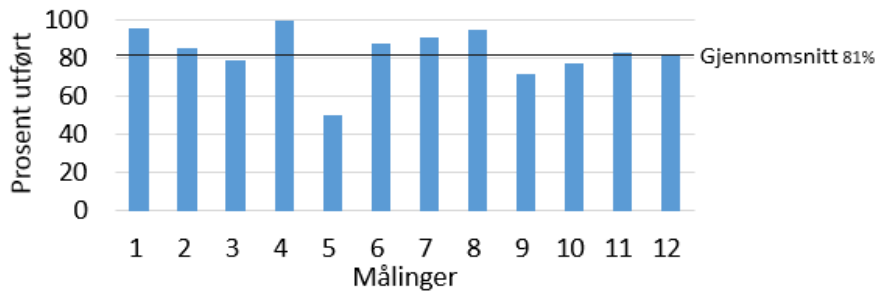
Grunnet plassbegrensninger i selve artikkelen var det ikke mulig å ha med alt av resultater og data som kom frem i arbeidet med de to prosjektene. Disse er derfor presentert i det kapitlet her.

5.1 Målinger

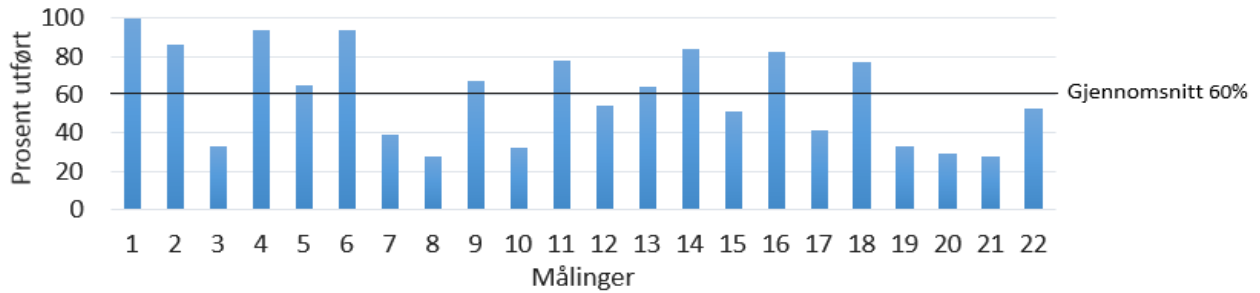
Det ble utført PPU målinger i begge prosjektene. Her ble det målt på ferdigstillelse av prosjekteringsoppgaver og leveranse av tegninger. Som en kan se under i figur 5 til 8, så er det store forskjeller på hvor gode resultater på målingene case en og to har fått.



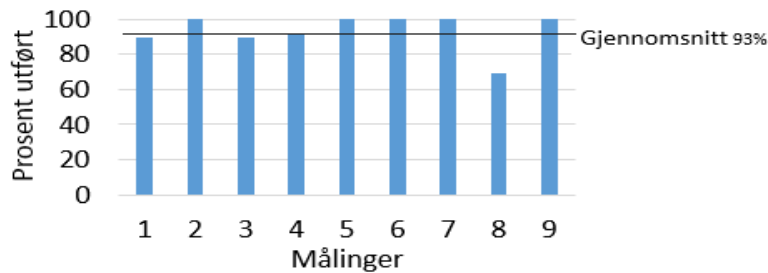
Figur 5 - PPU målinger på ferdigstillelse av prosjekteringsoppgaver fra case 1



Figur 6 - PPU målinger på ferdigstillelse av prosjekteringsoppgaver fra case 2



Figur 7 - PPU målinger på tegningsleveranse fra case 1



Figur 8 - PPU målinger på tegningsleveranse fra case 2

Det ble gjort en studie av et oljeraffineri, som ble fulgt over 134 uker. Funnene som ble gjort i studien, viser en positiv sammenheng mellom PPU og produktivitet. Høy PPU tilsvarer høy produktivitet (Liu et al., 2010). Ut fra dette kan en si i case to at PPU på 81% i forhold ferdigstillelse av prosjekteringsoppgaver, indikerer bra produktivitet i prosjektet. Det samme viser og resultatene de oppnår på leveranse av tegninger med en gjennomsnitt på 93 %. Videre i studien til Liu et al. (2010) så kommer det frem i resultatene, at for å øke produktiviteten så er det ikke så viktig å gjennomføre så mange oppgaver som mulig eller å maksimere arbeidsmengden, arbeidsproduksjonen, eller arbeidstiden uten å følge arbeidsplanen. Snarere, så er det viktig å fokusere på å opprettholde en forutsigbar arbeidsflyt og slik at en kan være i stand til å matche tilgjengelig arbeidsmengde med kapasitet (arbeidstimer). Ut fra dette er det mulig å tolke at et resultat på PPU målinger på 100 % ikke nødvendigvis er optimalt, fordi da har man ikke utnyttet kapasiteten på arbeiderene til det fulle. Med andre ord hvis en oppnår et resultat på opp mot 100%, så hadde det mest sannsynlig vært mer å gå på. Derfor er det mulig å anta at med et gjennomsnitt så høyt som 93 % på tegningsleveranse i case to, så hadde de ikke utnyttet kapasiteten som var der. De oppnår og i over 50 % av tilfellene et resultat på 100%. Ved senere prosjekter så kunne da vært aktuelt å oppjustert arbeidsmengden ved slike resultater.

5.2 Evalueringsmøte

Evalueringsmøtet er nyttig, ikke bare under selve prosjektet, der en kan justere metoden etter hva som kom fram under møtet, men og for fremtidige prosjekt. I intervjurunden, kommer det frem at evalueringen gjør en mer bevisst på gode og dårlige erfaringer, og at en da i fremtidige prosjekt vil ha disse med seg.

5.3 BIM

Digitale verktøy som BIM har blitt en del av metoden IPP. Det oppleves i begge prosjektene problemer med bruk av BIM som en del av prosjekteringen. Ferdighetene er varierende og for noen oppleves det som ikke eksisterende. Dette har ført unødvendige forsinkelser i prosessen, og vanskeligheter med å løse problemer som oppstår i den digitale 3D modellen. Forfatter tror at dette er et problem som i større eller mindre grad vil gå over av seg selv, når BIM blir en mer integrert del av de prosjekterernes hverdag. Flere har og nødt til å ta i bruk BIM, når store byggherrer som Forsvarsbygg og Statsbygg krever at BIM brukes i sine byggeprosjekter (FDVnytt, 2011) og (Strande, 2009).

5.4 Prosjektering med ICE

En erfaring en har opplevd med bruk av ICE, er at det fører til en bedre prosjektering, der kvaliteten på arbeid er bedre enn tidligere og feilene som blir gjort ikke er like store som før. I tillegg er og inntrykket at flere av rådgiverne sitter igjen med mer nå enn før, i forhold til budsjettet deres. Ved at de ikke bruker like mye ressurser på et prosjekt som ble prosjektert ved bruk av IPP, enn de ville ha gjort på et prosjekt som ble prosjektert på en tradisjonell måte.

5.5 Prosjekteringsmøter

Møtestrukturen som er satt opp i IPP hjelper til å planlegge bedre. I det ene prosjektet har de møte hver 14. dag, og på møte går en igjennom hva som skal leveres i løpet av de neste 14 dagene, og om de har det de trenger for å komme videre fra andre fag, eller er det noe som forhindrer de i å få gjort arbeidet sitt. Dette gjør og at en får en form for levende plan, der alt hele tiden oppdateres etter hvordan fremdriften er.

5.6 Andre funn

Den ene prosjekteringslederen mener metoden gjør at folk leverer bedre når de blir mer knyttet til prosjektet, og anleggslederen kommenterer at du får eierskap gjennom at alle involverte i et felles mål, ved at alle bidrag blir hørt gjennom en flat struktur. Det viktig å få med, at selv om denne metoden skaper mer engasjement hos det fleste involverte i prosjektet, så oppleves det og som et problem å få alle de som har en mindre tilknytting til prosjekt like engasjerte som de andre i prosjektet.

En utfordring med å drive et prosjekt med bruk av IPP, er at metoden på mange måter er uferdig, og potensialet for metoden er fortsatt mye større. Forskjellene mellom hvert prosjekt er så store, at å få til metoden helt perfekt for vært enkelt prosjekt er vanskelig. Dette mener prosjekteringslederen som har vært med på innføre dette i Veidekke, og som har mye erfaring rundt IPP.

Som nevnt over så ses denne metoden på som uferdig. Dette er en for mange en helt ny måte å jobbe på, så når arkitekten skulle gi pris på sitt arbeid i forbindelse med det ene prosjektet, så opplevde arkitekten vanskeligheter med det. For de var dette en ny måte å jobbe på, og en kunne hadde null erfaringer med hva det her ville koste. En vil stadig møte på nye utfordringer der aktører er ukjente med metoden, fremgangsmåten og hvordan IPP prosjekt blir organisert på.

En annen erfaringer som ble gjort i prosjekt er at en må planlegge mye tettere opp mot produksjonen når en skal prosjektere, og dele opp prosjekteringen mer i faser etter hvordan bygget er delt opp. Dette er fordi de i dette prosjektet, prosjekterte alt i en gang, uten å egentlig vite hva som var i det eksisterende bygget. Her mener prosjekteringslederen at de skulle hatt tydeligere dialog med produksjonen fra starten av. Der en prosjekterte underveis, og hadde en løpende dialog med produksjonen, slik at en fikk med de riktige forutsetningene fra begynnelsen av prosjektet.

Et annet funn som kommer frem i et intervju i forbindelse med case en, er hvor viktig prosjekteringsprosessen er. Der prosjekteringsprosessen er en mye mer strategisk driver i et prosjekt, enn en har trudd tidligere. Med det menes at hva som skjer prosjekteringsprosessen vil på mange måter påvirke hvordan produksjonsprosessen blir. Er det utført en dårlig prosjektering, som det ble case en, med mye omprosjektering, så vil det skape forsinkelser i produksjonen og arbeid må i verstefall gjøres på nytt.

6. Diskusjon

6.1 Målinger

Som det kom frem i kapitel fem, så er det store forskjeller på hvilke resultater en har oppnådd når en har målt. Det er vanskelig å dra bastante konklusjoner ut fra forskjellene i målingene, hvorfor case to har mye bedre målinger enn case en. Det kan skyldes forskjellene i prosjektene, der case en er mye mer komplisert og omfattende enn case to. I case en er det et mye større byggeprosjekt på 44 000 kvadratmeter, sammenlignet med case to på 1 600 kvadratmeter. Case en består og av en mer komplisert bygningstype, med blanding av ombygging av eksisterende bygg og nybygg, mens case to kun er et nybygg. Det kommer og fram at i case en at de hadde problemer med prosjekteringen, det var mye omprosjektering på grunn av feil forutsetninger i forhold til ombyggingen. Alt dette kan ha gjort det vanskeligere å fullføre de oppgavene som var planlagt, som har ført til dårlige målinger. Det kom og fram i intervjuet at det var i starten det var mye omprosjekteringer, og det er kun denne perioden det ble utført målinger. Hvis en hadde utført målinger gjennom hele prosjektet ville en kanskje ha fått bedre målinger. Samtidig er det også viktig å påpeke at det kan skyldes prosjekteringslederen, siden det er hans/hennes ansvar å delegere oppgaver og følge disse opp. Hadde en gjort som i case to, og målt årsakene til hvorfor ikke oppgavene ble gjennomført som planlagt, kunne en kanskje fått et klarere svar på det.

I case en ble det i liten grad gjennomført målinger, kun i starten. Noe som prosjekteringslederen mener skyldes tidspress og kompleksitet, og av samme årsaker tror han det og er vanskelig å finne grunnen til at en ikke klarer å gjennomføre det som er planlagt. Det at den andre prosjekteringslederen har anvendt målinger under hele prosjekteringsprosessen, kan antyde at det ikke er for kompleks eller tidkrevende å utføre målinger. Her utførte prosjekteringslederen målinger på prosjekteringsmøtene med enkle avkryssningsskjema og fikk raskt målt hva som var gjort og ikke. Anleggslederen i case en, er heller ikke noe for å måle, og mener det er unødvendig å bruke tid på å finne årsakene bak hvorfor ting går som det går. Forfatter er uenig i anleggslederens tankegang, hvis en finner årsaken og skriver de ned, så er det lettere å kunne hindre at det skjer senere igjen hvis en er klar over hvorfor de oppstår. Det vises og ut fra evalueringen i case en, at målinger skaper engasjement til prosjektet, så det ses ikke ut som noen god grunn å slutte med målinger/ikke måle.

6.2 Egen prosjekteringsleder

En fordel med denne metodikken er at entreprenøren selv er prosjekteringsleder, noe som kommer av at metoden gjennomføres i totalentrepriser. Det skaper en bedre flyt. Forfatteren tror det kan føre til at kommunikasjon mellom produksjonen og prosjekteringen blir enklere, fordi samarbeidet blir mye tettere ved at de har egen prosjekteringsleder på «huset». Der den ene anleggslederne forklarer det med at prosjekteringsgruppen er veldig åpen for innspill fra produksjonen, og at de er veldig åpne for å legge til rette for at det skal bli optimalt når produksjonen starter.

7. Konklusjon

En må se konklusjonen i prosessrapporten i samsvar med konklusjonen i artikkelen. Her konkluderes det kun med det som ikke allerede er kommet frem i artikkelen.

Gjennom en studie av to prosjekter har en sett hvordan metoden er praktisert, og har kommet fram til at metoden bidrar til en bedre planlegging av prosjekteringsprosessen. Gjennom å hele tiden oppdatere planen underveis som arbeidet fremskrider, vil få en form for levende plan, og vil på den måten ha en oversikt over hvordan fremdriften er i prosjektet.

Videre ved å ha studert disse to prosjektene så anbefales og å inkludere ICE-møter som en naturlig del av prosjekteringsprosessen i IPP. ICE-møtene har bidratt til bedre kvalitet på løsningene som blir prosjektert, samt at feilene som blir gjort ikke er like store som før.

Det har også vist seg ved å utføre PPU målinger vil en få enkel oversikt over hvor bra produktiviteten i et prosjekt er. Her fremkommer det at case to har en mye bedre produktivitet en case en.

8. Videre arbeid

Det anbefales i videre forskning å følge flere prosjekter over et lengre tidsrom enn det som er gjort her. Gjennom at det utføres PPU målinger fra flere prosjekter gjennom hele prosjekteringsfasen, vil en da ha muligheten til å se om det er en mer tydelig trend i målingene som fremkommer i prosjektet. I prosjektet til Liu et al. (2010) viste det seg at målingene stabiliserte seg etter et viss tidsrom. På den måten ville en med større sikkerhet kunne validere de resultatene en har fått.

Ved å følge flere prosjekter gjennom hele prosjekteringsprosessen, vil det og være mulighet til å få informasjon fra evalueringsmøtene som skal gjennomføres underveis i prosjektene. Hensikten med evalueringsmøte er å evaluere underveis, slik at en kan lære fra feil og gjøre endring der det trengs. Det er og meningen at det skal gjennomføres evalueringsmøte halvveis i prosjekteringsprosessen og på slutten av prosjekteringen. Når artikkelen ble skrevet, hadde det kun det ene prosjektet hatt et evalueringsmøte. Prosjekteringslederen som ble intervjuet ga et inntrykk av at resultatet på neste evaluering mest sannsynlig ville være ganske forskjellig fra det første. Det er derfor det kunne være ønskelig med en studie av flere evalueringer ved fremtidig arbeid.

Det hadde også vært ønskelig å ha gjennomført intervju med enda flere intervjuobjekter enn det som ble gjort i oppgaven. Der det kunne vært interessant å intervjuet de andre medlemmene av prosjekteringsteamet for å se om deres oppfatning samsvarer med oppfatningen som Veidekkes prosjektering- og anleggsledere hadde om IPP. På den måten kunne en fått greie på hva aktører på utsiden av Veidekke også mente om metoden.

I case to ble det utført målinger på hva som var årsakene til hvorfor en ikke klarte å fullføre de oppgaver en fikk til planlagt tid. Disse målingene har videre ikke blitt brukt til noe, her er det potensiale å kartlegge grundigere hva som ligger bak de ulike årsakene, og se om det er mulig å forbedre seg på de ulike områdene, slik at en oppnår enda bedre PPU målinger. Eksempelvis kunne en ha undersøkt hva årsak var bak kapasitetsmangel. Er det mangel på arbeidspersonell, eller handler det om prioritering av oppgaver? Slik kunne en se hva en kunne ha forbedret, og gjort noe med det. Noe som kunne igjen ha resultert bedre PPU målinger, som igjen hadde vært en bevis på øking i produktiviteten. Det er et mål alle i byggebransjen bør strebe etter.

Helt til slutt hadde det vært interessant å se på hvor suksessfull metoden er i forhold til kostnadsbesparing. Flyt og kostnadsreduksjon er Veidekkes hensikt med denne metoden. Det foreligger ennå ikke klare beviser på om denne moten har skapt bedre flyt i prosjekteringen, som da vil ha en resultere i reduserte kostnader i prosjektet. Her kunne en ha sammenlignet byggekostnader på prosjekter med bruk av IPP opp mot prosjekter der tradisjonelle metoder er benyttet.

9. Referanser

- Arntzen, E., Tolsby, J., Askerøi, E., Kokkersvold, E., & Barikmo, I. (2010). *Studenten som forsker i utdanning og yrke: vitenskapelig tenkning og metodebruk* (Vol. 10/2010). Bekkestua: Høgskolen i Akershus.
- Ballard, G. (2000). *The Last Planner System of Production Control*. Ph.D. Diss., Faculty of Engineering, School of Civil Engineering, University of Birmingham, England.
- Byberg, Ø. (2012) *Veidekke bygger ut kjøpesenter i Trondheim*. Tilgjengelig fra: <http://www.hegnar.no/eiendom/naering/article677762.ece> (Hentet 31.03.2014)
- Dalland, O. (2000). *Metode og oppgaveskriving for studenter*. 3. utg. Gyldendal akademisk. Oslo.
- Elgmork, K. (1985). *Vitenskapelig metode*. Universitetsforlaget. Oslo.
- FDVnytt (2011). Statsbygg fastholder BIM-krav. *Forvaltning drift vedlikehold*. Tilgjengelig fra: <http://www.fdvnytt.no/article/20111116/NYHETER/111119996/1031&ExpNodes=1005> [Lest 06.05.2014]
- Flager, F., & Haymaker, J. (2007). *A comparison of multidisciplinary design, analysis and optimization processes in the building construction and aerospace industries*. In 24th international conference on information technology in construction (pp. 625-630). Santiago, Chile
- Hellevik, O. (1995). *Sosiologisk metode*. Universitetsforlaget. Oslo.
- Holme, I. M. og Solvang, B. K. (1996). *Metodevalg og metodebruk*. 3. utg. Tano Aschehoug. Kristiansand.
- Koskela, L. (2000). *An exploration towards a production theory and its application to construction*. VTT Technical Research Centre of Finland. Esboo, Finland
- Liu, M., Ballard, G., & Ibbs, W. (2010). *Work flow variation and labor productivity: Case study*. Journal of management in engineering, 27(4), 236-242.
- Lædre, O. (2009) *Kontraktstrategi for bygg- og anleggsprosjekter*. Trondheim, Tapir akademisk forlag.
- Mal for intervjuguide, individuelt intervju. (2010). Mottatt 15.01.2014, fra <http://www.imdi.no/no/brukerundersokelser/Verktoy/Eksempeldel-2/>
- Malterud, K. (2002). Tidsskrift for den Norske legeförening. *Kvalitative metoder i medisinsk forskning – forutsetninger, muligheter og begrensninger*, 122(25), s.2468-72.
- Malterud, K. (2011). *Kvalitative metoder i medisinsk forskning, en innføring*. Universitetsforlaget. Oslo
- Robson, C. (1993). *Real world research: A resource for social scientists and practitioners-researchers*. Blackwell Publishers Ltd., Oxford, England.
- Strande, M. (2009). *Forsvarsbygg krever IT-modeller*. Teknisk Ukeblad. Tilgjengelig fra: <http://www.tu.no/bygg/2009/08/21/forsvarsbygg-krever-it-modeller> [Lest 06.05.2014]
- Tremblay, M. A. (1957). *The key informant technique: A nonethnographic application*. American Anthropologist, 59(4), 688-701.
- Veidekke (2013). *Involverende planlegging i prosjektering – veileder*. Veidekke Entreprenør AS, Oslo, Norway
- Veidekke (2014). *Involverende planlegging – i produksjon*. 3. utg. Veidekke Entreprenør AS, Oslo, Norway

Vedlegg

Vedleggene er presentert i følgende rekkefølge.

Vedlegg I: Oppgaveteksten

Vedlegg II: Intervjuguide

MASTEROPPGAVE
(TBA4910, Prosjektledelse, masteroppgave)VÅREN 2014
for
Ingvild Svenke Fundli**Involverende planlegging i prosjektering****BAKGRUNN**

Det har gjennom flere år vært en negativ utvikling innen produktivitet i bygge- og anleggsbransjen i Norge. Veidekke entreprenør har i et forsøk på å snu denne negative trenden, utviklet en metode de kaller Involverende planlegging i prosjektering (IPP). Metoden er en tilpasset versjon av The Last Planner System (LPS). IPP er en metodikk for å styre fremdriften i prosjekteringsprosessen. Der hensikten er å skape flyt og optimalisering av prosessen. Målet med denne metoden er å øke verdien på sluttproduktet, samtidig som en også reduserer kostnaden i produksjon- og prosjekteringsprosessen.

OPPGAVE

Kandidaten skal vurdere hvordan IPP fungerer i praksis ved å gjøre en casestudie av to prosjekter der metoden har vært tatt i bruk, og vurdere forbedringer av metoden. Kandidaten skal også i oppgaven redegjøre for hvordan IPP skiller seg fra den opprinnelige LPS metodikken

GENERELT

Oppgaveteksten er ment som en ramme for kandidatens arbeid. Justeringer vil kunne skje underveis, når en ser hvordan arbeidet går. Eventuelle justeringer må skje i samråd med faglærer ved instituttet.

Ved bedømmelsen legges det vekt på grundighet i bearbeidningen og selvstendigheten i vurderinger og konklusjoner, samt at framstillingen er velredigert, klar, entydig og ryddig uten å være unødige voluminøs.

Besvarelsen skal inneholde

- standard rapportforside (automatisk fra DAIM, <http://daim.idi.ntnu.no/>)
- tittelside med ekstrakt og stikkord (mal finnes på siden <http://www.ntnu.no/bat/skjemabank>)
- sammendrag på norsk og engelsk (studenter som skriver sin masteroppgave på et ikke-skandinaviske språk og som ikke behersker et skandinaviske språk, trenger ikke å skrive sammendrag av masteroppgaven på norsk)
- hovedteksten
- oppgaveteksten (denne teksten signert av faglærer) legges ved som Vedlegg 1.

Besvarelsen kan evt. utformes som en vitenskapelig artikkel for internasjonal publisering. Besvarelsen inneholder da de samme punktene som beskrevet over, men der hovedteksten omfatter en vitenskapelig artikkel og en prosessrapport.

Instituttets råd og retningslinjer for rapportskriving ved prosjektarbeid og masteroppgave befinner seg på <http://www.ntnu.no/bat/studier/oppgaver>.

Hva skal innleveres?

Rutiner knyttet til innlevering av masteroppgaven er nærmere beskrevet på <http://daim.idi.ntnu.no/>. Trykking av masteroppgaven bestilles via DAIM direkte til Skipnes Trykkeri som leverer den trykte oppgaven til instituttkontoret 2-4 dager senere. Instituttet betaler for 3 eksemplarer, hvorav instituttet beholder 2 eksemplarer. Ekstra eksemplarer må bekostes av kandidaten/ eksterne samarbeidspartner.

Ved innlevering av oppgaven skal kandidaten levere en CD med besvarelsen i digital form i pdf- og word-versjon med underliggende materiale (for eksempel datainnsamling) i digital form (f. eks. excel). Videre skal kandidaten levere innleveringsskjemaet (fra DAIM) hvor både Ark-Bibl i SBI og Fellestjenester (Byggsikring) i SB II har signert på skjemaet. Innleveringsskjema med de aktuelle signaturene underskrives av instituttkontoret før skjemaet leveres Fakultetskontoret.

Dokumentasjon som med instituttets støtte er samlet inn under arbeidet med oppgaven skal leveres inn sammen med besvarelsen.

Besvarelsen er etter gjeldende reglement NTNUs eiendom. Eventuell benyttelse av materialet kan bare skje etter godkjenning fra NTNU (og eksterne samarbeidspartner der dette er aktuelt). Instituttet har rett til å bruke resultatene av arbeidet til undervisnings- og forskningsformål som om det var utført av en ansatt. Ved bruk ut over dette, som utgivelse og annen økonomisk utnyttelse, må det inngås særskilt avtale mellom NTNU og kandidaten.

(Evt) Avtaler om eksterne veiledning, gjennomføring utenfor NTNU, økonomisk støtte m.v. Beskrives her når dette er aktuelt. Se <http://www.ntnu.no/bat/skjemabank> for avtaleskjema.

Helse, miljø og sikkerhet (HMS):

NTNU legger stor vekt på sikkerheten til den enkelte arbeidstaker og student. Den enkeltes sikkerhet skal komme i første rekke og ingen skal ta unødige sjanser for å få gjennomført arbeidet. Studenten skal derfor ved uttak av masteroppgaven få utdelt brosjyren "Helse, miljø og sikkerhet ved feltarbeid m.m. ved NTNU".

Dersom studenten i arbeidet med masteroppgaven skal delta i feltarbeid, tokt, befarings, feltkurs eller ekskursjoner, skal studenten sette seg inn i "Retningslinje ved feltarbeid m.m.". Dersom studenten i arbeidet med oppgaven skal delta i laboratorie- eller verkstedarbeid skal studenten sette seg inn i og følge reglene i "Laboratorie- og verkstedhåndbok". Disse dokumentene finnes på fakultetets HMS-sider på nettet, se <http://www.ntnu.no/ivt/adm/hms/>. Alle studenter som skal gjennomføre laboratoriearbeid i forbindelse med prosjekt- og masteroppgave skal gjennomføre et web-basert TRAINOR HMS-kurs. Påmelding på kurset skjer til sonja.hammer@ntnu.no

Studenter har ikke full forsikringsdekning gjennom sitt forhold til NTNU. Dersom en student ønsker samme forsikringsdekning som tilsatte ved universitetet, anbefales det at han/hun tegner reiseforsikring og personskadeforsikring. Mer om forsikringsordninger for studenter finnes under samme lenke som ovenfor.

Oppstart og innleveringsfrist:

Arbeidet med oppgaven startet 16. januar 2014.

Besvarelsen leveres senest ved registrering i DAIM innen 10. juni 2014 kl 23.59.

Faglærer ved instituttet: Frode Drevland

Institutt for bygg, anlegg og transport, NTNU

Dato: 27.05.2014

Underskrift



Faglærer

Intervjuguide

Intervjuguiden har tatt utgangspunktet i en mal etter (Mal for intervjuguide, individuelt intervju, 2010).

Fase	Mal	Notat
Fase 1: Ramme- setting	Informasjon: 1. Temaet for samtalen (bakgrunn) 2. Forklar hva intervjuet skal brukes til, og forklar taushetsplikt og anonymitet 3. Spør om noe er uklart og respondenten har noen spørsmål 4. Informer om evt. opptak, sørg for evt. samtykke til opptak 5. Start opptak	<ul style="list-style-type: none">▪ Kort om masteroppgaven og artikkelen <ol style="list-style-type: none">1. Tema for samtalen<ul style="list-style-type: none">▪ Involverende planlegging i prosjektering▪ Hva skaper forsinkelser i produksjonen, og hvordan oppstår de i prosjekteringen2. Forklar hensikten med intervjuet<ul style="list-style-type: none">▪ Mål: Finne ut hva som er hovedfaktorene til forsinkelser i IPP▪ Se på erfaringer ved to prosjekt som har brukt IPP, ved ulike ledd3. Anonymitet<ul style="list-style-type: none">▪ Ingen navn vil bli brukt i referatet, men referatet kan bli lagt ved i prosessrapporten.4. Tillatelse om opptak?<ul style="list-style-type: none">▪ Opptak slettes etter at intervju er nedskrevet.
Fase 2: Erfaringer	Oppfølgingsspørsmål: 1. Hva slags erfaringer har du med IPP? 2. Oppfølgingsspørsmål	<ol style="list-style-type: none">1. Hva slags erfaring har respondenten med IPP?<ul style="list-style-type: none">▪ Hvor lenge har respondenten jobbet med Involverende Planlegging i produksjon og prosjektering?▪ Hvordan opplæring har respondenten fått?2. Hvor langt har dere kommet i prosjektet?
Fase 3: Fokusering	Nøkkelspørsmål: 1. Nøkkelspørsmål 2. Oppfølgingsspørsmål	<ol style="list-style-type: none">1. Nøkkelspørsmål, se neste side2. Oppfølgingsspørsmål, se neste side

Fase 4: Tilbakeblikk	Oppsummering 1. Oppsummere funn 2. Har jeg forstått deg riktig? 3. Er det noe du vil legge til? 4. Trengs det oppfølgingsintervju? 5. Takk for hjelpen	Tilbakeblikk/oppsummering blir gjort for å øke validiteten på undersøkelsen, ved å dobbeltsikre svar som kan være uklare.
-------------------------	---	---

Nøkkelspørsmål	Oppfølgingsspørsmål	Hensikten med spørsmålet
1. Hvordan har dere tilpasset IPP til deres prosjekt?	Hvilke tilpassinger er det gjort?	Kartlegge om IPP i dette prosjektet fraviker mye fra «originalen».
2. Hvordan var de involvertes erfaring med IPP fra før?	Var de klar over at IPP skulle brukes i prosjektet, før de ble med i prosjektet? Har de fått noen form for opplæring (oppstartseminar)?	Finne ut bakgrunnen til de enkelte i prosjektet.
3. Hvilke forsinkelser har det oppstått i prosjektet?	Hva og hvem skyldes forsinkelsene, hovedgrunner? Hvordan er forsinkelsene håndtert? Har dere noe rom for forsinkelser (buffere)? Opplever du at der er mer/mindre forsinkelser ved bruk av IPP kontra ikke bruk av IPP i prosjektering?	Kartlegge forsinkelsene i prosjektene. Ser og om det er mer eller mindre forsinkelser ved bruk av IPP kontra ikke bruk av IPP.
4. Har dere brukt evalueringsmøtene?	Har både positive og negative erfaringer blitt tatt med videre i prosjektet for læring? Hvor mange møter har dere hatt? Hvem er med på disse møtene? Har du noen forslag til forbedring av prosjektet og IPP? Mulighet til å få møtereferatene?	Se hvordan erfaringer kan være med å bidra til forbedring av prosjektet og IPP gjennom tidligere erfaring og læring av disse.
5. Hva er respondentens erfaring med IPP?	Hva er de gode og dårlige erfaringene? Er prosjekteringsprosessen blitt mer effektiv (tidsmessig) ved bruk av IPP?	Undersøke respondentens erfaring med IPP, se om hvordan ho/han opplever IPP i sin helhet.
6. Gjøres det noen form for målinger (PPU målinger)?	Hva er det dere måler? Hva er årsaken til målingene? Utfører dere rotårsaksanalyse?	Undersøke om de har noen form for målinger som sier noe om effektivitet eller hvordan dette fungerer.
7. Hvilke prosjekter har du anvendt IPP i før?	Hvilke typ bygg var det snakk om? Ble IPP gjennomført på samme måte da som nå?	Finne ut bakgrunnsinformasjon om respondenten.

DEL 2
ARTIKKEL

Ingvild Svenke Fundli og Frode Drevland

COLLABORATIVE DESIGN MANAGEMENT – A CASE STUDY

Ingvild S. Fundli¹ and Frode Drevland²

ABSTRACT

The Last Planner System (LPS) has been successfully implemented in both design and construction phases of projects, but there have been raised questions if LPS in design needs to be changed to better suit the nature of design, due to the inherent differences between design and construction. The Norwegian contractor Veidekke has developed a method based on LPS for use in design called Collaborative Design Management (CDM). This paper looks at how CDM works in practice by doing case study of two projects where the methodology has been employed.

We found that the use of CDM led to better communication and cooperation within the design team and a better understating of and commitment to the project. There are also indications that the methodology should lead to a more efficient and controlled design process which in turn would benefit the following construction process.

Although we have seen positive effects from the use of the methodology, we have also found it lacking in some areas. Specifically the lack of a formalized weekly work plan, approach for constraint analysis and PPC measurements.

KEYWORDS

Design Management, Last Planner System (LPS), Collaborative Design Management (CDM), Percent Plan Complete (PPC)

INTRODUCTION

The Last Planner System (LPS) is a method for improving the reliability of work flow in production and design, and has been developed by Glenn Ballard since 1992 (Ballard, 2000a). To get the full benefits of using LPS in construction projects there is evidence that it should be implemented from the design phase, both in order to coordinate and manage the design process as well as to get construction information into the design in the form of buildability and construction methods (Fuemana et al., 2013). Although there have been successful applications in both design and construction phases of projects, there have been raised questions if LPS in design needs to be changed to better suit the nature of design, due to the inherent differences between design and construction (Ballard et al., 2009). Koskela (2000, based partially on Giard and Midler 1993) describes the difference between design and production in the characterization of design, from the operations management point of view:

¹ Master student, Department of Civil and Transport Engineering, Norwegian University of Science and Technology – Trondheim, Norway, ingvildsf@gmail.com

² Assistant Professor, Department of Civil and Transport Engineering, Norwegian University of Science and Technology – Trondheim, Norway, frode.drevland@ntnu.no

39. There is much more iteration in design than in physical production
40. There is much more uncertainty in design than in production
41. Design is a non-repetitive (i.e. a project type) activity, production is often repetitive.

Hamzeh, Ballard, and Tommelein (2009) tried to adjust and develop LPS to better suit design on a health care project in North America, they focused on “*a milestone schedule, collaboratively created phase schedules, make-ready lookahead plans, weekly work plans, and a method for measuring, recording, and improving planning reliability*”. The study showed that the planning was getting better through more confident architects and designers in the planning process. It also showed the importance of support from management when implementing the process. The use of LPS was also shown to improve the communication in the project. The authors could however not say if using LPS in design had improved the performance of the project.

Kerosuo et al. (2012), doing a case study of the use of LPS in the design process of the renovation a school building, experienced a better completion of the design task in the design meetings with use of LPS, and also increased communication between the different design disciplines.

Hamzeh and Aridi (2013) measured Percent Plan Complete (PPC) of LPS from data collected from several projects in an Architecture, Engineering and Construction company over a period of 12 months. The data collected included lookahead planning, weekly work planning efforts and measurements of PPC. The result of using LPS here showed an average PPC between 80 % and 90 %.

The Norwegian contractor Veidekke has since 2006 used a system they call Collaborative Construction Management, an adapted version of the Last Planner System (Veidekke, 2008), for managing the production on their construction sites. Since 2009 there has been an ongoing work trying to adapt the methodology for use in design. In this paper two building projects using Collaborative Design Management are studied and analysed to see how this adapted version of the Last Planner System works in design, and what outcomes they have achieved on PPC measurements.

COLLABORATIVE DESIGN MANAGEMENT (CDM)

Veidekke (2013) describe the aim of CDM is “*to increase the value of the end product and reduce production costs and the design process*”. The goal is to make the process more efficient through planning and coordination through mutual adjustment so they get a better flow in the design.

Collaboration is the key word for this methodology – everyone should participate in the planning of their own work. Some of the key elements of LPS that have been included are that the plans are made jointly by those who will do the work, everyone has knowledge of and influence on their own work, plans are made by giving mutual promises, lookahead planning where the activities are increasingly detailed as the execution approaches and barriers are removed so that only sound activities are assigned to designers.

In addition to the elements that have been adapted from LPS, CDM also includes several other elements, most notably the use of Integrated Concurrent Engineering

(ICE) and Building Information Modelling (BIM). The main elements of CDM is summarized in figure 1 and the elements of the methodology is described in detail in text below.

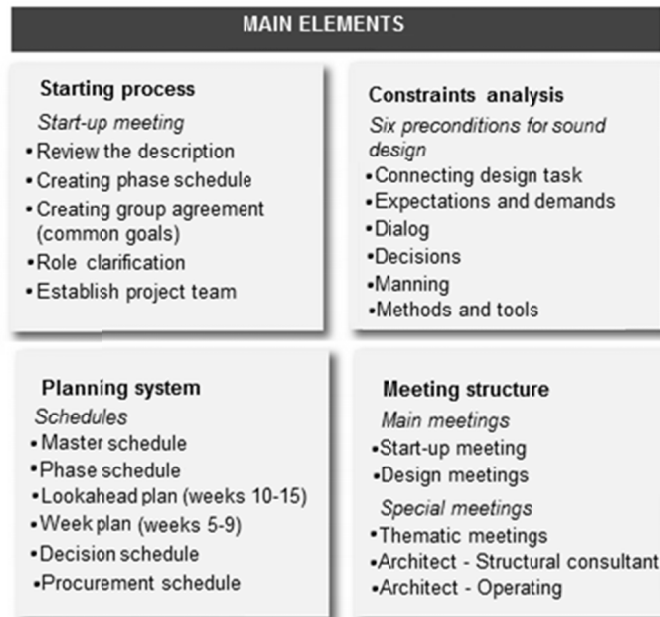


Figure 1: Main elements in Collaborative Design Management as illustrated by Veidekke (2013)

START-UP MEETING

When a new project, where CDM will be used, is started everyone in the design team plus the project manager, construction manager, foremen, the main subcontractors and the client are given an introduction to the methodology at a start-up meeting. Here it is explained what are the six preconditions for sound design, and pull planning is used to work out a joint phase schedule for the design.

ICE & BIM

It is recommended as part of the method to use Integrated Concurrent Engineering meeting (ICE) and Building Information Modeling (BIM). BIM can be used to visualize the entire building in 3D, by connecting all the deliveries from the designers into a unified digital model, run collision controls, do quantity take-offs etc. ICE is collocated, simultaneous design in team of multidisciplinary experts adapted for the method and technology (Jovik, 2011). It helps to achieve good communication between those involved in the design of the building. The idea behind ICE is that by using it, it is possible to make faster decisions and clarifications (Veidekke, 2013).

PLANNING

The planning system is divided into strategic plans and operational plans. Under strategic plans are the master schedule and phase schedules, these are superior and each of these are usually prepared only once in the project. The master schedule contains the main phases with milestones and the phase schedules are the result of pull planning and contain the activities that should be done in the phase. I.e. these

plan levels are essentially the same as can be found in LPS. But at the operational levels there are several differences.

In LPS the two operational plan levels are the lookahead plan and the weekly work plan, with an associated time frame of six and one week respectively (Hamzeh et al., 2009). In CDM there no formalized weekly work plan, but there two different lookahead levels called the lookahead- and the week plan. In addition there is also a decisions plan based on the phase schedule, to control when decisions need to be dealt with. All the operational plans in CDM are rotating and should be updated every week.

The difference between the lookahead- and week plans in CDM lies in the time horizons and the focus of them. They are closely tied to the construction process and its plans. Week 0 is considered to be the week that something is to be built and the design and engineering work required should all be done 4 weeks ahead. The purpose of both of the lookahead- and the week plan is to identify whether there are any of the activities in the plan are constrained, and if so, work to remove them (Veidekke, 2013). The lookahead plan describes what drawings and others designs documents are needed on site 10-15 weeks ahead. The planning work here is focused on removing constraints from the required design activities, while the week plan focuses on the 5-9 weeks time frame and on removing any constraints from a construction point of view.

SOUND ACTIVITIES

The figure below shows what is needed to achieve a sound design, and is used as the basis for the constraints analysis. This is based on Glenn Ballard's seven preconditions in production (Ballard, 2000a), but has been adapted by Bølviken et al. (2010) to be more applicable to the design process. Sound design, is when you can do an activity unobstructed, and with the right quality and solution. A design activity is said to contain three steps; decide, process and convey.

Decide what should be done in the further design or what should be built. Process all the solutions jointly, to improve and develop the design. In the end convey the results from the design to the production or subsequent designers (Veidekke, 2013).

Constraints analysis is included in the basis of theory and planning of design. Unlike LPS in CDM there are no specified method or guidelines of how this should be done in practice. And as such neither is there any concept of workable backlog, the idea of which is to have a buffer of tasks that can be switched to if it turns out the assigned task is impossible to carry out (Ballard, 2000a).

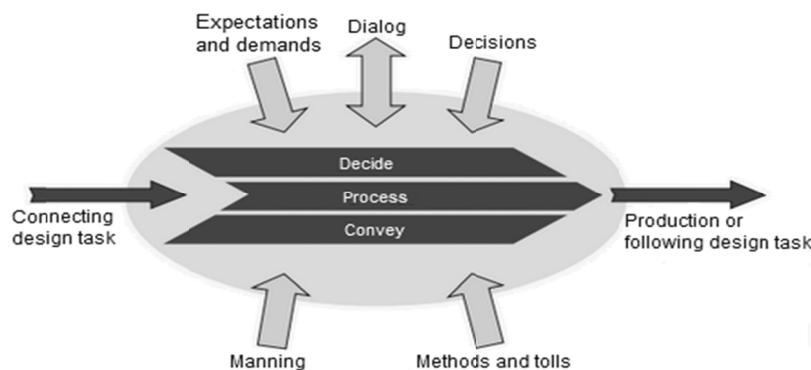


Figure 2: The six preconditions for design tasks as illustrated by Veidekke (2013)

Bølviken, Gullbrekken, and Nyseth (2010) and Veidekke (2013) describe more in detail the six preconditions for constraints analysis in design processes:

1. Connecting design task – previous activity must be completed and with the right quality
2. Expectations and demands – design is the translation of customer requirements into a design solution
3. Dialog – the process needs dialog and mutual adjustment
4. Decisions – necessary decisions must be taken
5. Manning – people who will perform the activity must have the capacity and competence
6. Methods and tools – must be adapted to the design task's scope, complexity and participants

EVALUATION

A part of the methodology is learning from mistakes and deficiencies in the design process. This is done through evaluation meetings midway and ultimately in the design process. In this way the methodology can be adjusted as it progresses if desired.

RESEARCH METHOD

The method of data collection was a combination of qualitative and quantitative method. In order to find how they practiced the method and what experiences they have gained, data collection on Collaborative Design Management started with qualitative face-to-face interviews with both the construction- and design managers. This was done in both the research cases below. The design managers were chosen as interview objects because they are the key persons in the design process and possess first-hand information about the method. The construction managers are involved in both construction and design, and will therefore see in practice in construction how good the results from the design are. It was therefore natural to include them as informants.

The quantitative part of the research was focused on PPC measurements, on both drawing deliveries and completion of planned design activities. The data was primarily gathered from the minutes from the evaluation of building phase one with all 18 key persons in the project. The key persons were architects, designers, design manager, construction managers, plumber, electrician and the client.

RESEARCH CASES

The first case is a shopping centre, with a turnkey contract of 350 million NOK (ca 56 millions dollars). The project started up in February 2012, and shall be finished September 2014. It includes remodelling parts of a shopping centre and building an extension to it. The total project size is around 44 000 sqm (Veidekke, 2012).

This project has been divided into three building phases, simply to make traffic flow around the construction site. When this paper was written, the contractor was at

the end of phase two. Every phase involves a handover of a part of the building, for example for phase one this is a parking garage and a new building. The design was done all in one, but because of the complexity of the building, they have to do it again for parts of phase two and three.

From the beginning in the project, Collaborative Management was applied, in both design and construction.

The second case is three apartment blocks with a common underground parking. The building project on the first block with 23 apartments has been going on since autumn 2013, and started with the groundwork in January 2014. This project has also used Collaborative Management in both design and construction, and everyone involved in the design have been through training in the methodology. A prerequisite for the designers in the project was that they should design in 3D and BIM.

FINDINGS AND RESULTS

The finding from the cases are presented below structured in accordance with the elements of CDM as described earlier in this paper.

START-UP MEETING

In both of the cases the design teams were introduced to the methodology at a start-up meeting, were they went through how this method should be implemented with meeting structure and planning. Both projects emphasized this meeting as being important for further cooperation, as it helped them to have better communication in the design teams.

In construction projects the team composition is usually different from project to project, and no project is the same. In both cases they saw that many of the members of the design team were totally new to this way of working. Because of this they used extra time in the beginning of the project to teach people the methodology and associated tools such as BIM.

Several of the informants pointed out that many of the participants did not have enough knowledge about the engineering process flow in construction projects.

ICE & BIM

In case one they used ICE-meeting and Big Room¹ in the design, as part of Collaborative Design Management.

In the beginning the bosses of the various architect and engineering firms would not be a part of the ICE-meetings. They meant that it was an ineffective method to work by. But after they had started up and experienced a good flow, they changed their mind. The ICE-meetings made it easier to get clarification on issues.

Both projects make use of BIM as a part of the design, where they gathered all the different disciplines in 3D models. BIM makes it easier for the projects to detect faults such as collisions between different pipes.

¹Big Room is a room that is typical furnished with desks located in a horseshoe around one or more SMART boards (Østby-Deglum, E., et al., 2012).

PLANNING

A lot of Collaborative Design Management is about making work plans. In both cases they used pull planning to plan the progress in design. Here everyone in the design team, and also the construction managers, took part in making a common plan of tasks to be performed. When they used people with different backgrounds, they got a fine interplay between practical and theoretical experience into the plan. Other experience from applying pull planning was that it made them more aware of the design process; they became more aware of the connection between the different tasks.

They pointed out in both projects that there is a large amount of information that has to be communicated to different parties. All the information in the each of the projects is stored on a web hotel. It allows participants to receive continuous background info, progress reports, decisions, status quo and the minutes from the meetings.

The evaluation of case one mentioned that it was often unclear who should do what in which time frame, and the expectations that are between the different operational plans of CDM. It also expressed the desire that the link between design and construction could have been stronger. In case two they had positive experiences of having a fixed agenda for project meetings, so it was predictable what was going to happen. The design manager follows the plan strictly and it provides flow through the design week.

In both projects, when a problem occurs a special meeting of the relevant professions is held. This is perceived as important and effective, and a smart solution to solve single problems.

Although CDM does not specify any weekly work plans as in LPS, in both projects it could be observed that there was actually de facto work plans. Design meetings were held weekly or bi-weekly. At these meetings it was agreed upon what would be done until the next meeting. And at each meeting what had been done or not was also reviewed, which gave the basis for PPC measurement.

SOUND ACTIVITIES

In case one, the shopping centre, a lot of redesign was required, because of wrong assumptions made initially with regards to both the condition of the existing building and what requirements the future tenants would make. This is an indication that constraints were not analysed and handled to the degree that is suggested by the methodology.

PPC MEASUREMENTS

PPC is describe by Ballard (2000a) as” A key metric of the Last Planner system is the percentage of assignments completed (PPC)”. This is not a part of CDM yet, but has been performed in both cases. In the apartment block project (case two), they measure PPC of the completion of the activities planned in the design meetings, and they also analysed what the reasons were for non-completion. Here they measure how good the architects, structural-, mechanical-, plumbing-, electrical engineers, owner and the turnkey contractor are in carrying out the tasks they have committed to in the meetings. The measurements frequency was weekly or bi-weekly.

Everyone gets the results of the measurements, so they have possibility to see not only why they deliver or not, but also so they can improve. The reason why tasks are not completed are sorted in five categories; unrealistic planning, lack of information, lack of decisions, lack of personnel/priority, wrong method/tools.

At the time of writing this paper there was done 12 measurements over a period of 17 weeks on case two. The results from the measurements are shown in figures 3 and 4.

The measurements helped to generate involvement in the design team, and there are indications that it was instrumental in getting several tasks completed on schedule. The construction manager believes that it gives a bigger pressure to deliver, because they are held accountable for what they have done or not.

The goal was to complete 85% of the task/activities. As you can see below in figure 3, they did achieve a average result of 81 %.

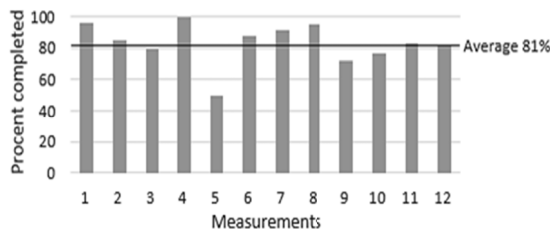


Figure 3: PPC of completion of design tasks from case two

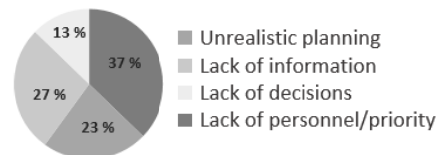


Figure 4: Reasons for non-completion of activities from case two

The same project also measured PPC on drawing delivery, where they set a target value on 90 %. They did 9 measurements in a period of 10 weeks, and showed an average result of 91% in drawing delivery, the reasons for not delivering on time was 80% due to lack of personnel/priority and 20% due to lack of decisions.

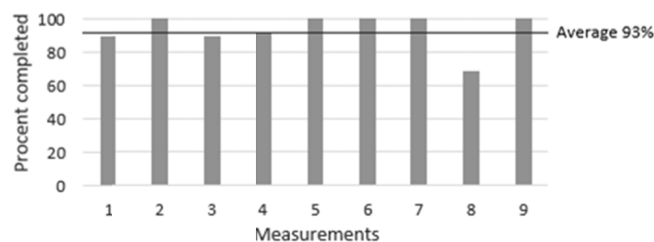


Figure 5: PPC from drawing delivery from case two

PPC measure was also done in the shopping centre (case one), the results from measure PPC in action plan showed 41% in average. Here the measurements varied from 18-86%. The measurements were done weekly, and a total of 18 measurements were performed. The PPC of drawing delivery had better results, 60% in average with 22 measurements. The variation between the different weekly measurements was large, from 28% at the lowest, and 100% at the highest. In an internal project survey where 13 people were asked “Would measuring be motivational for drawing delivery?” 38.5% believe it would be highly motivational and an equal percentage thought it would have some effect on the motivation. This means three quarters of the participants believed it would have a more or less a positive effect to be measured.

The same question was asked relative to the completion of the weekly planned design tasks. Here 46.2% believed it would be highly motivational and an equal percentage thought it would mean something for motivation.

Although measurements were done in case one, the project made little use of the results; they felt that the measurements were too complex and that it was difficult to find the reasons for non-completion of tasks. They also quit measuring after a while, stating the reason to be time limitations and that the project was too complex to measure.

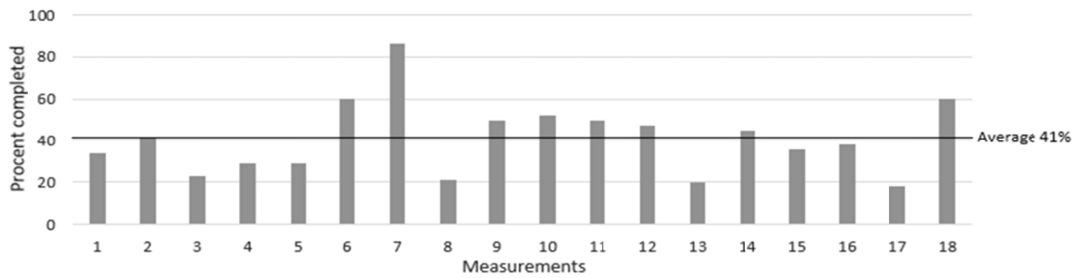


Figure 6: PPC of completion of design tasks from case one

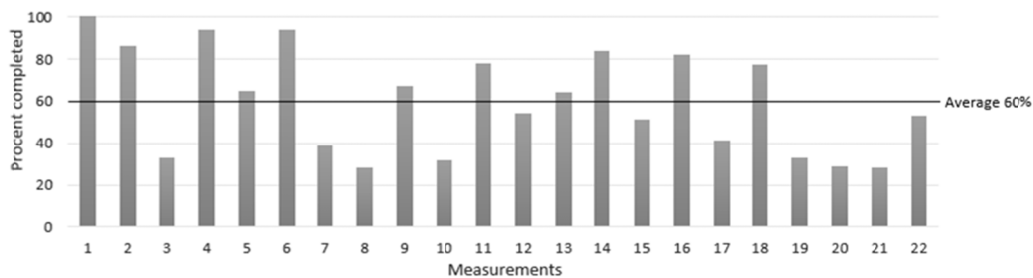


Figure 7: PPC from drawing delivery from case one

EVALUATION

After building phase one in the shopping centre case (case one), the design team with architects, designers, design manager, construction managers, plumbing and electrical contractors and the client, evaluated the process and their experience with CDM, and used it to make some adjustment for further work.

The negative result that emerged in the evaluation was that that the activities planned each design meeting needed to be more specific; the plan must be followed, decisions need to be taken faster and competence was too low when using digital tools such as BIM. On the positive side, the ICE-meetings saved time and money through quick decisions and good solutions. Even if competence was too low in BIM, the design team thought the BIM model helped to get a better a multidisciplinary understanding. And they felt that the use of CDM had facilitated good cooperation.

OTHER RESULTS

In both of the cases it was pointed out that the methodology seems unfinished, but specific areas that were mentioned need improvement.

In case one some of the designers and the design manager felt that it would have been more efficient to use a more traditional planning approach in the parts of the project that were subject to redesign.

DISCUSSION

The purpose of the case study has been to look at how CDM works in practice. Even though we have only looked two cases over a limited time period we think there are several indicators about how well the methods work and what should be improved.

There are clear indications that the use of CDM has had a positive effect on the cooperation and communication in the projects and the commitment of the project participants. The foundation for this is laid in the start-up meeting where a common understanding of what is to be done and how the team are going to work together is reached. The pull planning done at these meetings is particularly instrumental in this. Having the whole team work together to develop the phase schedules, leads to a more holistic understanding and ownership of the entire project.

Another factor that seems to have contributed to the cooperation and communication on the projects is the use of ICE and BIM. The ICE meeting helps greatly reduce the latency in communication, ensuring that decisions are made faster and better solutions are often found due to having more points of view available. It also reduces the possibility of having what Ballard (2000b) has called negative iterations in design.

The plan levels of CDM seem to have worked well for the projects. They make visible what is needed to do at the different levels of design in order to get the required drawings and design documents to the construction site on time. The methodology, as described in Veidekke's guide (Veidekke, 2013), has some shortcomings though. The lack of an analogue to the Weekly Work Plan of LPS has led to ad-hoc solutions being found to weekly task assignments in the projects. These being found at the design meetings. In our opinion a official approach to this should be developed and included in the official description of the methodology.

Another thing that is lacking from the official CDM description is any formalized approach to how constraint analysis should be done. There are general guidelines stating that constraints should be removed, but nothing on how this should be done. We feel that this is weakness in the methodology that should be corrected. It is difficult to make any clear conclusions from the data we have, but it is likely that a lot of the problems related to the redesign in case one could have been avoided if a more stringent approach to constraint analysis had been in place.

Both projects included PPC measurements as part of the design process, even though this not a prescribed part of CDM. The measurements were seen to have a positive effect on the projects in terms of commitment to the deliveries and an increased pressure to deliver on time. Most of the project participants were positive to these measurements even though the results from them are varying.

Case one chose to stop doing PPC measurements after a while. According to them doing these measurements was too complicated and time consuming. This is in stark contrast to case two where these measurements were done as a part the design meeting consuming very little extra time. We think that if some sort weekly work plans are used and the PPC measurements are done as an integral and standardized part of the planning process, then the measurements should not cause any significant burden for the projects. In any case the positive effect that has been observed in the cases should greatly outweigh the extra work that has done for the measurements. This is therefore another element that should become a part of CDM.

There is as of yet no clear indication to whether or not the use CDM has led to better productivity and reduced costs in either of the cases. But according to Liu et al. (2011) there is a significant correlation between PPC and productivity on projects. Their findings propose that completing tasks according to plan is critical for improving productivity. And as such it can assumed that at least in case two , which achieved an average PPC of 81% for completion tasks and 93% for drawing deliveries, that the project has a better than average productivity.

The achieved PPC in case two is comparable to the results Hamzeh and Aridi (2013) have reported from using Last Planner in design.

It was pointed by some of the informants that the methodology felt unfinished and that it is still under development. Even so, we have observed that to get any benefit from using CDM it is important to fully commit to the methodology through the entire process.

CONCLUSIONS AND FURTHER WORK

Earlier it has been indicated that this method is suitable for the construction process, in this study we have seen it can be used in design as well. On the basis of our research findings we think CDM enables positive changes in the design process compared to more traditional approaches. For instance it creates involvement and ownership in building project, and is a useful method to plan a project with involving all members of the design team as well as construction managers, the client and other parties involved in the project.

Although we have seen positive effects from the use of the methodology, we have also found it lacking in some areas. Specifically the lack of a formalized weekly work plan, approach for constraint analysis and PPC measurements. We feel that CDM would benefit a lot from adding these elements to the methodology.

It is important to point out that CDM is still being developed, and in every new project, there will be people without any theoretical or practical experience of the methodology. Because of this the potential benefits of using the methods should be higher than what has been observed in these two cases.

There are certain weaknesses in the case study. The measurements should have been over a longer period of time, and it would have been desirable to follow the projects through the entire design process, in order to validate the results further. Unfortunately the time period available was constrained due to this research being a part of a master thesis, the thesis work being limited to 20 weeks. In further research it is recommended to follow cases through the whole design period into the production, so the entire result of how successful CDM is can be seen.

The possibility of reductions of costs and construction time with the use of CDM could be a subject for future investigations, since there at the moment does not exist any clear evidence of what effect the methodology has on this. Another possibility for further research is to look at how to include constraints analysis as a part of CDM.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank Veidekke and their workers who provided information for the research.

REFERENCES

- Ballard, G. (2000a). The Last Planner System of Production Control. Ph.D. Diss., Faculty of Engineering, School of Civil Engineering, University of Birmingham, UK.
- Ballard, G. (2000b). Positive and Negative Iteration in Design, *Journal of Construction, Engineering and Management*, ASCE, 124 (1), pp. 11-17.
- Ballard, G., Hammond, J., & Nickerson, R. (2009). Production control principles. Proc., 17th Annual Conf. of the Int. Group for Lean Construction (IGLC-17), International Group of Lean Construction, Taipei, Taiwan.
- Bølviken, T., Gullbrekken, B. & Nyseth, K. (2010). Collaborative Design Management. Proc., 18th Annual Conf. of the Int. Group for Lean Construction (IGLC-18), International Group of Lean Construction, Haifa, Israel.
- Fuemana, J., Puolitaival, T. & Davies, K. (2013). Last Planner System - A step towards improving the productivity of New Zealand construction. Proc., 21th Annual Conf. of the Int. Group for Lean Construction (IGLC-21), International Group of Lean Construction, Fortaleza, Brazil.
- Giard, V. & C. Midler (1993). *Pilotages de projets et entreprises: diversites et convergences*, Économica, Paris, France.
- Hamzeh, F. R., Ballard, G. & Tommelein, I. D. (2009). Is the Last Planner System applicable to design? - A case study. Proc., 17th Annual Conf. of the Int. Group for Lean Construction (IGLC-17), International Group of Lean Construction, Taipei, Taiwan.
- Hamzeh, F. R. & O. Z. Aridi (2013). Modeling the Last Planner System metrics: A case study of an AEC company. Proc., 21th Annual Conf. of the Int. Group for Lean Construction (IGLC-21), International Group of Lean Construction, Fortaleza, Brazil.
- Jovik, L. T. (2012). Facilitation for improved ICE design. Department of Civil and Transport Engineering. Trondheim, Norway.
- Kerosuo, H., Mäki, T., Codinhoto, R., Koskela, L. & Miettinen, R. (2012). In time at last - Adaption og Last Planner tools for the design phase of a bulding project. Proc., 20th Annual Conf. of the Int. Group for Lean Construction (IGLC-20), International Group of Lean Construction, San Diego, USA.
- Koskela, L. (2000). An exploration towards a production theory and its application to construction, Technical Research Centre of Finland (VTT), Espoo, Finland
- Liu, M., Ballard, G., & Ibbs, W. (2010). Work flow variation and labor productivity: Case study. *Journal of management in engineering*, 27(4), 236-242.
- Veidekke (2008). *Involverende planlegging – Fra 6 piloter til 27 læringsprosjekter*, Veidekke Entreprenør AS, Oslo, Norway.
- Veidekke (2012). Major contract for Veidekke at City Lade in Trondheim. Captured on February 06, 2014 from: <http://www.veidekke.no/incoming/article78046.ece>
- Veidekke (2013). *Involverende planlegging i prosjektering – veileder*. Veidekke Entreprenør AS, Oslo, Norway
- Veidekke (2014). *Involverende planlegging – i produksjon*. 3. edition. Veidekke Entreprenør AS, Oslo, Norway
- Østby-Deglum, E., Svalestuen, F. & Drevland, F. et al. (2013). *Prosjekteringsledelse*. Trondheim, Norway, Tapir akademisk forlag.