



Måling av arbeidsflyt i byggproduksjon

Christian Helgesen og Tore Næss

Veileder

Bo Terje Kalsaas

Masteroppgaven er gjennomført som ledd i utdanningen ved Universitetet i Agder og er godkjent som del av denne utdanningen. Denne godkjenningen innebærer ikke at universitetet inntår for de metoder som er anvendt og de konklusjoner som er trukket.

FORORD

Denne masteroppgaven er skrevet av Christian Helgesen og Tore Næss som avslutning på mastergradsstudiet i Industriell Økonomi og Teknologiledelse ved Universitetet i Agder, og er underlagt fakultetet for Teknologi og Realfag. Oppgaven er skrevet i løpet av vårsemesteret 2011, og utgjør et fulltidssemester med 30 studiepoeng. Temaet for oppgaven er utvikling av teoretisk kunnskap og metode for måling av arbeidsflyt i byggproduksjon. Formålet med oppgaven er å bidra forskningsprosjektet Involverende planlegging med utvikling av målemetoder for måling av arbeidsflyt i byggproduksjon.

Gjennom arbeidet med oppgaven har vi hatt et nært og nyttig samarbeid med Veidekke, som har spilt en viktig rolle for vårt arbeid med oppgaven. Vi vil derfor benytte anledningen til å rette en stor takk til anleggsleder Jens G. Jensen og håndverkerne ved prosjektet Smidsrød helsehus, Jarle Foss, økonomisjef i region syd, Marius Plünnecke, økonomisjef ved divisjonsledelsen og direktør Trond Bølviken for å ha bidratt med nyttig informasjon og gode innspill til oppgaven. Vi vil også benytte anledningen til å takke for at vi har fått muligheten til å arbeide med et så spennende og utfordrende prosjekt som det Involverende planlegging er.

Avslutningsvis vil vi rette en stor takk til vår veileder Bo Terje Kalsaas for konstruktive tilbakemeldinger og innspill som har vært retningsgivende for utformingen av oppgaven. Han fortjener også stor anerkjennelse for sin tilgjengelighet og interesse for oppgaven.

Grimstad 16.06.12

Christian Helgesen og Tore Næss

SAMMENDRAG

Denne masteroppgaven er utarbeidet som en del av forskningsprosjektet Involverende planlegging, som blant annet Universitet i Agder og Veidekke Entreprenør AS er en del av. Formålet med forskningsprosjektet er å studere effekter av og forutsetninger for Involverende planlegging og Lean-tankegang i byggenæringen. Involverende planlegging er en planleggingsmetodikk Veidekke benytter seg av, og har som formål å gi flyt i produksjonen gjennom at ting gjøres i riktig rekkefølge, at det er arbeidsdeling i tid ved at de ulike nivåene i prosjektorganisasjonen er ansvarlig for produksjonsplanlegging i ulike tidsvinduer, at hindringer for flyt reduseres og at alle deltar i planleggingen av egen hverdag.

Universitetet i Agder ved Bo Terje Kalsaas for seg området som går på metode for måling av flyt i prosjektbasert produksjon. Målsetningen innenfor dette området er å utvikle teoretisk kunnskap og en konkret målemetodikk som kan fastslå om Involverende planlegging leverer målet om flyt i produksjonen, samt å kunne forklare årsaker til hvorfor eller hvorfor ikke dette målet oppnå. Denne oppgaven tar del i forskningen på dette området og tar sikte på å undersøke mulige målemetoder for den spesifikke formen for flyt, arbeidsflyt. Oppgaven har følgende problemstillinger:

På bakgrunn av dette blir oppgavens problemformuleringer:

- a) *Kan arbeidernes subjektive egenvurderinger benyttes til å måle arbeidsflyt direkte?*
- b) *Hvordan kan de tre dimensjonene av flyt måles i forbindelse med en målemetode basert på målekonseptet til produktivitetmålet Overall Equipment Effectiveness som måler arbeidsflyt i prosjektbasert produksjon?*

Disse problemformuleringene er videre avgrenset til følgende spørsmål: 1) Er det korrelasjon mellom arbeidsflyt beregnet med målemetoden aktivitetsstudie og beregnet arbeidsflyt fra egenutviklet subjektiv målemetode?; 2) Er det korrelasjon mellom subjektive vurderinger av tidsbruk som har hatt en negativ effekt på arbeidsflyten og tidsbruk målt ved aktivitetsstudie?; 3) Kan data fra Veidekkes økonomiverktøy VAP benyttes til å måle dimensjonen volumgjennomstrømning/intensitet i forbindelse med arbeidsflytmålemetode basert på OEE-

konseptet?; 4) Hvordan kan målemetoden PPC brukes til måling av kvalitetsdimensjonen i forbindelse med arbeidsflytmålemetode basert på OEE-konseptet?

For å svare på det første spørsmålet, ble det utviklet en målemetode som måler arbeidernes egenvurdering av flyten i arbeidet ved hjelp av en Likert-skala med fem svaralternativer, der hvert svaralternativ har fått definert en tallverdi som går fra dårligst flyt ved 0 til best flyt ved 4. Denne målemetoden baserer seg på å benytte spørreskjemaer til datainnsamling. Arbeidsflyt blir beregnet ved å dividere summen av tallverdiene fra en måling av de enkelte arbeiderne i et arbeidslag med den maksimale summen som kan oppnå:

$$\text{Arbeidsflyt} = 100 \% \times \frac{\sum \text{Tallverdier fra arbeidernes besvarelser}}{\text{Antall målte arbeider} \times 4}$$

For å svare på det andre spørsmålet, ble det utviklet en målemetode som måler arbeidernes egenvurdering av tidsbruk i arbeidet som har hatt en negativ effekt på arbeidsflyten. Målemetoden tar utgangspunkt i 11 spørsmål om forsinkelser i arbeidet knyttet til Koskela (2000) sine syv forutsetninger for sunne aktiviteter, samt utførelse av arbeid som ikke er planlagt og utbedring av tabber. Målemetoden er utformet slik at arbeiderne skal gi tidsanslag på eventuelle forsinkelser i arbeidet tilknyttet de enkelte spørsmålene. Denne målemetoden baserer seg på å benytte spørreskjemaer til datainnsamling. Prosentandel av tidsbruk som har hatt negativ effekt på arbeidsflyten i forhold til tilgjengelig arbeidstid berignes med formelen:

$$\text{Tidsbruk som har hatt negativ effekt på arbeidsflyten} = 100 \% \times \frac{\sum \text{Forsinkelser}}{\sum \text{Arbeidstimer}}$$

De to første spørsmålene ble besvart ved å gjennomføre korrelasjonsanalyser mellom innsamlet data gjennom aktivitetsstudier og innsamlet data ved bruk av de egenutviklede målemetodene. Datainnsamlingen ble utført ved Veidekkes prosjekt Smidsrød helsehus i Tønsberg. Korrelasjonskoeffisienten Pearson r ble benyttet som statistiske metode for å besvare spørsmålene. De to siste spørsmålene ble besvart ved at vi tok utgangspunkt i Kalsass og Bølviken (2012a) sine forslag til målestrategier, og samlet inn data gjennom intervjuer, workshops og litteratursøk.

For å gjennomføre datainnsamling og besvare oppgaven ble det benyttet en eksplorerende forskningsdesign, og en kombinasjon av kvalitativ og kvantitativ metode. Den kvalitative metoden som ble benyttet var hovedsakelig intervjuer og refleksjonsmøter, mens den kvantitative metoden var bruk av egenutviklede kvantitative målemetoder og aktivitetsstudier.

Resultatene fra korrelasjonsanalysen mellom subjektiv egenvurdering av arbeidsflyt og målt arbeidsflyt i aktivitetsstudiet viser en relativt lav korrelasjonskoeffisient pearson r på 0,2187 som er mindre en det Johannesen et al. (2010) anbefaler som et godkjent mål.

Resultatene fra korrelasjonsanalysen mellom subjektiv egenvurdering av tid som har negativ effekt på arbeidsflyt og tid målt i aktivitetsstudiet gir en korrelasjonskoeffisient på 0,75. Denne verdien blir av Johannesen et al. (2010) kategorisert som sterk grad korrelasjon. Men selv om det er en sterk grad av korrelasjon fremkommer det svakheter med metoden som gjør at korrelasjonen kan forventes å reduseres.

Formelen under ble utarbeidet da økonomiverktøyet VAP ble analysert. Formålet var å utvikle en formel som kan brukes til måling av volumgjennomstrømning. Basert på utført ferdiggrad og økonomisk ferdiggrad gir formelen en prosentverdi på hvor mye som er produsert i forhold til produksjonskostnadene.

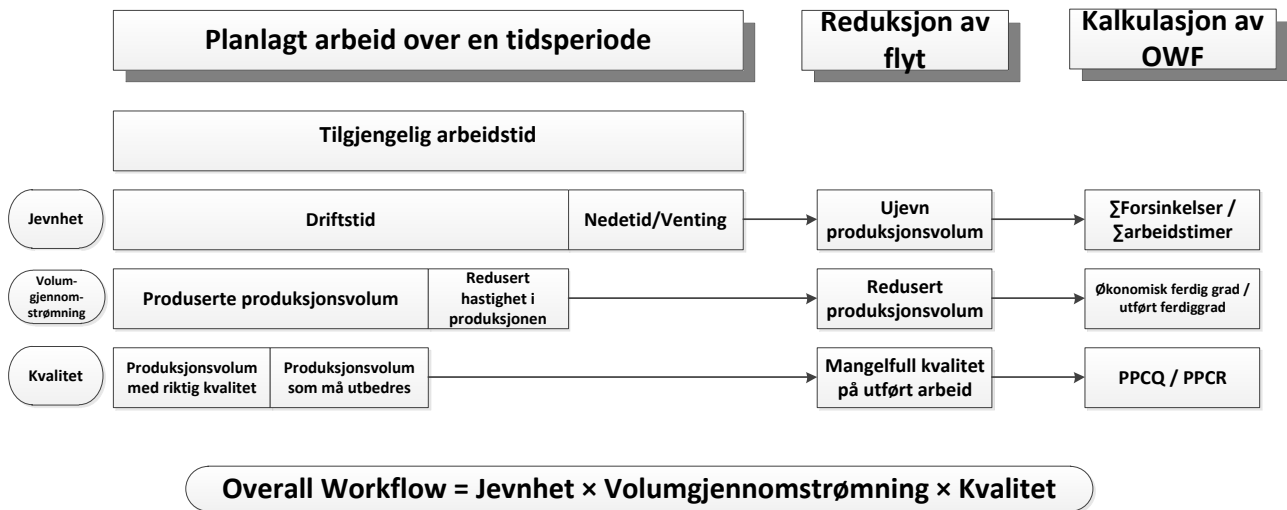
$$\text{Volumgjennomstrømning} = 100\% * \frac{\text{Utført ferdiggrad}}{\text{Økonomisk ferdiggrad}}$$

Som svar på oppgavens fjerde spørsmål, forslår vi følgende målemetode for dimensjonen kvalitet i OWF:

$$\text{Andel produksjonsvolum med god nok kvalitet} = 100\% \times \frac{\text{PPCQ}}{\text{PPCR}}$$

Målemetoden går ut på å benytte PPCR som et uttrykk for produserte produksjonsvolum og PPCQ et uttrykk for produserte volum med god nok kvalitet.

På bakgrunn av resultatene til spørsmålene to, tre og fire, foreslår vi målemetoden Overall Workflow (OWF). OWF er et forsøk på å overføre det kvantitative produktivitetsmålet Overall Equipment Effectiveness fra Lean Production til Lean Construction som et arbeidsflytmål. Vært forslag til oppbygningen av OWF er illustrert i figur 1.1



Figur x.x Arbeidsflytmålemetoden OWF. Illustrasjonen er inspirert av OEE-illustrasjonen til Jeong og Phillips (2001).

Av figuren kommer det fram forslag til hvordan de tre flytdimensjonene kan beregnes for å kunne måle $OWF = Jevnhet \times Volumgjennomstrømning \times Kvalitet$. Figuren viser også hvordan redusert flyt i forhold til de tre flytdimensjonene kan forstås.

INNHold

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INNLEDNING | 11 |
| 1.1 | Bakgrunn | 11 |
| 1.2 | Problemformulering | 14 |
| 1.3 | Avgrensning | 16 |
| 1.4 | Oversikt | 17 |
| 2 | VEIDEKKE - PROSJEKTET SMIDSRØD HELSEHUS | 18 |
| 3 | TEORI..... | 19 |
| 3.1 | Lean Production og Lean Construction..... | 19 |
| 3.2 | Transformasjon – Flyt – Verdiskapning..... | 20 |
| 3.3 | Flyt | 22 |
| 3.3.1 | Flyt i prosjektbasert produksjon | 22 |
| 3.3.2 | Generell definisjon av flyt i prosjektbasert produksjon | 23 |
| 3.3.3 | Flyt som en individuell sinnstilstand..... | 25 |
| 3.4 | Seven Flows – Syv forutsetninger for sunne aktiviteter | 27 |
| 3.5 | The Last Planner System..... | 28 |
| 3.6 | Involverende Planlegging..... | 30 |
| 3.7 | Veidekkes Anbuds & Produksjonsoppfølgingssystem | 31 |
| 3.7.1 | Kontraktskalkyle | 32 |
| 3.7.2 | Produksjonskalkyle | 33 |
| 3.7.3 | Utført | 33 |
| 3.7.4 | Økonomisk status ved periodeslutning..... | 33 |
| 3.7.5 | Sluttprognose..... | 34 |
| 3.8 | Overall Equipment Effectiveness..... | 34 |
| 3.9 | Oppbygningen til målemetoden Overall Workflow | 37 |
| 3.9.1 | Utgangspunkt for målinger med målemetoden OWF | 37 |
| 3.9.2 | Elementer som inngår i OWF..... | 38 |
| 3.9.3 | Rammeverk for målemetoden OWF | 39 |
| 3.10 | Strategier for å måle arbeidsflyt i prosjektbasert produksjon | 40 |
| 3.11 | Beskrivelse av egenutviklede målemetoder for måling av subjektive egenvurderinger | 41 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 3.11.1 | Vurdering av muligheter for å måle arbeidernes oppfattelse av arbeidsflyt direkte | 41 |
| 3.11.2 | Beskrivelse av egenutviklet målemetode for direkte subjektiv arbeidsflytmåling... | 42 |
| 3.11.3 | Vurdering av hvordan arbeidernes persepsjon av tidsbruk som har hatt negativ effekt på arbeidsflyten kan måles..... | 43 |
| 3.11.4 | Beskrivelse av egenutviklet subjektiv målemetode for måling av tidsbruk som har hatt negativ effekt på arbeidsflyten | 44 |
| 3.12 | Målestrategier for måling av dimensjonene i OWF..... | 46 |
| 3.12.1 | Målestrategi for dimensjonen volumgjennomstrømning | 46 |
| 3.12.2 | Målestrategi for dimensjonen kvalitet..... | 46 |
| 3.13 | Aktivitetsstudie - Detaljert nedbrytning av planlagte aktiviteter og individuelle studier av tidsbruk..... | 47 |
| 4 | METODE | 49 |
| 4.1 | Metodisk tilnærming | 49 |
| 4.2 | Litteratursøk | 51 |
| 4.3 | Datainnsamling på byggeplass - Aktivitetsstudie | 52 |
| 4.4 | Datainnsamling på byggeplass - Spørreundersøkelse | 54 |
| 4.5 | Intervjuer og workshops..... | 55 |
| 4.6 | Statistiske metoder | 56 |
| 5 | RESULTATER..... | 57 |
| 5.1 | Resultater – måling av arbeidsflyt direkte..... | 57 |
| 5.1.1 | Arbeidsflyt - intervju med prosjektleder | 57 |
| 5.1.2 | Korrelasjon mellom subjektiv egenvurdering av arbeidsflyt og målt arbeidsflyt | 58 |
| 5.1.3 | Analyse..... | 60 |
| 5.1.4 | Oppsummering | 62 |
| 5.2 | Resultater – måling av arbeidsflyt indirekte | 62 |
| 5.2.1 | Korrelasjon mellom Subjektiv egenoppfattelse av tidsbruk som har negativ effekt på arbeidsflyten og målt tidsbruk i aktivitetsstudiet..... | 62 |
| 5.2.2 | Resultater – dag | 64 |
| 5.2.3 | Analyse..... | 67 |
| 5.2.4 | Oppsummering | 68 |
| 5.3 | Resultater – Hvordan VAP kan brukes til å måle volumgjennomstrømning i OWF..... | 68 |
| 5.3.1 | Presentasjon av intervjuresultater angående VAP..... | 68 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 5.3.2 | Analyse av hvordan VAP kan brukes til å måle dimensjonen volumgjennomstrømning | 72 |
| 5.3.3 | Metode 2 - utført ferdiggrad som volumgjennomstrømningsmål | 76 |
| 5.3.4 | Oppsummering | 78 |
| 5.4 | Hvordan kan PPC benyttes som målemetode for dimensjonen kvalitet i forbindelse med OWF? | 79 |
| 5.4.1 | Vurdering av hvordan målemetoden kan bygges opp | 80 |
| 5.4.2 | Forslag til målemetode for redusert flyt i dimensjonen kvalitet i forbindelse med OWF | 80 |
| 5.5 | Oppsummering OWF..... | 81 |
| 6 | DRØFTING | 82 |
| 6.1 | Erfaringer med egenutviklede målemetoder | 82 |
| 6.2 | Forslag til videre arbeid og forskning | 83 |
| 6.3 | Vurdering av empirisk metode | 83 |
| 6.4 | Resultatenes gyldighet..... | 84 |
| 7 | KONKLUSJON..... | 87 |
| 8 | REFERANSER..... | 90 |
| 9 | VEDLEGG..... | 93 |

1 INNLEDNING

1.1 *Bakgrunn*

Markedssituasjonen til byggenæringen er følsom for påvirkning fra konjunktursvingninger. Eksempelvis opplevde næringen nedgang som følge av finanskrisen som oppsto i 2008, men har ifølge Statistisk sentralbyrå (2012) de siste årene begynt å få en sterkere vekst i omsetningen. Nedgangskonjunkturer og usikkerhet i finansmarkedene vil kunne gi en markedssituasjon preget av lav aktivitet. Dersom det er lav aktivitet i bygg og anleggsmarkedet, kan det medføre at entreprenører ser seg nødt til å gå inn i mindre lønnsomme prosjekter for å beholde markedsposisjonene sine. I tillegg kan lønnsomheten til et byggprosjekt i stor grad påvirkes av kvaliteten på kalkulasjonsgrunnlaget for kontraktkalkylen til prosjektet. Det kan derfor sies at lønnsomheten til et prosjekt ikke nødvendigvis forteller noe om hvor godt et prosjekt er drevet og hvor god flyten i produksjonen har vært. Det kan eksempelvis være god flyt i et prosjekt med dårlige økonomiske resultater eller dårlig flyt i et prosjekt med gode økonomiske resultater. Det er derfor av interesse å kunne måle flyten i byggeplassproduksjon (prosjektbasert produksjon). Dette vil kunne gi prosjektledelsen indikasjoner på om det er nødvendig med forbedringstiltak i et pågående prosjekt, måle ettervirkningen av iverksatte tiltak, samt at det kan være et nyttig verktøy i forbindelse med erfaringsoverføring til andre prosjekter. Det er per i dag ikke etablert noen standardiserte metoder for måling av flyt i prosjektbasert produksjon.

Denne oppgaven er utarbeidet som en del av et forskningsprosjekt på produksjonsflyt i byggeprosjekter. Forskningsprosjektet er i regi av Veidekke Entreprenør AS, heretter referert til som Veidekke, og har forskningsinstituttet Fafo, Kruse Smith AS, Handelshøyskolen BI, Universitetet i Oslo og Universitetet i Agder som deltakere. Prosjektet omhandler Involverende planlegging, en planleggingsmetodikk som skal gi flyt i produksjonen gjennom at ting gjøres i riktig rekkefølge, at det er arbeidsdeling i tid ved at de ulike nivåene i prosjektorganisasjonen (leder for prosjektet, formann, bas) er ansvarlig for produksjonsplanlegging i ulike tidsvinduer, at hindringer for flyt reduseres og at alle deltar i planleggingen av egen hverdag. Formålet med forskningsprosjektet er å studere effekter av og forutsetninger for Involverende planlegging og Lean-tankegang i byggenæringen. Det er tre hovedområder som skal studeres. Den første er utvikling av en metode for måling av flyt i prosjektbasert produksjon. Den andre er betydningen av kultur og det sosiale samspillet mellom aktørene i prosjektbaserte virksomheter, mens det siste hovedområdet tar for seg den strategiske sammenhengen Involverende planlegging må inngå i.

Prosjektet har mottatt finansiell støtte av Norges forskningsråd, og har en planlagt varighet fra høsten 2009 fram til 2014. Blant forskningsaktivitetene er det blant annet planlagt to doktorgrader og flere masteroppgaver (Veidekke, 2010).

Universitetet i Agder (UiA) ved Bo Terje Kalsaas tar for seg hovedområdet som går på metode for måling av flyt i prosjektbasert produksjon. Målsetningen innenfor dette hovedområdet er å utvikle teoretisk kunnskap og en konkret målemetodikk som kan fastslå om Involverende planlegging leverer målet om flyt i produksjonen, samt å kunne forklare årsaker til hvorfor eller hvorfor ikke dette målet oppnås. Det har i denne sammenheng blitt publisert flere forskningsartikler, samt at det har blitt skrevet en rekke masteroppgaver av studenter ved linjen Industriell økonomi og teknologiledelse ved UiA. Kalsaas og Bølviken (2010) gjennomførte i sin forskningsartikkel en konseptuell vurdering av flytbegrepet innen produksjon. Forfatterne fant at det er en uklar og upresis tilnærming på flytkonseptet i Lean-litteraturen, samt at det kan virke som at flytbegrepet primært brukes som en metafor blant dem som forsker innenfor Lean Construction. Ved litteraturgjennomgang identifiserte forfatterne flere nøkkelindikatorer relatert til flyt i industriproduksjon. Det ble konkludert med å peke på flere egenskaper som bør inkluderes i en fremtidig operasjonalisering av flytkonseptet.

Salthaug og Sørensen (2010) forsøkte i sin masteroppgave å komme fram til en operasjonell definisjon av flyt og svare på om det er mulig å finne en kvantitativ metode for å måle flyt. Basert på litteraturgjennomgang foreslo de en presisering av produksjonsflyt som går på hvor jevn strømmen av verdiskapning er, samt at de argumenterte for at flyt bør ses på som et tillegg til både produktivitet og effektivitet. De konkluderte med at flyt sannsynligvis ikke kan måles direkte, men at det heller lar seg gjøre ved å se på flere indikatorer som samlet vil danne et bilde av flyten. I Kalsaas og Bølviken (2011a) sin forskningsartikkel om måling av arbeidsflyt på byggeplass, identifiseres og diskuteres det ti ulike mulige strategier for hvordan arbeidsflyt kan måles. Fordeler og ulemper med bruk av indikatorer versus direkte måling, samt egenvurdering (subjektiv) versus tredjepartsobservasjoner (objektiv) som metode blir gjennomgått. Forfatterne konkluderer med at to dimensjoner, jevnhet/ensartet og volumgjennomstrømning/intensitet, må integreres i den generelle forståelsen av flytbegrepet, samt at "god flyt" kjennetegnes av en kombinasjon av høye produksjonsvolum og ensartede (jevne) produksjonsvolumer per tidsenhet. Videre pekes det på at direkte måling, måling basert på indikatorer og en kombinasjon av disse målingene er mulige løsninger på hvordan arbeidsflyt kan måles. Det blir også fastslått at både subjektive og objektive målemetoder er forbundet med diverse fordeler og ulemper. I en forskningsartikkel som er under

arbeid foreslår Kalsaas og Bølviken (2011b) en konkret målemetode for arbeidsflyt, navngitt som Volum and Smoothness Matrix (VSM). Metoden tar utgangspunkt i at man måler de to dimensjonene i flytbegrepet hver for seg, og at man kombinerer disse målene ved å plote dem i en todimensjonal matrise. Forfatterne foreslår to mulige objektive mål for å beregne dimensjonen volumgjennomstrømning/intensitet, henholdsvis ved hjelp av baselines enten tilknyttet den økonomiske styringen eller den framdriftsmessige styringen av et prosjekt. Videre foreslår de et subjektivt mål for dimensjonen jevnhet/ensartet der det benyttes arbeidernes subjektive vurderinger av hvordan arbeidstiden har fordelt seg i ulike kategorier av arbeidsflyt.

Forsberg (2010) tok i sin masteroppgave for seg hvordan detaljerte aktivitetsstudier kan øke forståelsen av flyt i byggproduksjon. Han konkluderer med at aktivitetsstudier er en god måte å få oversikt over arbeidet som utføres på en byggeplass og peker på at bruk av registreringsskjema som metode kan anses som et brukbart verktøy for å kartlegge tids og prosentmessig fordeling av aktiviteter på en byggeplass. Grepperud og Hinlo (2011) benyttet seg av aktivitetsstudier i sin masteroppgave om produksjonseffekter av styrt bygglogistikk. De konkluderte med at aktivitetsstudier fremstår som en god metode for å måle hvordan logistikktiltak på byggeplassen påvirker arbeidsflyten. Kalsaas (2011) testet aktivitetsstudier som en metode for å måle arbeidsflyt ved hjelp av en induktiv tilnærming i sin forskningsartikkel. Han forklarer at det er utfordringer knyttet til metodens validitet, og peker på at det er usikkerhet rundt om aktivitetsstudier faktisk måler de to dimensjonene jevnhet/ensartet og volumgjennomstrømning/intensitet. Han påpeker også at det er utfordrende å verifisere at aktivitetene som registreres ved målinger blir vektet riktig i beregningen av arbeidsflyt. Han konkluderer blant annet med at metoden er under utvikling og at det fortsatt er potensiale for forbedringer innenfor metodens definerte parametere. Utenom masteroppgaver og forskningsartikler, har det også kommet flere studentbidrag til Involverende Planlegging i form av semesteroppgaver gitt av Kalsaas i faget IND 501 – Styring av verdikjeder ved UiA. Blant annet har det blitt gjennomført aktivitetsstudier for å kartlegge sløsing på byggprosjekt og for å se på årsaker til variasjon i arbeidsflyt mellom ulike arbeidslag (Haugebo, Gundersrud og Bajwa, 2010), samt at det har kommet teoretiske bidrag gjennom forslag om å inkludere en tredje dimensjon, kvalitet, i forståelsen av flytbegrepet (Ellingsen og Fredriksen, 2011).

1.2 *Problemformulering*

Formålet med forskningsprosjektet denne oppgaven tar del i, er som kjent å studere effekter av og forutsetninger for Involverende planlegging og Lean-tankegang i byggenæringen. Involverende planlegging er metodikken Veidekke benytter seg av for å drive framdriftsplanlegging, og er ifølge Kalsaas og Bølviken (2010) en utvidet versjon av The Last Planner System (Ballard, 2000). I Veidekke (2011) sitt veilederhefte om Involverende planlegging, forklares det at hovedmålsettingen med metodikken er å redusere tapt tid og skape flyt i produksjonen. Det er derfor nødvendig med en generell definisjon av flytbegrepet og konkret metode for hvordan flyten kan måles når en skal evaluere om Involverende planlegging leverer i henhold til målsetningen. Formålet med denne oppgaven er å bygge videre på arbeidet innenfor hovedområdet i forskningsprosjektet som fokuserer på utviklingen av teoretisk kunnskap og metode for måling av flyt i prosjektbasert produksjon. Med denne oppgaven tas det sikte på å undersøke mulige målemetoder for den spesifikke formen for flyt, arbeidsflyt. Kalsaas og Bølviken (2011a) peker på at man med forskningsprosjektet ønsker å undersøke i hvilken grad arbeidsflyt kan måles direkte, samt identifisere hvilke indikatorer som kan være mulige indirekte mål på arbeidsflyt. Det pekes også på at det er et forankret ønske om å maksimere det objektive grunnlaget i arbeidsflytmålinger for å kunne måle virkningen av eventuelle forbedringstiltak over tid. Dersom det kan dokumenteres empirisk at det er kovarians mellom subjektive og objektive mål, peker forfatterne på at mer praktisk gjennomførbare subjektive målinger kan være gode indikatorer på faktisk arbeidsflyt.

Kalsaas og Bølviken (2011a) har som kjent identifisert mulige målestrategier som kan benyttes for å utvikle nye målemetoder. Av disse strategiene har Kalsaas (2011) utviklet og verifisert aktivitetsstudier som en målemetode for å beregne arbeidsflyt i produksjonen. Aktivitetsstudier går ut på å kartlegge tidsbruk på aktiviteter som har positiv eller negativ effekt på arbeidsflyten. Metoden er basert på tredjepartsobservasjoner og er ifølge forfatteren veldig arbeidsintensiv. Derfor er det av interesse å undersøke om det kan empirisk dokumenteres at arbeidernes subjektive vurderinger kan benyttes for å måle arbeidsflyt direkte i stedet for å måle arbeidsflyt gjennom aktivitetsstudier. Videre tas det sikte på å utvikle en kvantitativ målemetode med utgangspunkt i en tredimensjonal generell forståelse av flytbegrepet, der det i tillegg til de to dimensjonene jevnhet/ensartet og volumgjennomstrømning/intensitet (Kalsaas og Bølviken, 2011a), også integreres en tredje kvalitetsdimensjon basert på forslag fra Ellingsen og Fredriksen (2011).

Overall Equipment Effectiveness (OEE) er en av nøkkelindikatorerne relatert til flyt i industriproduksjon som ble identifisert av Kalsaas og Bølviken (2010). Prosentmålet OEE er ifølge

forfatterne en prestasjonsindikator som sier noe om maskiners tilgjengelighet/oppetid, ytelse i form av relativ output og kvaliteten på produksjonen. Det pekes på at høye OEE-verdier indikerer at det er gode forhold for god flyt i produksjonen. Jeong og Phillips (2001) forklarer at OEE-verdier beregnes ved å multiplisere de tre effektivitetsdimensjonene tilgjengelighet, ytelse og kvalitet, og at OEE-målet sier noe om produktiviteten til maskiner/produksjonsutstyr ved å identifisere effektivitetstap knyttet til de enkelte effektivitetsdimensjonene. På denne måten kan man undersøke hvor det er forbedringspotensial i produksjonen, slik at man kan legge inn nødvendige ressurser til eventuelle forbedringer. Effekten av forbedringstiltakene kan også måles ved å sammenligne OEE-verdier målt før og etter iverksatte tiltak. Muchiri og Pintelon (2008) peker på at bruken av OEE-konseptet som et kvantitativt mål på produktivitet har blitt veldig utbredt innenfor ulike produksjonsindustrier, og at anvendelsen av OEE varierer mellom ulike industrier ved at det er utviklet flere varianter av målekonseptet, som hver for seg har blitt tilpasset forskjellige industrielle krav.

Siden OEE-konseptet har vist seg å kunne tilpasses ulike produksjonsforhold i forskjellige industrier, samt at det bygger på en tredimensjonal definisjon av effektivitet, er det av interesse å undersøke om målekonseptet kan benyttes som et rammeverk for å utvikle en ny kvantitativ målemetode, med utgangspunkt i en tredimensjonal definisjon av flyt, for å måle arbeidsflyt i prosjektbasert produksjon. Formålet med oppgaven blir dermed å bidra til utviklingen av en ny målemetode for arbeidsflyt i prosjektbasert produksjon gjennom å komme med forslag til utforming av de enkelte elementene som kan inngå i en målemetode basert på OEE-konseptet, samt å undersøke om arbeidernes subjektive egenvurderinger kan benyttes til å måle arbeidsflyt direkte. På bakgrunn av dette blir oppgavens problemformuleringer:

- c) Kan arbeidernes subjektive egenvurderinger benyttes til å måle arbeidsflyt direkte?*
- d) Hvordan kan de tre dimensjonene av flyt måles i forbindelse med en målemetode basert på målekonseptet til produktivitetsmålet Overall Equipment Effectiveness som måler arbeidsflyt i prosjektbasert produksjon?*

1.3 Avgrensning

Formålet med oppgaven er som nevnt å bidra til utviklingen av målemetode for arbeidsflyt i prosjektbasert produksjon ved å undersøke om arbeidernes subjektive vurderinger kan benyttes som et direkte arbeidsflytmål, samt å komme med forslag til hvordan de tre dimensjonene av flyt kan måles i forbindelse med en målemetode basert på OEE-konseptet for måling av arbeidsflyt. For å vurdere om arbeidsflyt kan måles direkte basert på arbeidernes subjektive egenvurderinger, vil vi med utgangspunkt i målestrategiene foreslått av Kalsaas og Bølviken (2011a) utvikle en målemetode som måler arbeidernes subjektive vurderinger av arbeidsflyten direkte og undersøke om disse vurderingene korrelerer med beregnet arbeidsflyt gjennom aktivitetsstudie. Når det gjelder målemetode basert på OEE-konseptet, innebærer dette at hver enkelt dimensjon i den tredimensjonale definisjonen av flytbegrepet måles hver for seg med egne målemetoder. For hver dimensjon benyttes målestrategiene foreslått av Kalsaas og Bølviken (2011a) og Kalsaas og Bølviken (2011b) som rammeverk. Når det gjelder dimensjonen jevnhet/ensartet, vil vi utarbeide en målemetode som måler arbeideres subjektive vurderinger av tidsbruk som har hatt negativ effekt på arbeidsflyten. For å vurdere om den indirekte subjektive målemetoden kan benyttes, vil vi undersøke om arbeidernes vurdering av tidsbruk korrelerer med målt tidsbruk i aktivitetsstudie. For den neste dimensjonen, volumgjennomstrømning/intensitet, vil vi undersøke hvordan data fra VAP, som er Veidekkes økonomiverktøy for kalkulasjon og økonomisk prosjektstyring, kan benyttes i en objektiv målemetode som måler redusert flyt for dimensjonen volumgjennomstrømning ved hjelp av en baseline tilknyttet den økonomiske styringen. Med tanke på den siste dimensjonen, kvalitet, vil vi undersøke hvordan målemetoden prosent planlagt utført (PPC) kan benyttes i forbindelse med måling av reduksjon i kvalitet. Oppgavens spørsmål blir dermed:

- 1) *Er det korrelasjon mellom arbeidsflyt beregnet med målemetoden aktivitetsstudie og beregnet arbeidsflyt fra egenutviklet subjektiv målemetode?*
- 2) *Er det korrelasjon mellom subjektive vurderinger av tidsbruk som har hatt en negativ effekt på arbeidsflyten og tidsbruk målt ved aktivitetsstudie?*
- 3) *Kan data fra Veidekkes økonomiverktøy VAP benyttes til å måle dimensjonen volumgjennomstrømning/intensitet i forbindelse med arbeidsflytmålemetode basert på OEE-konseptet?*
- 4) *Hvordan kan målemetoden PPC brukes til måling av kvalitetsdimensjonen i forbindelse med arbeidsflytmålemetode basert på OEE-konseptet?*

1.4 *Oversikt*

Rapporten innleder med et kapittel kalt *Veidekke-Prosjektet Smidsrød Helsehus*. Kapitlet gir en introduksjon av Veidekke og byggeprosjektet hvor en del av oppgavens datainnsamling fant sted. Det neste kapitlet heter *teori*, og er delt inn i tretten delkapitler. De første fem delkapitlene tar for seg teori tilknyttet Lean Construction. Formålet med disse delkapitlene er å ta for seg hvordan Lean kan forstås i tilknytning til byggebransjen, hvordan produksjon kan forstås på en byggeplass, hvordan flyt kan forstås i forhold til byggproduksjon, hvordan flyt kan defineres i forbindelse med produksjon i bygg og anlegg, hvordan flyt kan forstås som en individuell sinnstilstand, hvilke forutsetninger som må ligge til grunn for at produksjon på byggeplass kan gjennomføres og hvordan man kan planlegge framdriften til et byggeprosjekt. Kapitlene seks og syv tar for seg Veidekke sin planlegningsmetodikk Involverende planlegging, og Veidekke sitt økonomisystem VAP. De neste fem delkapitlene for seg teori og drøfting tilknyttet måling av arbeidsflyt som kan benyttes for å besvare oppgavens spørsmål.

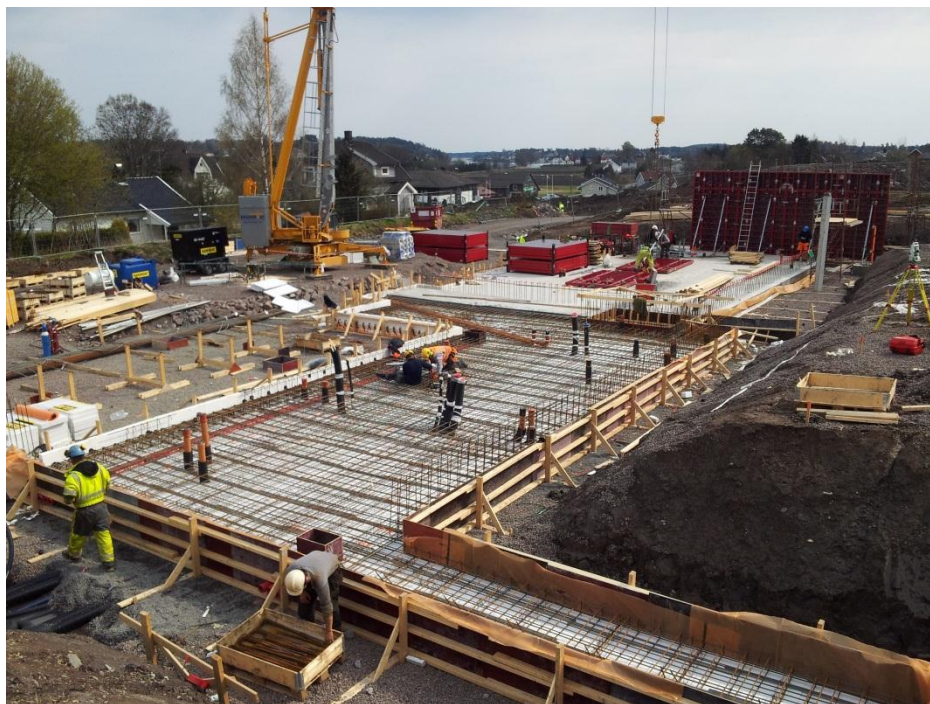
Det neste kapitlet heter *metode*. Dette kapitlet tar for seg den metodiske tilnærmingen som benyttes i oppgaven, hvordan det har blitt samlet inn data med litteratursøk, datainnsamling på byggeplass, intervjuer og workshops, samt statistisk metode. Det neste kapitlet heter *resultater*, og har besvares oppgavens fire spørsmål. Kapitlet er organisert etter nummereringen på spørsmålene.

Kapitlet som følger deretter heter *drøfting*, og starter med vurderinger av de egenutviklede målemetodene som ble benyttet i datainnsamlingen for å besvare oppgavens to spørsmål knyttet til korrelasjon. Deretter vurderes den empiriske metoden og resultatets gyldighet. Avslutningsvis er det en gjennomgang av resultatets implikasjoner og anbefalt videre arbeid.

Avslutningsvis kommer kapitlet *konklusjoner*. De viktigste konklusjonene fra resultatkapitlet gjennomgås her.

2 VEIDEKKE - PROSJEKTET SMIDSRØD HELSEHUS

Veidekke (2011a) opplyser i selskapets årsrapport at det er en av Skandinavias største og mest solide entreprenører og eiendomsutviklere. Selskapet har over 6 000 medarbeidere og hadde en omsetning på 17,9 milliarder kroner i 2011. Ifølge en pressemelding fra Veidekke (2011) hadde prosjektet Smidsrød Helsehus byggestart 1. februar 2012. Prosjektet har en estimert byggetid på 540 dager (ca. 2 år). Ved ferdigstillelse skal Smidsrød Helsehus inneholde 80 sykehjemsplasser, dagsenter, fellesfunksjoner, utomhus og et legesenter på ca. 250 m². Total grunnflate er estimert til ca. 8000 m² og tomten skal i tillegg ha et opparbeidet uteareal med veier, parkering, parkområdet med mer. Prosjektet bygges som totalentreprise med en samlet kontraktssum på 175 millioner kroner ekskl. mva. På prosjektet er det blant annet påregnet 1 900m³ betong, 5 700m² forskaling, 170 tonn armering og 7,5 tonn armeringsnett.



Figur 2.1 Oversikt over første bygning ved prosjektet Smidsrød Helsehus.

Alle målinger som ble gjennomført som en del av denne oppgaven, ble gjennomført ved prosjektet Smidsrød helsehus. Målingene ble utført i perioden 16-20 april 2012, da prosjektet fremdeles var i en tidlig fase. Aktivitetene som ble utført på byggeplassen i måleperioden, var nødvendig grunnarbeid med gravmaskin og hjullastere, forskaling og støping av gulv.

3 TEORI

Innledningsvis i dette kapittelet ser vi på Lean som en filosofi, før introduserer TFV-teorien som en konseptualisering av produksjon innen Lean Construction. Deretter ser vi på hvordan flyt kan forstås i prosjektbasert produksjon, hvordan flyt kan defineres og hvordan flyt kan oppfattes som en individuell sinnstilstand. Videre presenterer vi hvilke forutsetninger som må være tilstede for at aktiviteter i prosjektbasert produksjon kan anses som sunne. Deretter gir vi en introduksjon til The Last Planner System og Involverende planlegging, før vi gir en innføring i Veidekkes anbuds og produksjonsoppfølgingssystem. Deretter presenterer vi produktivitetmålet OEE fra Lean Production, før vi diskuterer hvordan målekonseptet til OEE kan benyttes som rammeverk til en målemetode som skal måle arbeidsflyt i prosjektbasert produksjon. Deretter presenterer vi hvordan strategier en kan benytte for å måle arbeidsflyt, før vi beskriver to egenutviklede målemetoder for subjektive målinger. Deretter presenterer vi to målestrategier som kan benyttes i forbindelse med en OEE-basert målemetode for arbeidsflyt. Deretter vil vi presentere forslag til hvordan PC kan benyttes til å måle dimensjonen kvalitet, før vi avslutningsvis presenterer målemetoden aktivitetsstudier.

3.1 *Lean Production og Lean Construction*

Lean Production eller Lean Thinking (Womack, Jones og Roos 1990, Womack and Jones 1996) har sitt utspring i Toyota Production System (TPS), som i hovedsak ble utviklet av Ohno (1988). Eliminering av sløsing står sentralt i TPS. Shingo (1989) forklarer at TPS identifiserer syv kilder til sløsing: 1) Overproduksjon; 2) Venting; 3) Unødvendig transport; 4) Overprosessering; 5) Unødvendig inventar/lager; 6) Unødvendig bevegelse; 7) Defekter/feilretting. Ifølge Ohno (1988) henviser de fem første kildene til sløsing til flyt av materialer, mens de to siste kildene henviser til arbeidskraft eller maskiner. De grunnleggende konseptene i TPS er å ha trekk-drevet produksjon (*pull-manufacturing*), redusere sløsing (*muda*) ved å eliminere ikke-verdiskapende aktiviteter, gjøre ting riktig første gang ved å identifisere og rette opp defekter umiddelbart ved kilden, ha kontinuerlig forbedring (*Kaizen*), bygge langsiktige relasjoner med leverandørene, være i stand til å produsere ulike varer i ulike mengder, samt å benytte gruppearbeid (Dahlgaard og Park-Dahlgaard, 2006). Termen Lean ble innført av Womack et al. (1990) for både å reflektere fokuset på reduksjon av sløsing i TPS og for å kontrastere termen fra Fordismen. Lean-tankegangen kan ifølge Womack og Jones (1996) oppsummeres med følgende fem prinsipper: 1) Spesifisere verdien til spesifikke produkt presist; 2) Identifisere verdistrømmen til hvert produkt; 3) Sørge for flyt av verdier uten

forstyrrelser; 4) La kundens etterspørsel trekke verdiene ut fra produksjonen; 5) Perfeksjoner produksjonen ved å ha et kontinuerlig fokus på forbedringer.

Lean Construction er byggenæringens tilnærming på produksjonsfilosofien Lean Production. Koskela (2009) peker på at produksjon i bygg og anlegg er fundamentalt ulik produksjon i eksempelvis bilindustrien, men at det er mulig å tilpasse Lean-tankegangen til byggenæringen ved å komme med teoretiske nytolkninger. Ifølge Salem, Solomon, Genaidy og Luegring (2005) har det siden starten av 1990-tallet blitt arbeidet med å overføre prinsipper fra Lean Production til Lean Construction, men det påpekes at utviklingen fortsatt kan anses å være i en tidlig fase. Forfatterne trekker fram bidragene til The International Group for Lean Construction (IGLC) som spesielt viktige for det teoretiske fundamentet til produksjonsfilosofien. Av bidragene som har kommet til utviklingen av teori og metode innenfor Lean Construction, trekker Bertelsen (2002) fram Last Planner-metoden for produksjonskontroll (Ballard og Howell 1998; Ballard 2000) og Koskela (2000) sin forståelse av bygg og anlegg som en produksjon gjennom TFV-konseptet, som spesielt viktige bidrag. I tillegg til de syv formene for sløsing i henhold til TPS, så har Koskela (2004) introdusert en åttende type sløsing for bygg- produksjonen. Denne refereres til som making-do, og forekommer ifølge forfatteren når en aktivitet er påbegynt uten de nødvendige forutsetninger for at aktiviteten kan fullføres er tilstede.

3.2 Transformasjon – Flyt – Verdiskapning

Som et teoretisk rammeverk for å forstå produksjonsprosessen til et byggeprosjekt foreslår Koskela (2000) modellen Transformasjon-Flyt-Verdiskapning (TFV). Forfatteren forklarer at TFV-teorien er basert på tre produksjonskonsepter med ulike vinklinger mot produksjonen. Det første konseptet fokuserer på transformasjonsaspektet, som tar for seg verdiskapende aktiviteter. Det andre produksjonskonseptet fokuserer på flytaspektet, som omhandler ikke-verdiskapende aktiviteter. Det tredje konseptet fokuserer på det verdiskapningsorienterte produksjonsaspektet, som tar for seg produksjonskontroll i kundeperspektivet. Han argumenterer for at de tre produksjonskonseptene må anses som partielle og komplementære fremfor alternativer, og foreslår med TFV-teorien en konseptualisering av produksjon som integrerer de tre aspektene transformasjon, flyt og verdiskapning, illustrert i tabell 3.1.

Tabell 3.1 TFV-teorien (kilde: Bertelsen og Koskela, 2002).

| | Transformasjon | Flyt | Verdiskapning |
|--|--|---|---|
| Konseptualisering av produksjon | Som en transformasjon av inputs til outputs | Som en strøm av materiale, sammensatt av transformasjon, inspeksjon, flytting og venting | Som en prosess der verdi for kunden skapes ved å oppfylle kundens krav |
| Hovedprinsipp | Effektiv realisering av produksjonen | Eliminering av sløsing (ikke-verdiskapende aktiviteter) | Eliminering av verditap (opnådd verdi sammenlignet med best mulig verdi) |
| Assosierte prinsipper | Dekomponere produksjonsoppgavene, Minimere kostnadene til alle dekomponerte oppgaver | Komprimere ledetid, Redusere variabilitet, Forenkle produksjonen, Øke gjennomsiktigheten, Øke fleksibiliteten | Sørge for å fange opp alle kunde krav, Sikre at kunde kravene kan innfris i alle produksjonsfaser, Ta hensyn til alle krav for det som skal gjøres, Sørge for kapabiliteten til produksjonssystemet, Måle verdi |
| Metoder og praksis (eksempler) | Arbeidsnedbrytningsstruktur (WBS), MRP, Organisatorisk ansvarsdiagram | Kontinuerlig flyt, <i>Pull</i> – produksjonskontroll, Kontinuerlig forbedring | Metoder for å fange opp krav, Quality Function Deployment (QFD) |
| Praktisk bidrag | Tar hånd om det som skal gjøres | Sørger for at unødvendige aktiviteter i størst mulig grad unngås | Sørger for at krav fra kunder blir oppfylt på best mulig måte |

Transformasjon er betegnelse på direkte arbeid utført. Produksjon i transformasjonskonseptet blir ifølge Koskela (2000) sett på som en transformasjon fra input (innsatsfaktorer) til output (sluttprodukt). Transformasjon betraktes da som en omdannelsesprosess der innsatsfaktorene blir bearbeidet og øker i verdi fram til sluttproduktet. Arbeid som skal utføres kan dekomponeres til undertransformasjoner og aktiviteter. Produksjonsstyringen fokuserer på å minimere kostnadene på aktivitetenes innsatsfaktorer og at aktivitetene tilstrebes så effektivt som mulig.

Flyt er ifølge Koskela (2000) er strømmen av materialer, arbeid og utstyr. Produksjon i flytkonseptet blir ifølge forfatteren sett på som en gjennomstrømning, der det i tillegg til transformasjon, forekommer venting, inspeksjoner og forflytninger. Fokuset ligger på overgangene mellom verdiskapende aktiviteter, hvor materialer og utstyr skal ha en uhindret gjennomstrømning mellom arbeidsprosesser. Det søkes å minimere ikke-verdiskapende aktiviteter ved å identifisere og eliminere sløsing. Forfatteren trekker fram at det er spesielt viktig å redusere variabilitet, siden dette er en kritisk faktor som påvirker flyten. Han gir seks prinsipper for flyt: 1) Reduser andelen ikke-

verdiskapende arbeid; 2) Reduser ledetid; 3) Reduser variabilitet; 4) Forenkle aktiviteter; 5) Øke fleksibiliteten; 6) Øke gjennomsiktigheten.

Verdiskapning er det som skaper verdi for kunden. Produksjon i verdiskapningskonseptet innebærer ifølge Koskela (2000) at kunders behov oppfylles ved at produkter designes og produseres nøyaktig i samsvar med kunders krav og ønsker. Koskela, Rooke, Bertelsen og Henrich (2007) peker på at det ikke er åpenbart hvordan de tre produksjonsaspektene i TFV-teorien kan forenes. Forfatterne forklarer at det er brukerne av teorien som må sørge for integreringen. Det presenteres tre forslag til hvordan de tre produksjonsaspektene kan integreres: 1) Balansere alle aspektene i vinklingen mot produksjon. 2) Ta for seg interaksjoner mellom fenomener som dekkes i de tre produksjonskonseptene. 3) Bruke de tre vinklingene suksessivt.

3.3 *Flyt*

I dette kapitlet vil vi først se på hvordan flyt kan forstås i forbindelse med prosjektbasert produksjon. Deretter vil vi presentere en generell definisjon av flyt i prosjektbasert produksjon. Avslutningsvis gjennomgår flyt som en individuell sinnstilstand.

3.3.1 Flyt i prosjektbasert produksjon

Som en del av arbeidet med å utvikle en metode for å måle arbeidsflyt i prosjektbasert produksjon, har Kalsaas og Bølviken (2010) utført en konseptuell vurdering av flytbegrepet i sammenheng med produksjon på byggeplass. Forfatterne forklarer at flyt kan assosieres med en kjede av aktiviteter, kontinuerlig og fri bevegelse, og verdiskapning. De peker på at flytbegrepet har en sterk intuitiv appell i form av mening og erfaring, men at begrepet er vanskelig å definere i tilknytning til det operasjonelle nivået av produksjonen. Forfatterne fant i sin litteraturgjennomgang at flytbegrepet refereres til i utbredt grad innen ulike disipliner, men at det er en uklar og upresis tilnærming på flytkonseptet i Lean-litteraturen. Shingo (1988) sitt bidrag med et todimensjonalt flytkonsept trekkes fram som et unntak. Kalsaas og Bølviken (2010) peker på at dem ikke har funnet noen bevis for at det er Shingo (1988) sitt flytkonsept som benyttes av bidragsyttere innen Lean Construction, og at det kan virke som om flytbegrepet primært blir benyttet som en metafor blant teoretikerne innen Lean Construction.

Shingo (1988) benytter flyt som en kjede av hendelser. Han skiller mellom to typer flyt i produksjonen, flyt av prosesser og flyt av operasjoner. Prosesser er kjeden av hendelser der råvarer omgjøres til produkter, mens operasjoner er kjeden av hendelser der arbeidere og maskiner jobber med de enkelte ledd i produksjonslinjen. Shingo (1988) argumenterer for at prosesser bør ha

prioritet over operasjoner når det jobbes med å forbedre produksjonen, og ifølge Kalsaas og Bølviken (2011a) har de fleste teoretikerne som arbeider med Lean fulgt denne linjen.

Kalsaas og Bølviken (2010) peker på at Shingo (1988) sin referanseramme er produksjon som preges av repetisjon, standardisering og store volum. Slik produksjon er ifølge forfatterne ulik produksjon innen bygg og anlegg. Kalsaas og Bølviken (2011a) forklarer at bygg og anlegg er kompleks produksjon av ulike prosjekter der hvert produkt er unikt. Et produkt i denne sammenheng er ifølge Kalsaas og Bølviken (2010) konstruksjonen som konstrueres på en byggeplass. Dette innebærer at produksjonen må flyttes til produktområdet (byggeplassen) i motsetning til at produktet flyttes til produksjonsområdet (en fabrikk). Forfatterne forklarer videre at størrelsen på produktet i bygg og anlegg innebærer at arbeid må bevege seg gjennom produktet fremfor at produktet blir forflyttet mellom arbeidsstasjoner. Om man skal anvende Shingo (1988) sitt todimensjonale flytkonsept i bygg og anlegg, peker Kalsaas og Bølviken (2010) på at prosesser kan ses på som framdriften til et prosjekt, mens det arbeidet som utføres av ulike fag utgjør operasjonene. Arbeidsflyt i prosjektbasert produksjon er derfor ifølge Kalsaas og Bølviken (2011a) en del av operasjonsflyten. Kalsaas og Bølviken (2010) peker på at et byggeprosjekt blir sett på som en prosess av aggregerte delprosesser som ikke først og fremst består av sekvensielle, men også gjensidige avhengighetsforhold. Forfatterne forklarer at operasjonene kan deles inn i mer eller mindre aggregerte arbeidspakker, der hver arbeidspakke har en intern flyt som inkluderer prosessering, inspeksjon, transport/bevegelse og forsinkelse. Når arbeidspakker aggregeres med alle sine egne interne former for flyt, vil hver arbeidspakke eller arbeidsoppgave ifølge Kalsaas og Bølviken (2010) bli en prosess i henhold til Shingo (1988) sitt flytkonsept.

3.3.2 Generell definisjon av flyt i prosjektbasert produksjon

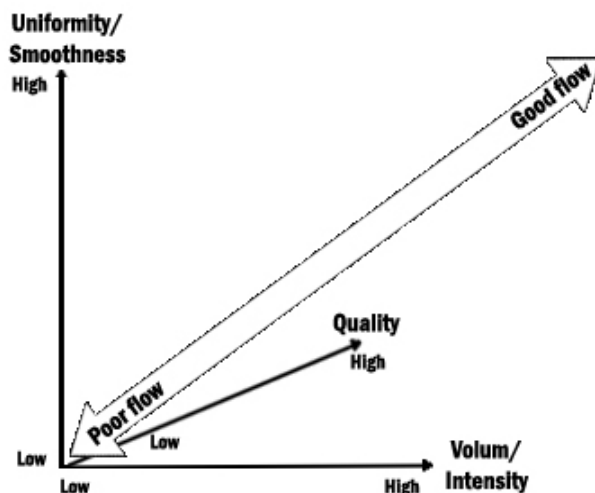
Selv om det er arbeidsflyt det fokuseres på i forskningsprosjektet, vurderer Kalsaas og Bølviken (2011a) det som både nødvendig og nyttig å utvikle en generell definisjon av flytbegrepet, som dekker alle typer flyt involvert i prosjektbasert produksjon. Med utgangspunkt i arbeidet til Salthaug og Sørensen (2010) konkluderer forfatterne med at det er nødvendig med to integrerte dimensjoner, jevnhet/ensartet og volumgjennomstrømning/ intensitet, i forståelsen av flytbegrepet. Jevnhet/ensartet forklares som graden av stabil volumgjennomstrømning per tidsenhet. "God flyt" kjennetegnes dermed ifølge forfatterne av en kombinasjon av høye produksjonsvolum og ensartede (jevne) produksjonsvolumer per tidsenhet. De argumenterer for denne konseptualiseringen med at det ikke vil gi mening å karakterisere stabil produksjon med lave produksjonsvolum eller produksjon i rykk og napp med høye produksjonsvolum, som produksjon med god flyt.

Kalsaas og Bølviken (2011a) peker på at ønsket om å gå bort fra produktivitet¹ var en viktig faktor i avgjørelsen om å fokusere på måling av flyt. Den nevnte kompleksiteten i prosjektbasert produksjon fører ifølge forfatterne til at det er vanskelig å måle total produktivitet på en byggeplass. Det pekes på at produktivetsmålinger innen bygg og anlegg derfor ofte blir utført på faktornivå. Målinger av faktorproduktivitet er ifølge forfatterne ofte irrelevante for den totale produktiviteten eller flyten, siden høye produktivetsverdier ved slike målinger kan skjule at det er lav flyt eller et høyt nivå av sløsing i produksjonen. Forfatterne forklarer at det todimensjonale flytkonseptet gjeninnfører produktivetsbegrepet gjennom dimensjonen volumgjennomstrømming, og argumenterer for at den todimensjonale forståelsen av flytbegrepet vil vise seg mer fruktbar enn tidligere tilnærminger til produktivitet. Dette begrunner de med at flytkonseptet kombinerer og sammenstiller de to dimensjonene på en måte som muliggjør en dypere konseptualisering og bedre forståelse.

I sin fagartikkel utarbeidet i forbindelse med faget IND 501 – Styring av verdikjeder ved UiA, introduserer Ellingsen & Fredriksen (2011) kvalitet² som en tredje dimensjon i den generelle definisjonen av flytbegrepet. Kalsaas (2011) forklarer at når en forsøker å oppnå god flyt i prosjektbasert produksjon, så er det en sentral utfordring å sørge for at arbeid som involverer to eller flere fag og aktører overleveres mellom partene med riktig kvalitet, samt til avtalt grad av ferdigstillelse. På bakgrunn av dette kan det argumenteres for en tredimensjonal konseptualisering av flyt ved at en stabil produksjon med høye produksjonsvolum, der produksjonsvolumene ikke er av god nok kvalitet, ikke kan karakteriseres som produksjon med god flyt. Med en tredimensjonal generell forståelse av flyt, kan "God flyt" i prosjektbasert produksjon kjennetegnes av en kombinasjon av høye produksjonsvolum, ensartede (jevne) produksjonsvolumer per tidsenhet og tilstrekkelig kvalitet på produksjonsvolumene. Figur 3.1 illustrerer de tre dimensjonene med hensyn til graden av flyt.

¹ I et utdrag fra en e-post kommunikasjon mellom Kalsaas og Bølviken (2010) forklares det at produktivitet er forholdet mellom output og input i en prosess. Produktivitet beskrives som et kvantitativt mål, og ved produktivetsmålinger er det output og input som vurderes, ikke selve prosessen. Videre forklares det at det kan måles faktorproduktivitet og totalproduktivitet. Faktorproduktivitet innebærer at man måler en faktor på inputsiden og ser bort fra de øvrige faktorene, mens totalproduktivitet vil si at en måler alle innsatsfaktorene.

² På workshop hos Veidekke i Oslo den 6.februar 2012 peker Bølviken på at kvalitet har noe med samsvar til forventninger å gjøre, eller noe knyttet til følelser.



Figur 3.1 Tredimensjonal forståelse av flytbegrepet. Illustrasjonen er basert på Kalsaas og Bølviken (2011a) og Ellingsen & Fredriksen (2011).

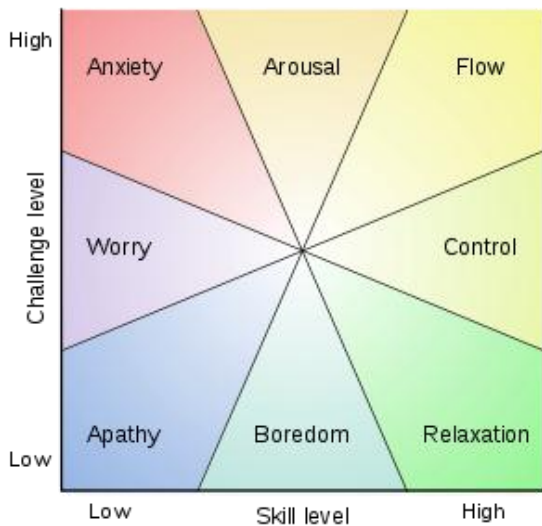
3.3.3 Flyt som en individuell sinnstilstand

Quinn (2005) ser på flytbegrepet i en sosial vitenskapelig sammenheng og assosierer flyt med kunnskap, effektivitet og innovasjon. I denne sammenheng har Quinn utviklet fire utsagn som beskriver sammenslåingen av handling og bevissthet: 1) jeg kan forklare hvordan aktiviteten utføres på best mulig måte; 2) Jeg kan håndtere situasjoner som oppstår underveis; 3) Jeg kan fortelle deg hvorfor beslutningen som ble gjort er riktig; 4) Jeg visste hva jeg skulle gjøre hver gang det oppstod en situasjon.

Csikszentmihalyi (2005) beskriver det han kaller for flytsonen som en tilstand der intensjon, følelser og handling er i harmoni med hverandre. I denne tilstanden er personen så fokusert på aktiviteten som blir utført at vedkommende bruker store deler av sin psykiske kapasitet for å få aktiviteten utført. I flytsonen vil sansene være mer åpne for inntrykk fremfor når man for eksempel opplever stress eller kjedsommelighet. Opplevelsen av flyt er ensbetydende med en positiv situasjon der man engasjementet er så stort at tidsfølelsen kan forsvinne. Flytsonen kan i mange sammenhenger identifiseres med følelsen man opplever når man utfører en fritidsaktivitet i form av idrett eller en eller annen form for hobby. Grunnen til det er fordi det finnes klare mål, rammer og regler slik at vedkommende kan utføre aktivitetene uten å være i tvil om hvordan handlingene skal gjennomføres. I tillegg legges det vekt på at utførelsen av fritids aktiviteter ofte er basert på indre motivasjon.

En viktig forutsetning for å komme inn i flytsonen er at det er et balansert forhold mellom utfordring og mestringsnivå. Mål man setter seg har innflytelse på personens selvfølelse. Selvfølelse

beror seg på et realistisk forhold mellom forventninger man har og i hvilken grad man oppnår disse. Det vil si at utfordringene må være tilpasset vedkommende personlige mestringsnivå for at flytsonen skal oppnås. Hvis for eksempel oppgaven er for krevende i forhold til mestringsnivået kan det medføre frustrasjon. I motsatt tilfelle kan en enkel oppgave medføre avslapphet eller direkte kjedsomhet. Csikszentmihalyi plasserer flytsonen i sammenheng med syv andre kategorier som alle er et resultat av utfordring og ferdighet, disse kategoriene er presentert i figur. 3.2.



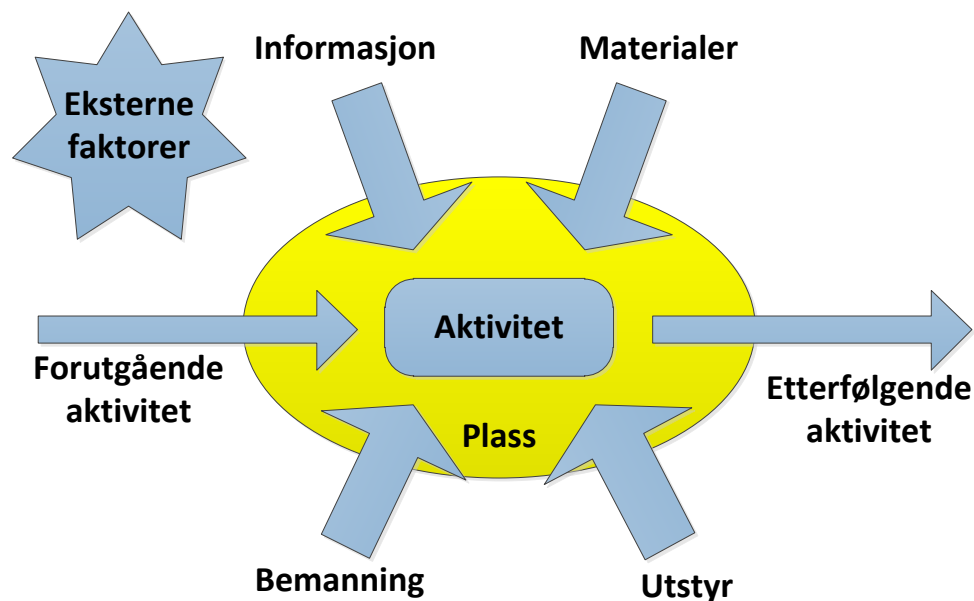
Figur 3.2 Sammenheng mellom utfordringer og ferdigheter (Csikszentmihalyi, 2005).

Når en person er i flytsonen vil det oppstå en følelse av mestring som igjen stimulerer til økt lykkefølelse. Hvor energiske, sterke og suksessrike vi føler oss er avhengig av konkrete handlinger og aktiviteter som man utfører. For eksempel vil et sterkt engasjement i en stor oppgave gi en positiv følelse. Derimot vil det oppstå en negativ følelse hvis anstrengelsene ikke gir forventet resultater eller hvis vi på forhånd gir opp fordi man føler at man ikke strekker til. Med andre ord, det er en sammenheng mellom flytsonen og følelsen av lykke. Ved å klargjøre mål, gi spillerom for tilbakemelding, balansere forholdet mellom utfordringer og ferdigheter og sikre at de øvrige og nevnte forutsetningene er tilstede er dette tiltak som øker sannsynligheten for å oppnå flytsonen. Men selv om det er en rekke tiltak som har en positiv bidrag for å oppnå flytsonen er den i en arbeidssituasjon flere forhold som også kan virke negativt. Ytre motivasjon som ofte er lønn og andre belønningsgoder er i seg selv en mindre god forutsetning for å oppnå flytsonen, men noe som vi ikke kan unngå i denne sammenheng. I tillegg rettes det forutsetninger til at vedkommende er tilstrekkelig fokusert på oppgaven som utføres. Det betyr at personlige problemer, dårlig kommunikasjon eller liten trivsel på jobb etc. er faktorer som har direkte negativ virkning.

3.4 *Seven Flows – Syv forutsetninger for sunne aktiviteter*

Seven Flows er ifølge Koskela (2000) syv forutsetninger som bør være til stede før en spesifikk arbeidsoppgave påbegynnes for å unngå sløsing og redusert flyt. Han påpeker at de syv forutsetningene samlet genererer resultatet av arbeidsoppgaver, og at flere av forutsetningene er forbundet med relativt høy variabilitet grunnet særegenheter ved ulike byggeprosjekt. Sannsynligheten for manglende innsatsfaktorer i produksjonen øker dermed betydelig dersom forutsetningene ikke ligger til rette før utførelsen av en arbeidsoppgave starter.

De syv forutsetningene identifiseres som informasjon, komponenter og materialer, arbeidere, utstyr, plass, forutgående aktivitet og eksterne faktorer. Dersom disse forutsetningene er til stede, kan arbeidsoppgavene ifølge Bertelsen, Henrich, Koskela og Rooke (2007) anses som sunne. Forutsetningene er illustrert i figur 3.3.



Figur 3.3 Illustrasjon av de syv forutsetningene for sunne aktiviteter. (kilde: Bertelsen, Henrich, Koskela og Rooke, 2007).

Forutsetningen om informasjon tar for seg at det må foreligge framdriftsplaner, detaljerte tegninger, nødvendig informasjonsflyt mellom aktørene på byggeprosjektet og annen informasjon som sikrer at produksjonen tilfredsstillers krav om kvalitet. Som kilde til variabilitet forbundet med informasjon, peker Koskela (2000) på at det ikke er uvanlig at detaljerte tegninger mangler ved planlagt arbeidsoppstart, samt at skjulte feil i tegninger eller prefabrikkerte deler vil oppstå som problemer ved oppdagelse på byggeplassen. Eksterne faktorer kan dreie seg om værforhold,

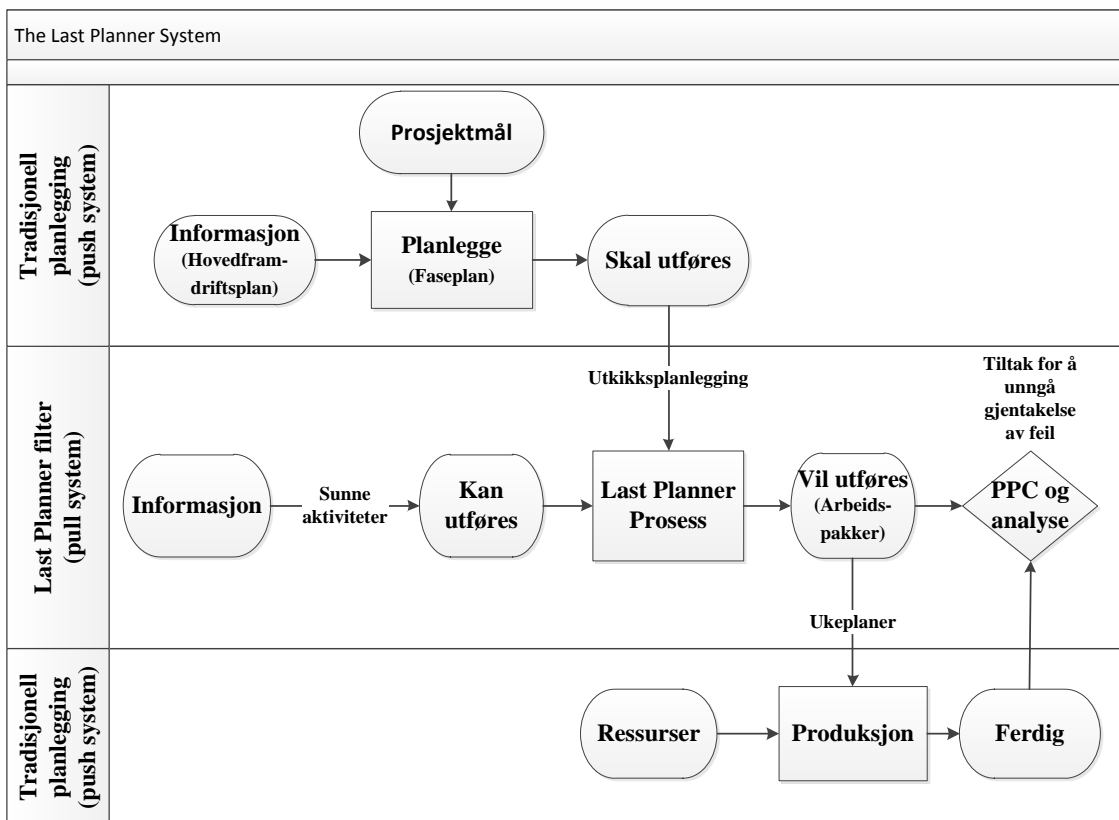
tillatelser fra det offentlige og topografi. Forfatteren trekker fram værforholdene ekstreme temperaturer, nedbør og vind som spesifikke eksempler på kilder til variabilitet grunnet ytre omstendigheter. Forutsetningen om rett bemanning innebærer at det må være riktig antall arbeidere med god nok kompetanse. Forfatteren påpeker at produktiviteten ved manuelt arbeid i sin natur er variabel.

Forutsetningen om materialer dreier seg om materialers tilgjengelighet, samt at materialers type og mengde er riktig. Kilder til variabilitet kan i denne sammenheng dreie seg om lagring av materialer på byggeplassen eller leveringspresisjonen til leverandører. Forutsetningen om utstyr dreier seg om tilgjengeligheten av riktig utstyr som trengs for å utføre en arbeidsoppgave. Venting på at utstyr blir ledig eller tidsbruk på leting etter verktøy kan være variabilitetskilder i tilknytning til når en arbeidsoppgave kan påbegynnes. Forutsetningen om plass dreier seg om tilgjengeligheten for å kunne utføre arbeid på byggeplassen. Hvor ryddig arbeidsplassen kan være en kilde til variabilitet i denne sammenheng. Den siste forutsetningen handler om at forutgående aktivitet må være avsluttet før arbeidet med neste arbeidsoppgave kan starte. Koskela (2000) forklarer at plasstilgjengeligheten og overgangen mellom ulike arbeidsoppgaver vil være variabel grunnet avhengigheten til foregående aktiviteter. Økt tidsbruk på koordinering mellom fag og arbeidslag, samt ekstraarbeid med ned- og opprigging er eksempler på årsaker til variabilitet som knyttes til forutsetningen for forutgående aktivitet.

3.5 The Last Planner System

Gjennom arbeidet med å utvikle en metode for produksjonskontroll på byggeprosjekter, ble The Last Planner System (LPS) introdusert av Glenn Ballard og Greg Howell på 1990-tallet (Ballard og Howell 1998, Ballard 2000). LPS er ifølge Kalsaas, Skaar og Thorstensen (2010) en sentral metode innen Lean Construction, og har som målsetning å bidra til reduisering av sløsing i produksjons- og anskaffelsesprosesser, samt å øke verdiskapningen i byggeprosjekter. Forfatterne forklarer at LPS er skreddersydd for å håndtere de mange avhengigheter, usikkerheter og koordineringsbehov som kan være forbundet med byggproduksjon. Kalsaas og Sacks (2011) påpeker at koordinering av ressurser og beslutninger som tar sikte på å skape produksjonsforutsigbarhet, slik at nivået av sløsing kan reduseres gjennom redusert variabilitet, er primært anliggende for LPS. Ballard og Howell (2003) fant ved litteraturgjennomgang at implementering av LPS i byggeprosjekter har medført mer pålitelig flyt og høyere gjennomstrømning i produksjonen.

The Last Planner (den siste planleggeren) er ifølge Ballard (2000) det individ eller gruppe som bestemmer planen for hvilket fysisk, konkret arbeid som skal utføres på kort sikt. Forfatteren forklarer at slike planer kalles *assignments* (arbeidspakker). Det oppgis fem kriterier for å utarbeide arbeidspakker med god nok kvalitet: 1) Definisjon; 2) Sunnhet; 3) Sekvens; 4) Størrelse; 5) Læring. Definisjonskriteriet handler om at arbeidspakker må være såpass spesifikke at det kommer fram hva som er riktig type og antall materialer, at arbeid kan koordineres mellom ulike fag, samt at det skal være målbart om arbeidspakken er fullført eller ikke. Kriteriet om sunnhet handler om at alle forutsetninger for at arbeidspakkene kan utføres må være til stedet, eksempelvis de syv forutsetningene Koskela (2000) identifiserer. Sekvens dreier seg om at arbeidspakker utføres i riktig rekkefølge, samt om det er identifisert arbeidspakker med lavere prioritet som kan settes inn i produksjonen dersom de opprinnelige arbeidspakkene ikke lar seg gjennomføre eller at produksjonen har gått bedre enn planlagt. Størrelseskriteriet handler om at arbeidspakker må være i riktig størrelse i forhold til kapasiteten til arbeidslagene. Læringskriteriet handler om at arbeidspakker som ikke blir fullført er sporbare slik at årsaker til mangelfull fullføring kan identifiseres. Koskela, Stratton og Koskenvesa (2010) forklarer at LPS består av fem integrerte hovedelementer: 1) Hovedframdriftsplan; 2) Faseplanlegging; 3) Utkviksplanlegging; 4) Ukeplan; 5) Prosent Plan Utført (PPC) og årsaksanalyser for at planlagt arbeid ikke ble fullført, illustrert i figur 3.4.



Figur 3.4 Illustrasjon av oppbygningen til The Last Planner System. Illustrasjonen er basert på Ballard (2000).

Hovedframdriftsplanen er ifølge Ballard (2000) en generell plan der de store prosjektmilepælene reflekteres. Faseplanlegging handler om å dele hovedframdriftsplanen i ulike faser med sikte på å utvikle mer detaljerte arbeidsplaner og sette målsetninger for milepæler i de ulike fasene. Utkvikksplanlegging går ut på utarbeiding av plan for mellomlang sikt. Slike planer har ifølge Ballard (2000) et vindu på mellom 3 til 12 uker avhengig av forutsetningene til byggprosjektet. Aktivitetene fra hovedframdriftsplan og faseplanen deles opp i et detaljnivå som er passende som arbeidspakker i ukeplaner. Hver aktivitet kan inneholde flere arbeidspakker. Deretter foretas det hindringsanalyser av alle arbeidspakkene ved å vurdere dagens tilstand og forutsetninger for gjennomføring. Eventuelle begrensninger fjernes. Gjennomførbare aktiviteter identifiseres og godkjennes til å inkluderes i ukeplaner. Siden det bare tillates å starte arbeidsoppgaver etter at hindringer er fjernet, peker Ballard og Howell (1998) på at LPS dermed benytter et *pull*-system som metode for produksjonskontroll. Utkvikksplanlegging kan ses på som et Last Planner filter.

Ballard og Howell (2003) forklarer at forrige ukes plan blir gjennomgått ukentlig for å avgjøre hvilke arbeidspakker som har blitt fullført etter plan. I tilfeller hvor arbeidspakker ikke har blitt gjennomført, utføres det årsaksanalyser for å lære av planleggingsfeil og å innføre kontinuerlig forbedring. Påliteligheten til den ukentlige planen i LPS beregnes med målesystemet PPC. Ballard (2000) forklarer at PPC er antall fullførte arbeidspakker dividert med det totale antall planlagte arbeidspakker, uttrykt som en prosentandel. Under forutsetningen om planer med god kvalitet, peker forfatteren på at høyere PPC-verdier samsvarer med at det utføres mer riktig arbeid med gitte ressurser, som innebærer høyere produktivitet og fremgang. Ifølge Ballard (1999) er PPC-verdier veldig variable ettersom forholdene på prosjektet endres. Han definerer det som akseptabelt å oppnå PPC-verdier på mellom 60 % til 70 %, og peker på at det er nødvendig med eksempelvis variabilitetsanalyser for å kunne oppnå verdier på mellom 70 % og 90 %. Over 90 % blir av forfatteren ansett som fremragende siden det er nærmest umulig å kontrollere variabiliteten i alle arbeidsprosessene.

3.6 Involverende Planlegging

Veidekke benytter en tilpasning av LPS kalt Involverende planlegging (IP), som ifølge veiledningsheftet til Veidekke (2011) er en metodikk for å drive framdriftsplanlegging i prosjektbasert produksjon. Hovedmålsettingen med IP er å redusere tapt tid og skape flyt i produksjonen. Det opplyses IP er et helhetlig konsept, men at det må tilpasses lokale forhold siden

alle prosjekter er ulike. Hovedelementene i IP er: 1) Hindringsanalyse; 2) Arbeidsdeling i tid; 3) Plansystemet; 4) Møtestrukturen.

Hindringsanalyse er systematisk analyse og fjerning av hindringer ut i fra de syv forutsetningene for sunne aktiviteter som Koskela (2000) trekker fram. I veilederen til Veidekke (2011) forklares det at en aktivitet er sunn når den kan utføres uhindret, som innebærer effektivt, med riktig kvalitet og på en måte som ivaretar helse og sikkerhet. Arbeidsdeling i tid innebærer at ulike ledelsesnivåer planlegger i forskjellige tidshorisonter. Plansystemet i IP er bygget opp av strategiske og operative planer. De strategiske planene lages en gang. De operative planene er rullerende med et økende detaljnivå jo kortere tid det er til arbeid skal utføres. De strategiske planene er utgangspunktet for de operative planene. Plansystemet er illustrert i tabell 3.2. Møtestrukturen til IP er tilpasset til, og behandler, de ulike planene. Det enkelte byggprosjekt avgjør selv hvordan møtestrukturen utformes.

Tabell 3.2 Plansystemet i Involverende planlegging (kilde: Veidekke, 2011)

| Type | Elementer | Forklaring | Eier |
|---------------------------|---------------------|---|------------------------------|
| Strategiske Planer | Hovedframdriftsplan | Angir de overordnede tidsrammene for et prosjekt. Har en tidshorison fra prosjektets start til slutt. | Prosjektleder |
| | Faseplan | Detaljerer den enkelte hovedfasen. Utarbeides i samarbeid med de viktigste underentreprenørene. En plan for hver hovedfase. | Anleggsleder/ driftsleder |
| Operative Planer | Utkikksplan | Hindringer analyseres, og det planlegges hvordan hindringer skal fjernes. Viser et tidsvindu på fem-ni uker. | Anleggsleder/ driftsleder |
| | Ukeplan | Førstkommende uke skal bare inneholde sunne aktiviteter i henhold til Koskela (2000). Viser et tidsvindu på to-fire uker. | Formann |
| | Lagsplan | Viser aktiviteter for inneværende uke for den enkelte fagarbeider. | Bas |

3.7 Veidekkes Anbuds & Produksjonsoppfølgingssystem

I dette kapitlet presenteres Veidekkes Anbuds & Produksjonsoppfølgingssystem (VAP). Kapitlet er basert på Veidekke (2009, 2012a & 2012b).

VAP er et økonomiverktøy prosjektlederne bruker for kalkulasjon og økonomisk prosjektstyring. Systemet er relativt godt innarbeidet i organisasjonen. Det brukes både til kalkulasjon og økonomisk prosjektstyring eller bare kalkulasjon. Det jobbes kontinuerlig med å innarbeide

systemet bedre i organisasjonen slik at alle brukere etter hvert vil benytte det til begge oppgavene. Alle prosjekt i Veidekke er organisert som en selvstendig enhet, og som et viktig grunnlag i den økonomiske styringen skal et oppdatert prosjektrengskap innrapporteres til Veidekke sin økonomiavdeling ved slutten av hver periode. En periode er avgrenset til en måned med unntak av sommermånedene, totalt er det ti perioder i et normalt driftsår.

Systemet har løpende avregningsmetode og prosentvis ferdigstillelse som regnskapsprinsipp, det betyr at inntekter føres opp i takt med utførelsen av arbeidet. Eventuelle tap som har hvert eller kommer til å skje skal tas straks det oppdages og ikke fordeles over byggetiden. Korrigering av kostnadene og inntekter skal utføres på de postene der det er nødvendig. På denne måten viser systemet en oppdatert produksjonskalkyle, sluttprognose, periodens verdiskapning ved å angi en ferdiggrad for de ulike kostnadspostene, og en økonomisk ferdiggrad for hele prosjektet. Verktøyet består av fem hovedposter: 1) Kontraktskalkyle; 2) Produksjonskalkyle; 3) Utført; 4) Økonomisk status ved periodeslutning; 5) Sluttprognose. Hovedpostene er illustrert i forma av månedsrapport fra VAP i figur 3.5.

| MÅNEDSRAPPORT | | | | | | | | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|---|----------------------------|--------------|---|--------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------|
| Prosjektnavn: VD Huset | | Pr. dato: 31.01.2009 | | | | | | | |
| Prosjektnummer: 29000 | | | | | | | | | |
| | KONTRAKTS-KALKYLE (Rutine B10.1.2) | PRODUKSJONS-KALKYLE (Rutine B10.1.3) | UTFØRT (Rutine B10.1.4) | | ØKONOMISK STATUS VED PERIODESLUTNING (Rutine B10.1.5) | | | SLUTTPROGNOSE (Rutine B10.1.6) | |
| | | | Ferdiggrad % | Utført beløp | Bokført | Korreksjoner | Opptjent/pålopt hittil | Gjenstående | Sluttprognose |
| Inntekter | | | | | | | | | |
| Inntekter kontrakt | 60 600 000 | 60 600 000 | | | 30 792 392 | | | | 60 600 000 |
| Endringer/tillegg godkjente | | 3 000 000 | | | 3 000 000 | | | | 3 000 000 |
| Endringer/tillegg uavklarte | | 5 000 000 | | | | | | | 5 000 000 |
| Risiko | | 2 500 000 | | | | | | | 2 500 000 |
| SUM inntekter | 60 600 000 | 66 100 000 | | | 33 792 392 | -5 433 164 | 28 359 228 | 37 740 772 | 66 100 000 |
| Kostnader | | | | | | | | | |
| 41 - Byggematerialer | 18 000 000 | 20 228 000 | 37,1 % | 8 505 000 | 8 607 317 | -100 000 | 8 507 317 | 11 720 683 | 20 228 000 |
| 46 - Hjelpemateriell | 500 000 | 551 250 | 40,0 % | 220 500 | 220 601 | | 220 601 | 330 649 | 551 250 |
| 51 - Timelønn | 7 000 000 | 4 847 368 | 43,7 % | 2 118 300 | 2 118 315 | | 2 118 315 | 2 729 053 | 4 847 368 |
| 52 - Månedslønn | 4 000 000 | 4 186 352 | 38,1 % | 1 595 000 | 1 595 042 | | 1 595 042 | 2 591 310 | 4 186 352 |
| 61 - Underentreprenører | 15 000 000 | 18 349 135 | 37,1 % | 6 781 000 | 6 750 633 | 1 500 000 | 8 250 633 | 10 098 502 | 18 349 135 |
| 63 - Transport | 0 | 0 | 0,0 % | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 |
| 64 - Tjenester /Rådgivere | 0 | 0 | 0,0 % | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 |
| 67 - Leier/kjøp salg Bautas | 7 500 000 | 7 246 905 | 42,0 % | 3 043 700 | 3 043 238 | | 3 043 238 | 4 203 667 | 7 246 905 |
| 72, 74, 76 - reiser, møter, Annet | 280 000 | 266 250 | 72,0 % | 191 700 | 191 547 | | 191 547 | 74 703 | 266 250 |
| 92 - Interne leier (93) | 500 000 | 714 654 | 37,3 % | 266 566 | 266 566 | | 266 566 | 448 088 | 714 654 |
| SUM kostnader før avsetn. | 52 780 000 | 56 389 914 | 38,5 % | 22 721 766 | 22 793 259 | 1 400 000 | 24 193 259 | 32 196 655 | 56 389 914 |
| Avsetning til risiko | 600 000 | 660 000 | | | | | 283 163 | 660 000 | 660 000 |
| Avsetning til reklamasjonsarbeider | 600 000 | 660 000 | | | | | 283 163 | 660 000 | 660 000 |
| Rapporteringsprofil | | | | | | | 700 000 | | |
| SUM kostnader etter avsetn. | 53 980 000 | 57 709 914 | | | | | 25 459 585 | Økonomisk ferdiggrad | 57 709 914 |
| = Dekningsbidrag | 6 620 000 | 8 390 086 | | | | | 2 899 642 | 42,90 % | 8 390 086 |
| Dekningsgrad (%) | 10,9 % | 12,7 % | | | | | 10,2 % | | 12,7 % |

Figur 3.5 Illustrasjon av månedsrapport. Hentet fra Veidekke (2012a)

3.7.1 Kontraktskalkyle

Kontraktskalkylen er den første utgaven av produksjonskalkylen. Kalkylen oppsummerer prosjektets økonomiske forutsetninger på kontraktstidspunktet. Kalkylen skal kunne identifisere prosjektets kritiske aktiviteter. Den endres ikke etter at kontrakten er inngått, og er dermed utgangspunktet for den økonomiske oppfølgingen i gjennomføringsfasen av prosjektet.

3.7.2 Produksjonskalkyle

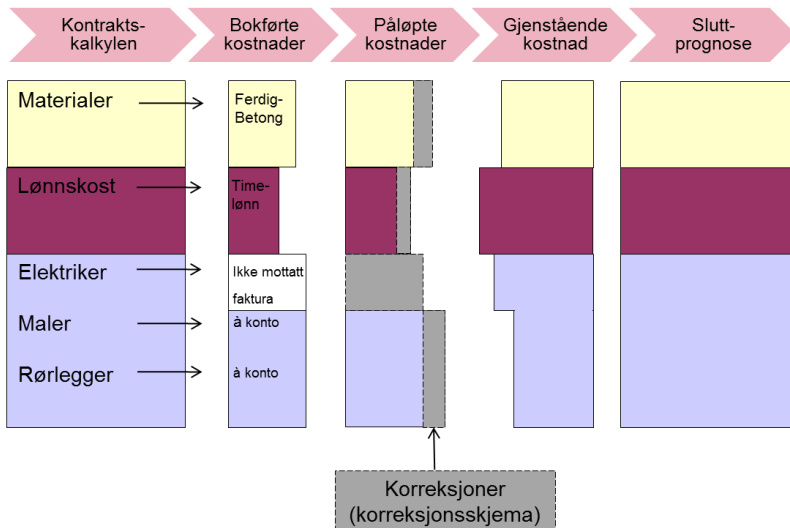
Produksjonskalkylen brukes til å opprettholde oversikten over prosjektets arbeidsomfang og økonomiske situasjon som samlede inntekter og kostnader. En oppdatert produksjonskalkyle skal vise forventet sluttresultat og være den kalkylen som er sist oppdatert. Den tar utgangspunkt i kontraktkalkylen og oppdateres løpende for alle endringer, reguleringer og avvik ettersom disse blir identifisert. Korrigeringene skal være det som har hendt hittil og det som forventes at skal skje i fremtiden.

3.7.3 Utført

Utført posten gir et kronemessig uttrykk og en ferdiggrad i prosent av produksjonskalkylen beregnet på det som er fysisk produsert. Den brukes blant annet til å kvalitetssikre produksjonskalkylen ved å sammenligne hva som faktisk har påløpt av kostnader. Det registreres hvilken mengde som er utført på de forskjellige postene i produksjonskalkylen og kroner blir brukt som fellesnevner for utregningen. Basert på denne metoden beregnes utførtverdien ved å multiplisere de utførte mengdene (m^3 , m^2 , m etc.) med produksjonskalkylens enhetskostnader. Hvis for eksempel det totalt i prosjektet skal brukes $2000m^3$ betong med en enhetspris på $975 \text{ kr}/m^3$ og jobben er 60 % ferdig ved månedsavslutning vil utførte kostnader bli $2000m^3 \times 0,6 \times 975 \text{ kr}/m^3 = 1170\ 000 \text{ kr}$. Samlet utførtverdi er summen av postene og ferdiggraden beregnes per post og samlet for prosjektet. Ved å sammenligne resultatet med hva som faktisk har påløpt av kostnader benyttes denne utførtposten til å kvalitetssikre produksjonskalkylen og som grunnlag for avdragsnota til byggherren.

3.7.4 Økonomisk status ved periodeslutning

Denne posten kontrollerer transaksjonene som er registrert på prosjektet i perioden og prosjektets påløpte kostnader og opptjente inntekter ved avsluttet periode. Påløpte kostnader er bokførte kostnader + korreksjoner. Korreksjoner er nødvendig å foreta fordi det ved periodeslutt kan være avvik mellom innkjøpt materiell og brukt materiell, fakturert arbeid hos underleverandør og faktisk utført arbeid etc. For eksempel kan en elektriker ha fakturert $500\ 000$ og i tillegg produsert for $200\ 000$ i perioden som det ikke er fakturert for. Påløpte kostnader blir da fakturert beløp + korreksjon = $500\ 000 + 200\ 000 = 700\ 000$. Korreksjonen fordeles i henholdsvis to hovedgrupper som er kostnadskorreksjoner og inntektskorreksjon. Kostnadskorreksjon skal som vist i figur 3.6 korrigeres for blant annet beholdning på lager, faktura ikke mottatt, reklamasjonsarbeid og risiko. Inntektskorreksjon skal blant annet korrigeres på utført ikke-fakturert og over fakturert i forhold til byggherren.



Figur 3.6 Korrigering av bokførte kostnader ved å legge til påløpte kostnader. Kilde: Veidekke (2012b).

3.7.5 Sluttprognose

Sluttprognosen beregnes som summen av påløpte og gjenstående og skal gi den sist oppdaterte og best estimerte oversikten for totale inntekter, kostnader og dekningsbidrag for prosjektet. Prognoses tar ikke hensyn til «worste case» eller «best case» men skal være det beste estimatet basert på tilgjengelig data og opplysninger. Sannsynlig størrelse på gjenstående inntekter, kostnader og risiko vurderes med utgangspunkt i prosjektets økonomiske status ved periodeavslutting.

3.8 Overall Equipment Effectiveness

Som en del av konseptet Total Productive Maintenance (TPM)³ introduserte Nakajima (1988) den kvantitative beregningen Overall Equipment Effectiveness (OEE) som et produktivitetsmål for industrielt produksjonsutstyr / maskiner. OEE ble foreslått som en beregning for fremdriftsevaluering av TPM og for å oppnå en produksjon med null tap. Jeong og Phillips (2001) forklarer at OEE identifiserer effektivitetstap, og peker på at dette er aktiviteter som absorberer ressurser uten å bidra til verdiskapning.

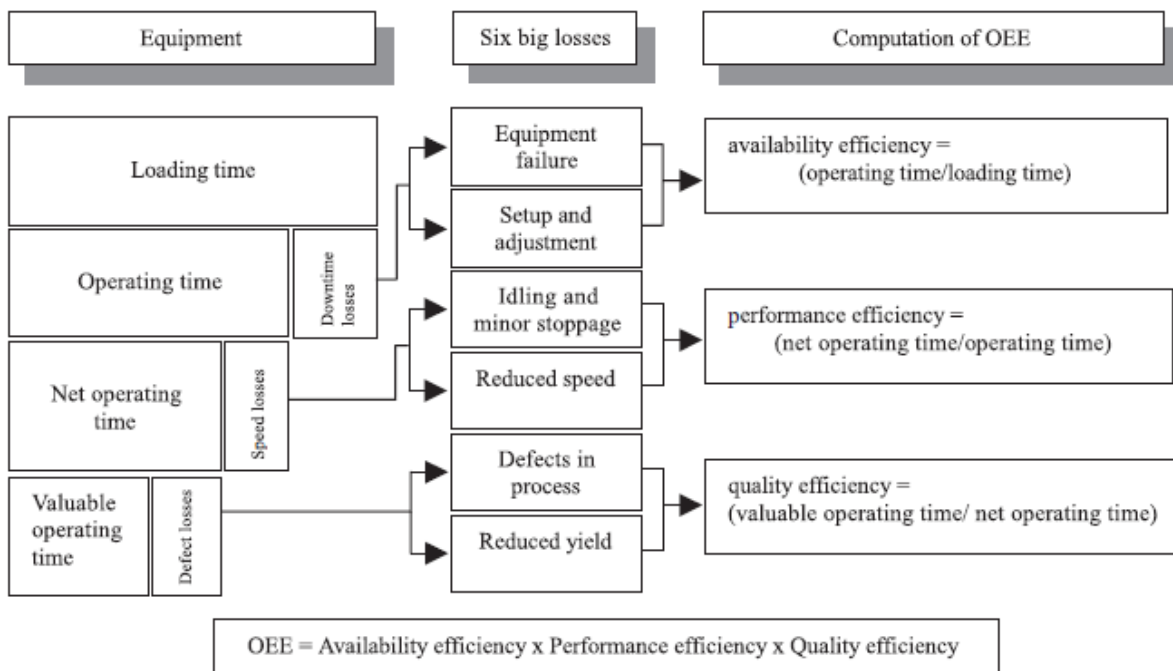
Nakajima (1988) beskriver OEE som en nedenfra-opp tilnærming, der en integrert arbeidsstyrke tilstreber høyere produktivitet ved å fjerne effektivitetstap. Han tok utgangspunkt i tre dimensjoner av effektivitet, tilgjengelighet (A), ytelse (P) og kvalitet (Q), når han identifiserte og klassifiserte

³ Ifølge Nakajima (1988) er TPM en tilnærming på vedlikehold med fokus på kontinuerlig forbedring med tanke på å maksimere produksjon og drifte utstyr ideelt og effektivt. Jeong og Phillips (2001) beskriver TPM som et arbeidsintensivt forebyggende vedlikeholdssystem der alle avdelinger og funksjoner i en organisasjon involveres for å maksimere utstyrseffektiviteten. Konseptet TPM er ifølge Cua, McKone og Schroeder (2001) et kritisk supplement til Lean Production som kan ses i form av dets innvirkning på produksjonsprosessen gjennom sin effekt på utstyrstilgjengelighet, produksjonstakt og produksjons-kvalitet.

det han så på som de viktigste årsakene til maskiner/utstyrs effektivitetstap. Disse tapene ble kategorisert i seks kjerneområder navngitt som «the six big losses»: 1) utstyrssvikt; 2) oppsett og justering; 3) tomgangskjøring og mindre stans; 4) redusert hastighet; 5) defekter i produksjonsprosessen; 6) redusert kapasitet.

Av de seks store effektivitetstapene, ble 1) utstyrssvikt og 2) oppsett og justering ansett som tapt tid grunnet nedetid når utstyret er tilgjengelig for produksjon. Effektivitetstapene grunnet 3) tomgangskjøring og mindre stans og 4) redusert hastighet, ble kategorisert som hastighetstap som vil resultere i redusert produksjonsytelse. De to siste effektivitetstapene, 5) defekter i produksjonsprosessen og 6) redusert kapasitet, ble ansett som tap grunnet defekter generert av lav kvalitet. Bamber, Castka, Sharp og Motara (2003) forklarer at de seks store effektivitetstapene måles i form av OEE, og at OEE-målet er en funksjon av de tre effektivitetsdimensjonene.

Innhold og prosedyre for beregning av OEE i henhold til Nakajima (1988) sin definisjon av effektivitet, er illustrert i figur 3.7.



Figur 3.7 OEE: Innhold og prosedyre for beregning i henhold til Nakajima (1988). (Jeong og Phillips, 2001).

For å få en oversikt over bruk av OEE som produktivitetsmål har Muchiri og Pintelon (2008) skrevet en artikkel hvor de har gått gjennom litteratur om hvordan OEE med tiden har utviklet seg som målemetode, samt at de har sett på to industrielle eksempler for å diskutere ulike praktiske anvendelser av OEE. Litteraturgjennomgangen deres viser at dagens anvendelse av OEE varierer mellom forskjellige industrier ved at bedrifter har tilpasset det originale OEE-konseptet til sine

individuelle behov. De viser blant annet til målemetoder som måler flere steg i produksjonen eller flere maskiner samlet, samt målemetoder som måler den samlede produksjonsprosessen til en fabrikk, som eksempler på tilpasninger av det originale OEE-konseptet. Forfatterne peker på at slike tilpasninger har medført at betegnelsen OEE har blitt modifisert til nye terminologier med hensyn til de individuelle anvendelsene av målekonseptet. De trekker fram at ulikhetene mellom terminologiene er basert på hvilke typer tap som inkluderes i de ulike tilpasningene av OEE, og at målemetoden har utviklet seg til å inkludere produksjonstap som ikke var inkludert i det originale OEE-målet til Nakajima (1988).

Ved å eliminere alle effektivitetstap, og dermed oppnå målet om en produksjon med null tap, vil det i teorien kunne oppnås en OEE-verdi på 100 %. Siden dette i mange tilfeller vil være et urealistisk mål, indikerer Nakajima (1988) hva som kan anses som optimale verdier for komponentene i OEE-ligningen under ideelle forhold. Komponenten tilgjengelighet burde overstige 90 %, mens ytelseskomponenten burde ligge over 95 %. Til slutt antydte han at kvalitetskomponenten burde overgå 99 %. Dette vil gi en kalkulert OEE-verdi på 85 %, som ifølge forfatteren vil innebære en produksjon i verdensklasse.

Bamber et al. (2003) fant ved litteraturgjennomgang at det ikke eksisterer en felles forståelse av hva som kan anses som et realistisk mål på en optimal OEE-verdi. De argumenterer for at det vil være vanskelig å identifisere optimale OEE-verdier. Dette begrunner de med at bedrifter opererer under varierende omstendigheter og at det eksisterer ulike definisjoner av OEE. Bamber et al. (2003) påpeker at mangelen på samsvar mellom hva som kan anses som optimale OEE-verdier, indikerer at det er vanskelig å sammenligne OEE-verdier mellom prosesser, fabrikker og bransjer.

Bamber et al. (2003) forklarer at de observerte dramatiske forbedringer i operasjonelle resultater gjennom å velge en konsistent målemetode for å identifisere de seks store effektivitetstapene og ha et bedriftsspesifikt prinsipp for å beregne OEE på bakgrunn av målemetoden. Forfatterne påpeker at det er nødvendig med tverrfaglig kunnskap om attributtene til hvert av de seks effektivitetstapene for å kunne beregne tapene.

På bakgrunn av OEE-konseptets fokus på å identifisere og måle effekten av effektivitetstapene, mener Bamber et al. (2003) at OEE kan benyttes både til å kontrollere og forbedre produksjon operasjoner. Forfatterne argumenterer for at OEE både kan brukes som en internt fokusert

benchmarking hvor bedriften setter forbedringsmål, og at det kan brukes som et eksternt mål der bedriften streber etter å oppnå en gitt OEE-verdi, eksempelvis Nakajima (1988) sitt forslag på 85 %.

3.9 Oppbygningen til målemetoden Overall Workflow

Produktivitetmålet OEE presentert i forrige kapittel representerer et rammeverk for hvordan en målemetode for måling av arbeidsflyt i prosjektbasert produksjon kan bygges opp. I dette kapitlet er formålet å komme med forslag til oppbygningen av en OEE-basert arbeidsflytmålemetode for prosjektbasert produksjon. Innledningsvis vil vi se på hva som vil være målemetodens utgangspunkt for gjennomføringer av målinger. Deretter vil vi kartlegge hvilke elementer som vil inngå målemetoden og vurdere hva som skal måles i de enkelte elementene. Avslutningsvis vil vi komme med forslag til et rammeverk for arbeidsflytmålemetoden. Rammeverket skal fungere som utgangspunkt for utvikling av målemetoder for elementene som foreslås. Vi har valgt å gi den egenutviklede OEE-baserte målemetoden navnet Overall Workflow (OWF).

3.9.1 Utgangspunkt for målinger med målemetoden OWF

Som beskrevet i kapittel 3.8 går OEE-konseptet til Nakajima (1988) ut på å beregne produktiviteten til maskiner/utstyr og identifisere hvor det er forbedringspotensialer, ved å måle effektivitetstap i tre dimensjoner av effektivitet. Utgangspunktet til OEE-konseptet er dermed at det er maskiner/utstyr som måles. Det første steget for å avgjøre hvilke elementer som skal inngå i et målekonsept for å beregne arbeidsflyt i prosjektbasert produksjon basert på OEE, vil derfor være å identifisere hva som skal være utgangspunktet for målekonseptet. I kapittel 3.3.1 forklares det at flyt kan assosieres med en kjede av aktiviteter, kontinuerlig og fri bevegelse, og verdiskapning. Videre forklares det at arbeidsflyt i prosjektbasert produksjon er en del av det Shingo (1988) beskriver som flyt av operasjoner. Det arbeidet som utføres av ulike aktører og fag på byggeprosjektet utgjør operasjonene, og operasjonene kan deles inn i mer eller mindre aggregerte arbeidspakker. Gjennom Last Planner-filteet beskrevet i kapittel 3.5, blir arbeidspakker utarbeidet, godkjent og fordelt til ukeplaner. På bakgrunn av dette foreslår vi måling av planlagt arbeid over en tidsperiode som utgangspunktet til arbeidsflytmålemetoden OWF for prosjektbasert produksjon. Med planlagt arbeid over en tidsperiode som utgangspunkt, vil tidsperioden som målingene utføres over representere hvor mye arbeiderne som måles har i samlet tilgjengelig arbeidstid i måleperioden. Eksempelvis vil 4 arbeidere som måles over en vanlig arbeidsdag på 8 timer, ha 32 timer i tilgjengelig arbeidstid ($8 \text{ timer} \times 4 \text{ arbeider} = 32 \text{ arbeidstimer}$).

3.9.2 Elementer som inngår i OWE

I det originale OEE-konseptet til Nakajima (1988) måles det som nevnt seks ulike effektivitetstap tilknyttet de enkelte effektivitetsdimensjonene tilgjengelighet, ytelse og kvalitet. Dette innebærer at et OEE-basert målekonsept for måling av arbeidsflyt utformes slik at det måler hva som reduserer arbeidsflyten i tilknytning til de tre flytdimensjonene jevnhet, volumgjennomstrømning og kvalitet. Dimensjonen jevnhet forteller noe om hvor stabil volumgjennomstrømningen i produksjonen er per tidsenhet. Dette kan tolkes som i hvor stor grad det er en jevn utførelse av arbeidet, og i hvilken grad arbeid overføres jevnt mellom aktører og fag. Reduksjon av flyt i dimensjonen jevnhet kan dermed forstås som graden ujevne produksjonsvolum per tidsenhet. Ujevnheter tolker vi som forsinkelser i arbeidet som medfører nedetid og venting. Forsinkelsene representerer dermed tidsbruk av arbeidsdagen som har hatt negativ effekt på arbeidsflyten. Ved å subtrahere målte forsinkelser med den tilgjengelige arbeidstiden, vil en få driftstiden arbeidet har pågått uhindret i måleperioden.

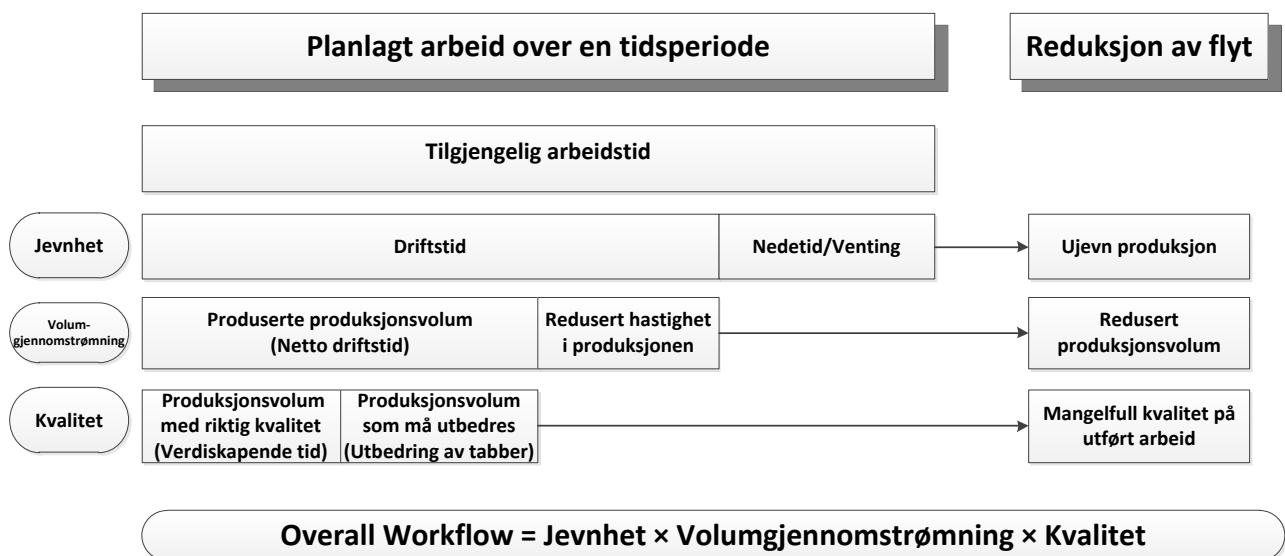
Dimensjonen volumgjennomstrømning sier noe om størrelsen på produksjonsvolumene som produseres i løpet av en tidsperiode. Reduksjon av flyt i dimensjonen volumgjennomstrømning kan dermed forstås som graden av reduksjon i produksjonsvolumer i forhold til planlagte produksjonsvolumer i arbeidstiden som måles. I henhold til OEE-konseptet til Nakajima (1988) vil arbeidstid for dimensjonen volumgjennomstrømning være driftstiden som beregnes i sammenheng med målingene til flytdimensjonen jevnhet. Reduserte produksjonsvolumer kan på bakgrunn av dette tolkes som reduksjon i hastigheten til produksjonen som utføres i driftstiden. Ved å subtrahere målt reduksjon i produksjonshastigheten med driftstiden, vil en få netto driftstid. Kalsaas og Bølviken (2011a) peker på at det kan forventes korrelasjon mellom dimensjonene jevnhet og volumgjennomstrømning. Dette innebærer at det kan være mer hensiktsmessig å måle produserte produksjonsvolum i forhold til planlagt produksjon for hele den tilgjengelige arbeidstiden, fremfor bare i forhold til beregnet driftstid. Reduserte produksjonsvolumer kan med dette utgangspunktet tolkes som reduksjon i hastigheten til produksjonen som utføres i den tilgjengelige arbeidstiden. For å måle reduksjonen i produksjonshastigheten foreslår vi å måle hvor mye som produseres i forhold til planlagt produksjon. Ved å subtrahere målt reduksjon i produksjonshastigheten i form av manglende produksjonsvolum med planlagt produksjonsvolum, vil en få produserte produksjonsvolum i måleperioden.

Dimensjonen kvalitet sier noe om kvaliteten på arbeidet som har blitt gjennomført. Reduksjon av flyt i kvalitetsdimensjonen kan dermed forstås som graden av gjennomført arbeid med mangelfull

kvalitet, og som må utbedres. I henhold til OEE-konseptet til Nakajima (1988) vil netto driftstid representere den tiden hvor arbeidet har blitt gjennomført, og redusert kvalitet kan tolkes som tidsbruk av netto driftstid hvor det utbedres for tabber. Ved å subtrahere målt tidsbruk som har gått med til utbedring av tabber med netto driftstid, vil en få den verdiskapende tiden i måleperioden. Som nevnt ovenfor, så foreslår vi å måle dimensjonen volumgjennomstrømning i forhold til den tilgjengelige arbeidstiden fremfor den beregnede driftstiden. Dette innebærer at utgangspunktet for måling av reduksjon av flyt i forhold til kvalitetsdimensjonen vil være størrelsen på produserte produksjonsvolum i stedet for netto tidsbruk. På bakgrunn av dette foreslår vi å måle reduksjon av flyt i forhold til kvalitetsdimensjonen ved å måle hvor mye av det gjennomførte arbeidet som må utbedres for å tilfredsstille kvalitetskravene. Ved å subtrahere målt produksjonsvolum med mangelfull kvalitet med produserte produksjonsvolum, vil en få produserte produksjonsvolum med riktig kvalitet.

3.9.3 Rammeverk for målemetoden OWF

Med bakgrunn i gjennomgangen av utgangspunkt for målinger i en OEE-basert målemetode for arbeidsflyt, samt gjennomgangen av hvilke elementer som skal inngå i målemetoden og vurderingen av hva ved de enkelte elementene som skal måles, foreslår vi oppbygningen som er illustrert i figur 3.8 som rammeverk for arbeidsflytmålet OWF.



Figur 3.8 Rammeverk for OWF. Illustrasjonen er inspirert av OEE-illustrasjonen til Jeong og Phillips (2001).

Illustrasjonen viser oppbygningen til arbeidsflytmålemetoden OWF, og er et rammeverk for utvikling av målemetoder for flytdimensjonene jevnhet, volumgjennomstrømning og kvalitet. Av illustrasjonen kommer det frem hva som medfører redusert flyt i den enkelte flytdimensjonen. Illustrasjonen viser i tillegg at OWF-målet, i henhold til OEE-konseptet til Nakajima (1988), er en

funksjon av de tre flytdimensjonene. Kalsaas og Bølviken (2011a) peker som nevnt på at det kan forventes korrelasjon mellom dimensjonene jevnhet og volumgjennomstrømning. Dette er en utfordring som ikke fanges opp av illustrasjonen.

3.10 Strategier for å måle arbeidsflyt i prosjektbasert produksjon

Ifølge Kalsaas og Bølviken (2011a) kan benyttes direkte eller indirekte målemetoder for å måle et fenomen. Forfatterne forklarer at ved direkte målemetoder, så måles et fenomen mer direkte i en enhet som beskriver den ønskede informasjonen. Som eksempel på et direkte mål, trekkes det fram arbeidstiden målt i antall arbeidstimer. Indirekte målemetoder innebærer ifølge forfatterne at det er indikatorer til et fenomen som måles. Trivselen på et arbeidssted målt i nivået av sykefraværet (en indikator) trekkes fram som et eksempel på et indirekte mål der det antas at det er en sammenheng mellom forholdene på en arbeidsplass og sykefravær.

Kalsaas og Bølviken (2011a) peker på at et viktig skille mellom hvilken type data som skal benyttes for å beregne arbeidsflyt, er mellom en persons egen persepsjon av arbeidsflyt (egenvurdering) og data innsamlet ved bruk av tredjepartsobservasjoner. Forfatterne forklarer at bruk av arbeidernes egenvurderinger er en klar subjektiv metode, mens bruk av tredjepartsobservasjoner har en høyere grad av nøytralitet og objektivitet. Dette begrunnes med at en observatør søker å måle de faktiske, fysiske forholdene. Objektive mål beskrives som fordelaktig med tanke på å kunne måle virkninger over tid, eksempelvis av forbedringstiltak, men forfatterne peker på at det er mange indikasjoner på at subjektive mål basert på egenvurderinger vil være vesentlig enklere og billigere å implementere fremfor tredjepartsobservasjoner. En annen fordel med bruk av subjektiv målemetode, er at de som er involvert i selve produksjonen kan oppnå en større forståelse og kontroll av produksjonsprosessen. Dette vil ifølge Kalsaas og Bølviken (2011a) kunne bidra til å gi et bedre grunnlag for den desentraliserte planprosessen i LPS. Den største ulempen med subjektive målinger, er ifølge forfatterne at subjektiv persepsjon ikke nødvendigvis korresponderer med den virkelige arbeidsflyten.

Kalsaas og Bølviken (2011a) identifiserer ti ulike mulige strategier for hvordan arbeidsflyt kan måles. Tre av strategiene er basert på subjektive egenvurderinger: 1) Arbeidernes persepsjon av arbeidsstans; 2) Arbeidernes persepsjon av graden av arbeidsflyt; 3) Arbeidernes persepsjon av distribusjonen mellom flyt making-do og stans i arbeidet. Følgende syv strategier for tredjepartsobservasjoner ble identifisert: 1) Prosent Plan Utført (PPC); 2) Tid brukt sammenlignet med estimert tidsbruk; 3) Perfekt overføring av arbeid fra person til person; 4) Perfekt overføring av

arbeidssted mellom fag; 5) Detaljert nedbrytning av planlagte aktiviteter og individuelle studier av tidsbruk (Aktivitetsstudie); 6) Akkordlønn; 7) Omsetning per person per tidsenhet.

3.11 *Beskrivelse av egenutviklede målemetoder for måling av subjektive egenvurderinger*

I dette kapittelet vil vi presentere egenutviklede subjektive målemetoder for måling av arbeidsflyt direkte og for måling av tidsbruk som har hatt negativ effekt på arbeidsflyten. I tillegg vil vi presentere hvilke vurderinger som lå til grunn ved utviklingen av målemetodene. De to målemetodene vil benyttes til datainnsamling som er nødvendig for å kunne besvare oppgavens to spørsmål om korrelasjon mellom objektive og subjektive mål, formulert i oppgavens avgrensning.

3.11.1 Vurdering av muligheter for å måle arbeidernes oppfattelse av arbeidsflyt direkte

Vi tar utgangspunkt i målestrategien "arbeiderens persepsjon av graden av arbeidsflyt" i utviklingen av en målemetode for måling av arbeidsflyt direkte gjennom arbeidernes subjektive egenvurderinger. Denne tilnærmingen fokuserer ifølge Kalsaas og Bølviken (2011a) på hva informantene er ment å oppnå, nemlig arbeidsflyt. På workshop hos Veidekke i Oslo den 6.februar 2012, identifiserte vi i samarbeid med Bølviken og Kalsaas tre mulige alternativer som kan benyttes som målemetode for å måle arbeidernes persepsjon av graden av arbeidsflyt på byggeplassen. Det ene alternativet som ble identifisert, går ut på å gi arbeiderne svaralternativene ja eller nei på spørsmål om de har opplevd god flyt i arbeidet. Tanken bak denne målemetoden er å tvinge arbeiderne til å ta et standpunkt på om de har opplevd god flyt eller ikke. Det neste alternativet som ble identifisert, var å benytte en "trafikklys-skalering" som svaralternativ for arbeiderne på spørsmål om hvordan de mener flyten i arbeidet har vært. Tanken bak denne målemetoden, er at den skal gi arbeiderne muligheten til å distribuere oppfattelsen av arbeidsflyt mellom god flyt (grønt lys), normal flyt (gult lys) og dårlig flyt (rødt lys). Det siste alternativet som ble identifisert, var å benytte en Likert-skala med fem svaralternativ på spørsmål til arbeiderne om arbeidet har hatt god flyt. Tanken bak denne målemetoden, er å gi arbeiderne større mulighet til å distribuere oppfattelsen av graden av arbeidsflyt. Etter workshopen ble det i samarbeid med Kalsaas bestemt å benytte alternativet med Likert-skala som målemetode for å måle arbeidsflyten ved hjelp av arbeidernes subjektive egenvurderinger. Dette alternativet ble valgt på grunn av at det vil gi arbeiderne flest valgmuligheter til å distribuere sine egne oppfatninger av arbeidsflyt. I tillegg ble det valgt å inkludere et åpent kommentarfelt i forbindelse med Likert-skalaen, slik at det er muligheter til å utdype valg av svaralternativ på skalaen. For å samle inn data ble det avgjort å benytte spørreskjema.

3.11.2 Beskrivelse av egenutviklet målemetode for direkte subjektiv arbeidsflytmåling

Målemetoden tar som nevnt utgangspunkt at det benyttes Likert-skala med fem svaralternativ til spørsmålet "i dag har arbeidet hatt god flyt", hvor arbeiderne skal svare på et av alternativene. Betydningen til hvert svaralternativ ble angitt som 1) Meget enig; 2) Enig; 3) Verken eller (normal); 4) Uenig; 5) Meget uenig. Som vist i tabell 3.3, har vi gitt hvert svaralternativ tallverdier som øker fra 0 til 4.

Tabell 3.3 Svaralternativer og poengfordeling for Likert-skala

| Svaralternativ | Tallverdi |
|-----------------------|-----------|
| Meget enig | 4 |
| Enig | 3 |
| Verken eller (normal) | 2 |
| Uenig | 1 |
| Meget uenig | 0 |

Utenom svaralternativet "Verken eller", som defineres som normal flyt, ble det ikke valgt å definere svaralternativene mer presist, som eksempelvis at "meget uenig" vil tilsvare at den enkelte arbeideren som måles ikke fikk utført noe av sitt planlagte arbeid. Ifølge Kalsaas og Bølviken (2011a) viser forskning at spørsmålet "i dag har arbeidet hatt god flyt" gir mening i norsk sammenheng, og derfor antar vi at arbeiderne selv er i stand til å vurdere sin oppfattelse av flyten i arbeidet ut i fra de gitte svaralternativene. Målemetoden i form av Likert-skala vises i tabell 3.4.

Tabell 3.4 Subjektiv målemetode for måling av arbeidsflyt direkte med Likert-skala

| | Meget enig | Enig | Verken eller (normal) | Uenig | Meget uenig |
|----------------------------------|------------|------|-----------------------|-------|-------------|
| I dag har arbeidet hatt god flyt | | | | | |
| <i>Kommentarfelt:</i> | | | | | |

Med utgangspunkt i den gitte fordelingen av tallverdier for de enkelte svaralternativene i tabell 3.3, vil arbeidsflyten beregnes ved å fordele summen av tallverdiene fra arbeidernes besvarelser med baselinen total maksimal sum av tallverdier som kan oppnås. Siden svaralternativet "Meget bra" har tallverdien 4, vil baselinen total maksimal sum av tallverdiene beregnes med 4 multiplisert med antall besvarelser. Målemetoden beregner dermed arbeidsflyt direkte med formelen:

$$\text{Arbeidsflyt} = 100 \% \times \frac{\sum \text{Tallverdier fra arbeidernes besvarelser}}{\text{Antall målte arbeider} \times 4}$$

3.11.3 Vurdering av hvordan arbeidernes persepsjon av tidsbruk som har hatt negativ effekt på arbeidsflyten kan måles

Kalsaas og Bølviken (2011a) identifiserte som kjent den subjektive målestrategien "Arbeiderens persepsjon av arbeidsstans (omfang og årsaker)". Forfatterne peker på at det er eksempler på denne typen målinger som indikerer at de syv forutsetningene for sunne aktiviteter (beskrevet i kapittel 3.4) er av varierende betydning for arbeidsstans. Dette innebærer ifølge forfatterne at en slik målemetode vil kunne gi klare indikasjoner på hvor det er forbedringspotensialer. Det pekes på at metoden kritiseres for at den ikke vil fange opp making-do løsninger, som ifølge Kalsaas (2010) reduserer potensiell flyt betraktelig. Kalsaas og Bølviken (2011a) påpeker også at metoden ikke reflekterer den absolutte dimensjonen av flyt, samt at den ikke gir et klart skille mellom underliggende og forklarende årsaker og utløsende faktorer. Siden vi skal måle arbeidernes egenvurdering av tidsbruk som har hatt en negativ effekt på arbeidsflyten, fremfor bare arbeidsstans, velger vi å benytte "Arbeiderens persepsjon av forsinkelser (omfang i tid og årsaker) som har påvirket gjennomføringen av planlagte arbeidsoppgaver" som utgangspunkt for utviklingen av en målemetode. Grunnen til at vi velger å måle arbeidernes persepsjon av forsinkelser, er at vi ønsker å måle reduksjon av flyt tilknyttet flytdimensjonen jevnhet i forbindelse med målemetoden OWF. Grunnen til at vi inkluderer årsaker i tillegg til omfang i tid, er at et av hovedpoengene med OEE-konseptet som OWF baseres på, er å identifisere hvor det er forbedringspotensialer i produksjonen.

Ved å benytte begrepet forsinkelser, forsøker vi å måle ekstra tidsbruk som går med til utførelse av arbeidsoppgaver hvor making-do løsninger benyttes, i tillegg til å måle nedetid og venting. Siden ikke alle forutsetninger for at en aktiviteten kan fullføres er tilstede ved bruk av making-do løsninger, antar vi det som sannsynlig at arbeidere som benytter making-do løsninger vil bli forsinket i arbeidet sitt i forhold til planlagt fremdrift, i motsetning til om alle forutsetningene var tilstede. Kalsaas og Bølviken (2011a) peker som nevnt på at tidligere forskning indikerer at de syv forutsetningene for sunne aktiviteter er av varierende betydning for arbeidsstans, og at målinger av arbeidsstans derfor vil kunne gi klare indikasjoner på hvor det er forbedringspotensialer. Siden mangler ved de syv forutsetningene for sunne aktiviteter kan forbindes med making-do løsninger, venting og nedetid, samt at de kan fortelle noe om årsaker til forsinkelser, velger vi å ta utgangspunkt i forsinkelser i planlagt arbeid tilknyttet de syv forutsetningene i utviklingen av målemetoden. I tillegg velger vi å inkludere forsinkelser i den planlagte fremdriften som kommer av at det utføres arbeid som ikke er planlagt og som kommer av at utføres arbeid i form av utbedring av

tabber, som utgangspunkt i utviklingen av målemetoden. Grunnen til at vi inkluderer utføring av arbeid som ikke er planlagt og utbedring av tabber, er at bruk av tid på arbeid som er tilknyttet disse to kategoriene sannsynligvis vil medføre at det planlagte arbeidet blir forsinket tilsvarende denne tidsbruken. For å samle inn data fra arbeiderne, har vi valgt å benytte spørreskjema.

3.11.4 Beskrivelse av egenutviklet subjektiv målemetode for måling av tidsbruk som har hatt negativ effekt på arbeidsflyten

Målemetoden tar som nevnt utgangspunkt i at det er "Arbeiderens persepsjon av forsinkelser (omfang i tid og årsaker) som har påvirket gjennomføringen av planlagte arbeidsoppgaver" som skal måles, for å måle tidsbruk som har hatt negativ effekt på arbeidsflyten. I vurderingen av hvordan arbeidernes persepsjon av forsinkelser kan måles, ble de syv forutsetningene for sunne aktiviteter, utføring av arbeid som ikke er planlagt og tidsbruk på utbedring av tabber, identifisert som utgangspunkt for mulige årsaker til forsinkelser som kan måles. På bakgrunn av dette, har vi i samarbeid med Kalsaas utarbeidet 11 spørsmål tilknyttet ulike årsaker til forsinkelser, som benyttes i målemetoden. Som illustrert i tabell 3.5, er 9 av spørsmålene tilknyttet de syv forutsetningene for sunne aktiviteter, mens 2 av spørsmålene går på utføring av arbeid som ikke er planlagt og tidsbruk på utbedring av tabber.

Tabell 3.5 Spørsmål om forsinkelse i arbeidet

| De syv forutsetningene for sunne aktiviteter | Har dine arbeidsoppgaver blitt forsinket i dag på grunn av: |
|---|--|
| Informasjon | - Manglende arbeidstegninger eller feil/mangler på tegningene? - Manglende eller uklar annen informasjon? |
| Komponenter og materialer | - Feil på materialer eller for lite materialer? |
| Arbeidere | - Annen årsak til forsinkelse av arbeidet? |
| Eksterne faktorer | |
| Utstyr | - Manglende eller lite hensiktsmessig utstyr? |
| Plass | - Arbeidsområdet var ikke tilgjengelig på grunn av annet arbeid? - Arbeidsområdet måtte ryddes før det ble tilgjengelig? |
| Forutgående aktivitet | - Forutgående aktivitet var ikke ferdig i tide? - Forutgående aktivitet var av dårlig kvalitet, herunder aktiviteten er ikke helt ferdig ("ferdig-ferdig")? |
| Årsaker til forsinkelse grunnet tidsbruk på: | Spørsmål knyttet til forsinkelse i dine planlagte arbeidsoppgaver |
| Arbeid uten om plan | - Har du utført arbeid i dag som ikke var planlagt når du begynte på jobb i dag tidlig? |
| Utbedring av tabber | - Har du brukt tid i dag på å rette opp egne eller andres feil? |

Av de 9 spørsmålene som er tilknyttet de syv forutsetningene, har vi valgt å stille det samme generelle spørsmålet "Annen årsak til forsinkelse av arbeidet?" for forutsetningene *Arbeidere* og *Eksterne faktorer*. Vi har valgt denne tilnærmingen for *Eksterne faktorer*, fordi forutsetningen kan dreie seg om en rekke ytre omstendigheter som medfører forsinkelser, og vi antar at det vil være mer hensiktsmessig å la arbeiderne identifisere forsinkelser knyttet til ytre omstendigheter selv. Dette valget begrunnes med at det kan være vanskelig å definere nok spørsmål som dekker alle de mulige ytre omstendighetene, samt at vi ønsker å minimere antall spørsmål for å unngå at målemetoden blir for omfattende og dermed mindre praktisk gjennomførbar. Når det gjelder forutsetningen *Arbeidere*, har vi ikke valgt å stille konkrete spørsmål som eksempelvis "Har du blitt forsinket i arbeidet ditt på grunn av manglende bemanning" eller "Har du blitt forsinket grunnet manglende kompetanse", fordi slike spørsmål kan oppfattes som for konfronterende. Vi har derfor valgt å la arbeiderne som måles, selv avgjøre om problemstillinger knyttet til bemanningen har vært en kilde til forsinkelse i arbeidet som er verdt å gi tilbakemelding på ved målinger.

Målemetoden er bygget opp av de 11 spørsmålene, og måler arbeidernes egenvurdering av tidsbruk som har hatt negativ effekt på arbeidsflyten ved at arbeiderne svarer på spørsmålene om det oppstått forsinkelser i arbeidet knyttet til hvert enkelt spørsmål. Hvert spørsmål har svaralternativene ja eller nei, og dersom det svares ja på et spørsmål, blir arbeiderne bedt om å gi et tidsanslag på den samlede forsinkelsen som har oppstått i forhold det besvarte spørsmålet. I tillegg gis det mulighet til å utdype årsaker til forsinkelser dersom den som måles ønsker å presisere hvorfor forsinkelser i produksjonen har oppstått. Målemetodens oppsett for hvert spørsmål fra tabell 3.5, er illustrert i tabell 3.6.

Tabell 3.6 Oppsett for hvert spørsmål i indirekte subjektiv målemetode

| Spørsmål om forsinkelse | Svaralternativer | | Anslag på samlet forsinkelse i tid (min eller timer) |
|-------------------------|------------------|-----|--|
| Spørsmål fra tabell 3.5 | JA | NEI | Åpent felt for å angi forsinkelser: |
| Åpent kommentarfelt: | | | |

Målemetoden måler den totale tidsbruken som har hatt negativ effekt på arbeidsflyten i prosent ved å fordele summen av rapporterte forsinkelser med summen av arbeidstimer som tilgjengelig for arbeiderne i måleperioden. Det indirekte målet for tidsbruk som har hatt negativ effekt på arbeidsflyten får dermed formelen:

$$\text{Tidsbruk som har hatt negativ effekt på arbeidsflyten} = 100 \% \times \frac{\sum \text{Forsinkelser}}{\sum \text{Arbeidstimer}}$$

Dette prosentmålet vil være uttrykk for dimensjonen jevnhet i forbindelse med målemetoden OWF.

3.12 Målestrategier for måling av dimensjonene i OWF

I dette kapittelet gjennomgår vi hvilke målestrategier som benyttes som utgangspunkt for vurdering av hvordan dimensjonene volumgjennomstrømning og kvalitet kan måles med tanke på oppgavens avgrensning i kapittel 1.3. Målestrategien for dimensjonen jevnhet ble gjennomgått i kapittel 3.11.3.

3.12.1 Målestrategi for dimensjonen volumgjennomstrømning

Ifølge Kalsaas og Bølviken (2011b) kan man benytte enten en økonomisk eller en fremdriftsmessig baseline for å måle størrelsen på volumgjennomstrømningen. Forfatterne peker på at ukeplanen som utarbeides gjennom LPS kan benyttes som fremdriftsmessig baseline, mens prosjekters detaljerte kalkyler trekkes fram som økonomisk baseline. Med bakgrunn i oppgavens avgrensning, vil vi ta utgangspunkt i å benytte en økonomisk baseline for måling av flytreduksjon i tilknytning til dimensjonen volumgjennomstrømning ved hjelp av Veidekkes økonomisystem VAP.

3.12.2 Målestrategi for dimensjonen kvalitet

Målemetoden PPC er beskrevet i kapittel 3.5. Den vanligste kritikken mot denne målemetoden som et mål på flyt, er ifølge Kalsaas og Bølviken (2011a) at den sannsynligvis ikke måler produksjonskvaliteter, men heller kvalitet på planen. Det nevnes at selv om PPC-verdier varierer mellom 0 % og 100 %, så kan det ikke anses som et ønskelig utfall å oppnå maksimal score. Dette kan ifølge forfatterne indikere at det er uutnyttet kapasitet i produksjonen eller at ambisjonene i planene er for lave.

Fireman, Formoso & Isatto (2011) foreslår i sin presentasjon av foreløpige funn i deres forskning, integrering av kvalitetskontroll med LPS ved å synkronisere ferdigstillelse- og kvalitetskontrollsykluser. I denne sammenheng introduserer forfatterne en mulig målestrategi for måling av kvalitet med LPS-målemetoden PPC. De presenterer målet PPCQ som et prosentmål på hvor mange av de fullførte arbeidspakkene som har gjennomgått kvalitetskontroll. Videre presenterer de målet PPCR som et prosentmål på hvor mange av arbeidspakkene som har gjennomgått kvalitetskontroll, som har blitt vurdert til å ha god nok kvalitet.

3.13 Aktivitetsstudie - Detaljert nedbrytning av planlagte aktiviteter og individuelle studier av tidsbruk

Av målestrategiene Kalsaas og Bølviken (2011a) identifiserte, har Kalsaas (2011) har utviklet og verifisert aktivitetsstudier som målemetode. Målemetoden er basert på tredjepartsobservasjoner og går ifølge forfatteren ut på at det utføres en detaljert registrering av aktiviteter og tidsbruk som kan relateres til operasjoner i produksjonen på byggeplasser ved at observatør registrerer hvilken aktivitet som utføres av arbeideren som måles hvert femte minutt. Hver registrering omtales som et tellepunkt. Antall registrerte tellepunkter summeres opp etter endt måling hver dag, og en prosentandel for hver aktivitet i forhold til total arbeidstid kan kalkuleres. Kalsaas (2011) fordeler aktivitetene som registreres inn i kategoriene direkte arbeid, indirekte arbeid, motproduktiv og ubenyttet tid, samt nødvendig personlig tid.

Direkte arbeid er det som kan assosieres med verdiskapende arbeid (transformasjon), og ifølge Kalsaas (2011) er målet for alle operasjonene som utføres i arbeidstiden å utgjøre eller generer denne type arbeid. Indirekte arbeid omfatter aktiviteter som er nødvendige for at direkte arbeid kan utføres. Motproduktiv arbeid og ubenyttet tidsbruk er ifølge forfatteren tid som går med til utbedring av tabber og annen tidsbruk som åpenbart er sløsing, eksempelvis ventetid og svært lange lunsjpauser. Personlig tid er ifølge forfatteren både matpauser og korte restitusjonspauser på 5-10 minutter fordelt over arbeidsdagen. Tabell 3.7 viser kategoriene som registreres ved målinger av produksjonen på byggeplass, samt hvilke kategorier de ulike aktivitetene tilhører.

Tabell 3.7 Kategorier og hvilke aktiviteter som tilfører kategoriene, som registreres på byggeplass. (Grepperud & Hinlo, 2011).

| | |
|---|--|
| Direkte arbeid – verdiskapning | Koordinering og HMS |
| <ul style="list-style-type: none"> - Direkte arbeid - Krankjøring og lignende - Inspeksjon/Kontroll - Henting av materialer innen ca 12 m | <ul style="list-style-type: none"> - Sikringsarbeid (HMS) - Planleggingsmøter - HMS – møter - Koordinering på bygget |
| Indirekte arbeid – rigg og rydd | Motproduktiv tid |
| <ul style="list-style-type: none"> - Rigging – værrelatert - Rigge opp og ned - Rydding for å få tilgang til arbeidsplassen - Opprydding etter arbeidet - Generell rydding | <ul style="list-style-type: none"> - Venting / Nedetid - Direkte arbeid: Utbedring av tabbe - Direkte arbeid: Utbedring av tabbe fra annet lag/fag - Annen personlig tid |
| Indirekte arbeid – materiallogistikk | Personlig tid og spisepauser |
| <ul style="list-style-type: none"> - Mottak av materialer og prosedyrer rundt dette - Pakke ut materialer - Henting av materialer til arbeidsstedet med tralle eller lignende - Henting av materialer lenger unna en ca 12 m - Forflytting mellom arbeidssteder - Flytte og hente verktøy - Bevege seg fra/til gjerdesag og lignende | <ul style="list-style-type: none"> - Kaffe - og spisepauser - Nødvendig personlig tid |

Ifølge Kalsaas (2011) kan arbeidsflyt med utgangspunkt i målinger gjennom aktivitetsstudie beregnes med det verdiskapende arbeidet og det ikke-verdiskapende nødvendige arbeidet med ulik vektning fordelt på totalt medgått arbeidstid, som vist i formelen:

$$\text{Arbeidsflyt} = 100 \% \frac{\text{Direkte arbeid} + (\beta \cdot \text{indirekte arbeid}) + (\alpha \cdot \text{Kordinering \& HMS})}{\Sigma \text{Arbeidstimer}}$$

β = effektivitetskoeffisient indirekte arbeid = 0,5

α = effektivitetskoeffisient koordinering og HMS = 0,9

Som kritikk mot målemetoden peker Kalsaas og Bølviken (2011a) på at den er veldig arbeidsintensiv, samt at arbeidere kan oppleve den som overvåkning. Forfatterne påpeker også at aktivitetsstudier kan ha en negativ effekt på den totale flyten. Dette begrunnes med at aktivitetsstudier kan medføre sub-optimalisering i de individuelle aktivitetene som studeres.

4 Metode

Ifølge Grønmo (2004) er en metode generelt sett en planmessig framgangsmåte for å nå et bestemt mål. Han trekker frem at i vitenskapelig virksomhet er målet å bygge opp kunnskap om bestemte fenomener, samt å utvikle en teoretisk forståelse av denne kunnskapen. De vitenskapelige metodene i et bestemt fagområde kan ifølge forfatteren betraktes som systematiske og planmessige framgangsmåter for å etablere en pålitelig kunnskap og holdbare teorier innenfor dette fagområdet. Metodene angir hvordan man skal framskaffe kunnskapen og utvikle teoriene, samt hvordan man skal sikre at kunnskapen og teoriene oppfyller kravene til vitenskapelig kvalitet og relevans på det aktuelle fagområdet. Videre i dette kapittelet vil det bli gjennomgått metodisk tilnærming, Litteratursøk, datainnsamling for aktivitetsstudier og spørreundersøkelser, intervjuer og workshops, samt hvilke statistiske metoder som blir benyttet i oppgaven.

4.1 *Metodisk tilnærming*

Når det skal gjennomføres en undersøkelse, må en ifølge Grønmo (2004) ta stilling til hva eller hvem som skal undersøkes, og hvordan undersøkelsen skal gjennomføres. Dette betegnes som forskningsdesign. Hellevik (2002) forklarer at ved gjennomføring av en undersøkelse, kan en benytte seg av eksplorerende, beskrivende eller forklarende forskningsdesign. Videre forklarer forfatteren at undersøkelser i tillegg kan være eksperimentelle eller ikke-eksperimentelle.

Om en mangler et godt begrepsskjema, benyttes eksplorerende forskningsdesign. Målsetningen er da å komme fram til en mer presis problemstilling. Johannessen, Tufte og Christensen (2010) forklarer at eksplorerende undersøkelser også kalles problemidentifiserende eller sonderende undersøkelser, og at formålet med slike forskningsdesigner er utforskning av forhold eller fenomener som er mindre kjent eller helt ukjent. Forfatterne påpeker at kunnskap om fenomenet kan være mangelfull eller ikke-eksisterende. Dersom problemstillingen har fått en mer presis formulering, kan man ifølge Hellevik (2002) benytte beskrivende forskningsdesign. Forfatteren trekker fram at det da kan foretas en grundigere og mer systematisk studie, med det formål å gi en mest mulig nøyaktig beskrivelse av de ulike trekkene ved det som beskrives. Johannessen et al. (2010) forklarer at å beskrive er underbyggende og dokumenterende forskning, og at beskrivelser kan dreie seg om individer, situasjoner eller hendelser. De peker videre på at det kan gis beskrivelser av hendelser som allerede har funnet sted, eller forhold som fremdeles eksisterer.

Ifølge Hellevik (2002) benyttes det vanligvis forklarende forskningsdesign når det foreligger forholdsvis omfattende kunnskaper om det emnet som skal undersøkes. Dette gir grunnlag for å sette opp hypoteser eller årsakmodeller som man tester holdbarheten av. Formålet er da å påvise årsaker til de mønstrene man finner. Johannessen et.al (2010) påpeker at kjernes spørsmålet i en forklarende undersøkelse er hvilke faktorer som er årsak til et fenomen, eller hvilke fenomener som er konsekvenser av et fenomen. Ifølge Grønmo (2004) er formålet med eksperimentelle undersøkelser å teste årsakhypoteser. Den vanligste framgangsmåten for å teste årsakhypoteser i samfunnsvitenskapelige undersøkelser er ifølge Hellevik (2002) å kontrollere for innvirkningen av variabler som påvirker en effektvariabel gjennom statistiske analyser. Grønmo (2004) forklarer at et eksperiment i sin enkleste form går ut på å teste en enkelt hypotese om en årsakssammenheng mellom to variabler.

De empiriske opplysningene som samles inn og registreres ved vitenskapelige undersøkelser utgjør ifølge Grønmo (2004) empiriske data. Slike data kan være basert på kvalitative eller kvantitative metoder. Forfatteren peker på at kvalitative og kvantitative data ikke er konkurrerende, men komplementære datatyper. Videre forklarer han at valget av data og metode i første rekke avhenger av hva slags forhold og problemstillinger som skal belyses. Johannessen et.al (2010) forklarer at kvalitative metoder kjennetegnes ved at man ser på et begrenset antall for å innhente mer detaljert og nyansert informasjon. Det pekes på at kvalitative metoder sier noe om kvalitet/spesielle kjennetegn eller egenskaper ved det fenomenet som studeres. Forfatterne trekker fram at kvalitativ metode er særlig hensiktsmessig dersom man skal undersøke fenomener som man ikke kjenner spesielt godt, som det er lite forsket på, og som man ønsker å få en grundigere forståelse av. Ifølge forfatterne er observasjon, intervjuer og gruppesamtaler vanlige måter å samle inn kvalitative data på. Johannessen et.al (2010) forklarer at kvantitative metoder kjennetegnes ved at man er opptatt av å telle opp fenomener, som vil si å kartlegge utbredelse. Hellevik (2002) forklarer at kvantitative metoder er framgangsmåter der forsker først systematisk skaffer seg sammenlignbare opplysninger om flere undersøkelsesobjekter av et visst slag, så uttrykker disse opplysningene i form av tall, og til slutt foretar en analyse av mønsteret i tallmaterialet. Johannessen et.al (2010) peker på at kvantitative data vanligvis samles inn ved hjelp av spørreskjemaer med faste spørsmål og oppgitte svaralternativer.

For å avgjøre valg av forskningsdesign og metode tar vi utgangspunkt i oppgavens problemformuleringer og spørsmål. Felles for alle av oppgavens spørsmål, er at de er mindre kjente eller ukjente områder som undersøkes. De ulike spørsmålene kan besvares gjennom en eller flere av

følgende former for datainnsamling: Bruk av spørreskjemaer, egne observasjoner, intervjuer, refleksjonsmøter, kursdeltakelse og litteraturgjennomgang. Ettersom det er mangelfull eller ikke-eksisterende kunnskap om feltene som adresseres gjennom oppgavens spørsmål, benytter vi oss av eksplorerende forskningsdesign. Dette begrunner vi med at formålet med slike eksplorerende forskningsdesign, er utforskning av områder som er mindre kjent eller helt ukjent. Beskrivende forskningsdesign har som formål å beskrive trekk ved fenomener som undersøkes nøyaktig, og vil ikke være aktuelt siden det ikke vil bli gjennomført underbyggende og dokumenterende forskning. Årsaken til at forklarende forskningsdesign ikke vil være aktuelt for noen av spørsmålene, er at det ikke eksisterer omfattende kunnskap på noen av områdene som spørsmålene tar for seg. Eksperimentelt forskningsdesign vil ikke være aktuelt fordi det ikke ved noen av oppgavens spørsmål vil være aktuelt å teste årsakhypoteser.

I denne oppgaven benyttes det både kvantitativ og kvalitativ metode. Bakgrunnen for dette er at det ved oppgavens to første spørsmål vil være behov kvantitativ metode, siden det må benyttes systematisk innsamling av sammenlignbare opplysninger i tallform som skal analyseres for å besvare spørsmålene. Bakgrunnen for at kvalitativ metode benyttes, er at det for samtlige av oppgavens spørsmål vil være nødvendig å innhente detaljert informasjon fra et begrenset utvalg. Det er i tillegg hensiktsmessig med kvalitativ metode grunnet at det i denne oppgaven vil undersøkes fenomener man vet lite om, da hvert av spørsmålene i oppgaven er områder som skal utvikles underveis i oppgaven. I tillegg kan det være hensiktsmessig å bruke kvalitativ metode siden det er relativt få personer som har kunnskap som kan være nyttig for å kunne besvare deler av oppgaven.

4.2 *Litteratursøk*

Oppgaven vektlegger litteratur om Lean Construction, flyt og Overall Equipment Effectiveness. Litteratur fra faget IND-501 Styring av verdikjeder ved UiA høsten 2011 la grunnlaget for utvalgt litteratur. Det ble gjennomført flere litteratursøk i ulike akademiske databaser. De mest anvendte databasene er:

- Pensumlitteratur i faget IND-501 ved UiA som ble gjort tilgjengelig gjennom Fronter.
- www.iglc.net (<http://www.iglc.net/sitemap>).
- Bibsys ASK.
- Google Scholar.

For å avgjøre om treffene ved litteratursøk kan benyttes i oppgaven, har det blitt gjennomført vurdering av treffenes pålitelighet og gyldighet. Dette har vi vurdert ved å undersøke hvem som har publisert litteraturen, hvor mange ganger aktuelle publikasjoner har blitt sitert i andre publikasjoner, hvem som er forfatterne av publikasjonene og hva annet som har blitt publisert av forfatterne. I tillegg har teorigrunnlaget blitt supplert med litteratur og informasjon fra veileder.

4.3 Datainnsamling på byggeplass - Aktivitetsstudie

Vi benyttet aktivitetsstudie, som er beskrevet i kapittel **x.x**, for å samle inn data av tidsbruken på aktivitetene som arbeidslaget vi målte, utførte over fem hele arbeidsdager ved prosjektet Smidsrød Helsehus. Arbeidslaget besto av en arbeidende bas, en kranfører og fem forskalingsnekkere. I tillegg arbeidet det to jernbindere i produksjonen, som vi har inkludert i målingene våre. Jernbinderne var kontrahert underleverandør, men vi valgte å inkludere dem i målingene da dem arbeidet i tett samarbeid med arbeidslaget på samme bygning i hele måleperioden. Vi gjennomførte målingene ved å observere arbeiderne og registrere hvilken aktivitet dem utførte hvert femte minutt. Registreringene ble gjort på egne registreringsskjemaer for hver arbeider som ble målt. Arbeidsplassen var veldig oversiktlig og lett tilgjengelig. Vi tok derfor utgangspunkt i å måle tre arbeidere hver fra starten av arbeidsdagen, hver dag i hele måleperioden. Vi bestemte oss på forhånd å prioritere en arbeider som skulle måles hele dagen, så dersom det ikke lot seg gjøre å måle tre arbeidere samtidig gjennom hele arbeidsdagen, avsluttet vi målingene på de arbeiderne som ikke var valgt ut til å prioriteres og som ikke lot seg måle samtidig som den prioriterte arbeideren. Tabell 4.1 viser hvilke aktiviteter som ble registrert i skjemaene, og hvilket arbeid som inngår i de ulike aktivitetene.

Tabell 4.1 Beskrivelse av aktiviteter som registreres. (Grepperud og Hinlo, 2011).

| Kategori | Aktivitet | Beskrivelse av aktivitet |
|--------------------------------------|--|---|
| Direkte arbeid | Direkte arbeid | Transformasjonsarbeid som skaper verdi for kunden. |
| | Krankjøring og lignende | Kran som brukes som en del av det direkte arbeid i forbindelse med støping, montering og lignende. |
| | Inspeksjon og kontroll | Kvalitetssikring og klargjøring av utført arbeid. |
| | Henting av materialer innen ca 12 meter | Henting av materialer innen 12 meter anses som verdiskapende arbeid i følge gjeldende akkordsystemer. |
| Indirekte arbeid - rigg og rydd | Rigging værrelatert | Snøhåndtering og annet nødvendig arbeid forårsaket av værforhold. |
| | Rigge opp og ned | Nødvendig arbeid for rigging av arbeidsstasjonen i forkant og etterkant av arbeidet. Eksempelvis å skaffe utstyr, montere stillas og koble seg opp til strømkilde. Forekomst av "making do" vil kunne føre til at riggetiden vil øke i et prosjekt. |
| | Rydding for å få tilgang til arbeidsplassen | Rydding som må utføres før et arbeid kan påbegynnes. |
| | Opprydding etter arbeid | Opprydding etter endt arbeidsdag/arbeidsoppgave. |
| | Generell rydding | Rydding på arbeidsplassen uavhengig av arbeidsoppgaver. |
| Indirekte arbeid - materiallogistikk | Mottak av materialer og prosedyrer rundt dette. | Mottak av vareleveranser, koordinering og plassering av kolli. |
| | Pakke ut materialer | Fjerning av emballasjer på materialer. |
| | Henting av materialer til arbeidsstedet med tralle eller lignende. | Større mengde materialer som blir hentet med trillebår eller traktor. |
| | Henting av materialer lenger unna enn ca 12 meter | Henting av materialer lenger unna enn 12 meter anses som indirekte arbeid i følge gjeldende akkordsystem. |
| | Forflytting mellom arbeidssteder | Bevegelse mellom arbeidsstasjoner. Kilde til "making do" og kan medføre ekstra riggetid. |
| | Flytte og hente verktøy | Henting av verktøy, forflytte verktøyet mellom arbeidssteder, samt bevegelse til/fra verktøykonteineren. |
| | Bevege seg til og fra gjerdesag og lignende | Bevege seg til og fra større verktøy som ikke kan monteres ved arbeidstedet. Dette begrenser seg til skjærebrenner og gjerdesag ved Smidsrød Helsehus. |
| Koordinering og HMS | Sikringsarbeid (HMS) | Arbeid for å ivareta HMS på byggeplassen, for eksempel montering av personlig verne og sikkerhetsutstyr. |
| | Planleggingsmøter | Møte mellom bas, formenn og underleverandører. |
| | HMS møter | Vernerunder eller møter for å ivareta HMS på byggeplassen. |
| | Koordinering på bygget | Innebærer tegningsforståelse, faglige diskusjoner blant håndverkere, samt diskusjon fra arbeidsleder. |
| Motproduktiv tid - synlig sløsing | Venting – nedetid | Avbrudd i produksjonen på grunn av venting på materiell, personer, eller nedetid som følge av for eksempel strømbrudd. |
| | Direkte arbeid: Utbedring av tabbe | Synlig sløsing i form av feilretting. |
| | Direkte arbeid: Utbedring av tabbe fra annet lag | Feilretting som følge av andre lag eller fag. |
| | Annen personlig tid | Unødvendige pauser og annen ubenyttet tid. For eksempel for lange spisepauser. |
| Personlig tid og spisepauser | Kaffe og spisepauser | Fastsatte spisepauser. Det er to spisepauser daglig: kl. 09:00 - 09:20 og 12:30-13:00. |
| | Nødvendig personlig tid | 5-10 minutters pauser per time for restitusjon eller andre nødvendige årsaker. |

I forkant av måleperioden ble det gjort en del forarbeid. I samarbeid med Kalsaas etablerte vi en felles forståelse om bruken av registreringsskjemaene. Vi tok utgangspunkt i Grepperud og Hinlo (2011) sin tolkning for å avgjøre hvilke aktiviteter som skulle registreres hvor i skjemaene. Ved tvilstilfeller under målingene, forhørte vi oss fortløpende med dem som ble målt, for å få riktige registreringer. Vi tok også notater ved tvilstilfeller der arbeiderne ikke var umiddelbart tilgjengelig for å forklare hvilken arbeidsoppgave de utførte, for å kunne komme tilbake ved en senere anledning og spørre arbeiderne når de ble tilgjengelig for spørsmål.

4.4 Datainnsamling på byggeplass - Spørreundersøkelse

Som beskrevet i kapittel 3.11.2 og 3.11.4, har vi utarbeidet to målemetoder som skal måle arbeidernes subjektive egenvurdering av henholdsvis arbeidsflyt direkte og tidsbruk som har hatt en negativ effekt på arbeidsflyten. Begge målemetodene er utviklet med tanke på å samle inn data gjennom spørreundersøkelser. Datainnsamlingen ble derfor utført ved hjelp av spørreskjemaer. Vi valgte å inkludere begge målemetodene på samme spørreskjema som ble benyttet i datainnsamlingen. Målemetoden for måling av subjektiv oppfattelse av arbeidsflyt direkte, benytter som kjent en Likert-skala med fem svaralternativ og et åpent kommentarfelt, mens målemetoden for måling av tidsbruk som har hatt negativ effekt på arbeidsflyten benytter seg av de to svaralternativene ja og nei for hvert spørsmål, samt åpne svarmuligheter for anslag på samlet forsinkelse og kommentarer til eventuelle forsinkelser. Dette innebærer at spørreskjema med de to målemetodene vil inneholde en kombinasjon mellom åpne og prekodete svarmuligheter, og er derfor ifølge Johannessen et.al (2010) et semistrukturert spørreskjema.

Datainnsamlingen foregikk etter endte arbeidsdag i hele måleperioden mellom 16.- 20. april 2012. Informantene var arbeidslaget og de to jernbinderne, som ble målt gjennom aktivitetsstudiet som ble utført i samme periode. Informantene fikk ved starten av måleperioden en introduksjon til hvordan spørreskjemaene skal utfylles, samt bakgrunnen for hvorfor vi ønsket å gjennomføre målingene. Målingene foregikk ved at vi delte ut spørreskjemaene når informantene var samlet på riggen for å skifte av seg arbeidsklærne. Vi var tilgjengelig for spørsmål knyttet til utfyllingen av spørreskjemaene etter utdeling, og samlet inn og besvarelsene fortløpende.

4.5 *Intervjuer og workshops*

Alle møtene med veileder har fungert som workshops. Gjennom møtene har vi gått gjennom mulige løsninger på oppgavens problemstillinger, samt i felleskap utviklet de subjektive målemetodene som benyttes i forbindelse med de to første spørsmålene i oppgavens avgrensning. I tillegg ble mulige løsninger på hvordan målemetoden OEE kan overføres til Lean Construction som et arbeidsflytmål diskutert på møtene. Det har også blitt gjennomført en workshop hos Veidekke i Oslo den 6.februar 2012, der vi deltok sammen med Bo Terje Kalsass (veileder), Trond Bølviken (direktør, Veidekke) og Marius Plünnecke (økonomisjef, Veidekke) deltok. På workshopen diskuterte vi ulike retninger vi kunne ta oppgaven i, samt at vi fikk en kort presentasjon av økonomisystemet VAP.

Det har blitt gjennomført tre intervjuer i forbindelse med datainnsamling til oppgaven. To av intervjuene ble utført med anleggsleder Jens G. Jensen ved prosjektet Smidsrød Helsehus som informant, mens det siste intervjuet ble utført med Økonomisjef Marius Plünnecke fra divisjonsledelsen til Veidekke som informant. Når det gjelder utformingen på de kvalitative intervjuene som ble benyttet, ble det brukt spørsmål som er åpne. Det ble utarbeidet en liste over team og generelle spørsmål for alle intervjuene, og ifølge Johannessen et.al (2010) kan slike intervjuer beskrives som delvis strukturert intervjuer, også kalt intervjuer med intervjuguide. Det første intervjuet med Jensen, ble gjennomført 13.april, og hadde som hensikt å få informasjon om hvordan prosjektet blir styrt og organisert, spesielt med tanke på involverende planlegging, VAP og kvalitetskontroller etter utført arbeid. I tillegg fungerte møtet intervjuet ble utført i, som en introduksjon av oss og måleopplegget vi benytter oss av, noe vi anså som viktig for at forholdene kunne bli lagt best mulig til rette for datainnsamlingen for beregning av arbeidsflyt som skulle gjennomføres med aktivitetsstudie og spørreundersøkelser uken etter.

Det andre intervjuet med Jensen, ble gjennomført 27.april. Hensikten med intervjuet var å få informasjon om bruken av VAP, blant annet i forhold til oppgavens problemstilling. I tillegg ble det spurt spørsmål knyttet til informantens oppfattelse av arbeidernes evne til å reflektere over egen arbeidsdag. Det siste intervjuet ble gjennomført 21.mai med Plünnecke som informant. Intervjuet omhandlet VAP, og hadde som hensikt å kvalitetssikre at skrevet teori om VAP og vår oppfattelse av systemet er korrekt.

4.6 Statistiske metoder

For å besvare spørsmål en og to i oppgavens avgrensning, benytter vi korrelasjonsanalyse. I følge Grønmo (2004) er hensikten med en korrelasjonsanalyse å finne en koeffisient som gir et mål på sammenhengen mellom to variabler. Korrelasjonsanalyse beregner i følge Hellevik (2002) et mål for statistisk avhengighet av uavhengige variabler. Analysen forutsetter dermed ikke at en variabel betraktes som avhengig og den andre som uavhengig. For å svare på spørsmålene om det er korrelasjon mellom subjektive og objektive måleresultater, benyttes korrelasjonskoeffisienten Pearson r. I følge Grønmo (2004) er Pearson r et lineært mål som kan brukes på variabler som er på intervall eller forholdstall nivå. Pearson r gir et forholdstall på hvor stor andel produktet av standardavviket er i forhold til den samlede spredningen. Den uttrykker spredningen rundt gjennomsnittet for hver av variablene (x og y) i form av standardavviket (S_x og S_y). Produktet av de to standardavvikene ($S_x \cdot S_y$) uttrykker den samlede spredningen for begge variablene. Den spredningen som er felles for de to variablene, uttrykkes i form av et mål som kalles kovariansen (S_{xy}). Grønmo viser tilfølgende formel for utregning av pearson r:

$$pearson\ r = \frac{S_{xy}}{S_x \times S_y}$$

Verdien av korrelasjonskoeffisienten Pearson r er i følge Grønmo (2004) en verdi som varierer mellom -1 og 1. Hvis koeffisienten er stor, dvs. opp mot 1 eller ned mot -1, hevder forfatteren at dette indikerer en sterk sammenheng mellom variablene. Retningen på sammenhengen vises med fortegnet. Dersom fortegnet er (-) betyr det en negativ sammenheng, og en positiv verdi betyr en positiv sammenheng. Hvis koeffisienten er = 0 er det ingen sammenheng. I følge Johannessen et al. (2010) er graden av korrelasjon avhengig av hva som undersøkes og det finnes dermed ikke et fasitsvar på hva som er høy korrelasjon. Likevel peker de på følgende tommelfingerregel i tabell 4.2:

Tabell 4.2 Grad av korrelasjon i forhold til Pearson r. (Johannessen et al., 2010)

| <i>Pearson r</i> | <i>«grad av» korrelasjon</i> |
|------------------|------------------------------|
| 0,00-0,19 | Veldig svak |
| 0,20-0,39 | Svak |
| 0,70-0,89 | Høy |
| 0,90-1,00 | Meget Høy |

For å regne ut korrelasjonskoeffisienten Pearson r , benyttet vi i denne oppgaven korrelasjonsanalysefunksjonen for å beregne Pearson r i Excel.

5 Resultater

I dette kapittelet vil vi gå gjennom de resultatene som har kommet frem gjennom undersøkelser. Kapittelet er organisert etter rekkefølgen på oppgavens spørsmål.

5.1 Resultater – måling av arbeidsflyt direkte

Kapittel 5.1.1 presenterer de mest relevante opplysningene fra intervjuet utført med prosjektleder på Smidsrød Helsehus, Jens G. Jensen. Kapittelet har til hensikt å belyse begrepet arbeidsflyt fra prosjektleders synsvinkel. Resultatene som blir presentert i kapittel 5.1.2 er innhentet data angående arbeidernes subjektive egenvurdering av arbeidsflyt og målt arbeidsflyt fra aktivitetsstudiet. Hensikten er å se i hvilken grad det er sammenheng mellom arbeidernes subjektiv egenvurdering av arbeidsflyt og målt arbeidsflyt. Målingene ble utført i perioden 16 – 20. april og avgrenses til en arbeidsuke.

5.1.1 Arbeidsflyt - intervju med prosjektleder

Fra intervjuet med prosjektleder på Smidsrød Helsehus Jens G. Jensen fremkommer det et klart ønske om økt refleksjon blant arbeiderne. Det poengteres blant annet at bransjens akkordløsning medfører økt fokus på arbeidernes opptjeningsmuligheter fremfor prosjektets arbeidsflyt.

Det tas opp i jevne mellomrom hva du har tjent og hva du kan tjene. Det settes gjerne opp noen eksempler på veggen. Hvor mye penger har man tjent? Hvor mye har man jobbet i forhold til opptjent? Har man dårlig arbeidsmiljø på en plass kan man sette opp lønnen. Det er ofte en svært god motivasjon.

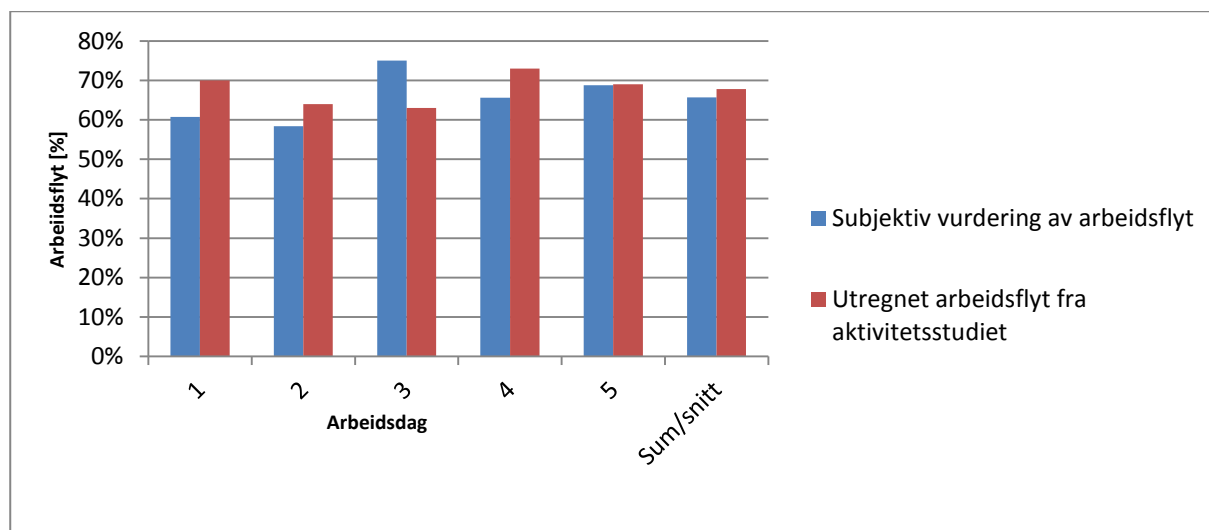
Ved spørsmål om arbeidernes evne til å reflektere over egen arbeidsflyt fremkommer det et ønske om økt refleksjon og økt evne til å jobbe selvstendig. Det pekes blant annet på at de som ønsker større utfordringer slutter og begynner i firmaer der de tar større del i fremgangen/planleggingen eller blir bas, formann og prosjektleder etc. i Veidekke. Det poengteres videre at det oppleves forskjell på arbeidere i små bedrifter i forhold til store bedrifter. Forskjellen som vektlegges er at de som trives i store bedrifter er komfortable med at de kan unngå å ta større avgjørelser og ansvar.

Forskjell på tømmer i små bedrifter fremfor stor. Det er i hvert fall mine erfaringer. De som trives her vel mulig de som ikke vil eller trenger mer ansvar. Komme på jobb og tjene mest mulig penger etc.

Ved spørsmål om det er gjort tiltak på Smidsrød Helsehus som bidrar til økt refleksjon fremkommer det at økonomiske virkemidler er den mest brukte metoden. Det fremkommer blant annet at akkord og hvor mye arbeiderne kan tjene og status på prosjektets fremdrift er virkemidler som blir tatt i bruk på mandagsmøtene.

5.1.2 Korrelasjon mellom subjektiv egenvurdering av arbeidsflyt og målt arbeidsflyt

I henhold til figur 5.1 presenteres resultatene fra undersøkelsene i seks målekategorier. De fem første kategoriene representerer hver dag i måleperioden og siste kategorien er undersøkelsens samlede arbeidsflytmål.



Figur 5.1 Resultater fra subjektiv egenvurdering av arbeidsflyt og utregnet arbeidsflyt fra aktivitetsstudiet.

Målt arbeidsflyt fra aktivitetsstudiet for dag 1 er 70 % og subjektiv egenvurdering er 61 %. Arbeidet besto hovedsakelig av å bygge forskaling, binde jern, og å legge radonsperre og isolasjon. Basert på egne observasjoner fremsto arbeidslaget på syv mann som godt organisert i form at arbeidsoppgavene overlappet hverandre uten unødvendig stopp eller hindringer. Som eksempel kan det vises til at jern binderne monterte armeringsjern kun kort tid etter at forskalingsnekkene hadde fullført arbeidet med radonsperren og isolasjonen.

Målt arbeidsflyt fra aktivitetsstudiet for dag 2 er 64 % og subjektiv egenvurdering er 58 %. Arbeidet besto av å fullføre isolering og deretter fortsette med økt ressurser til binding av armeringsjern.

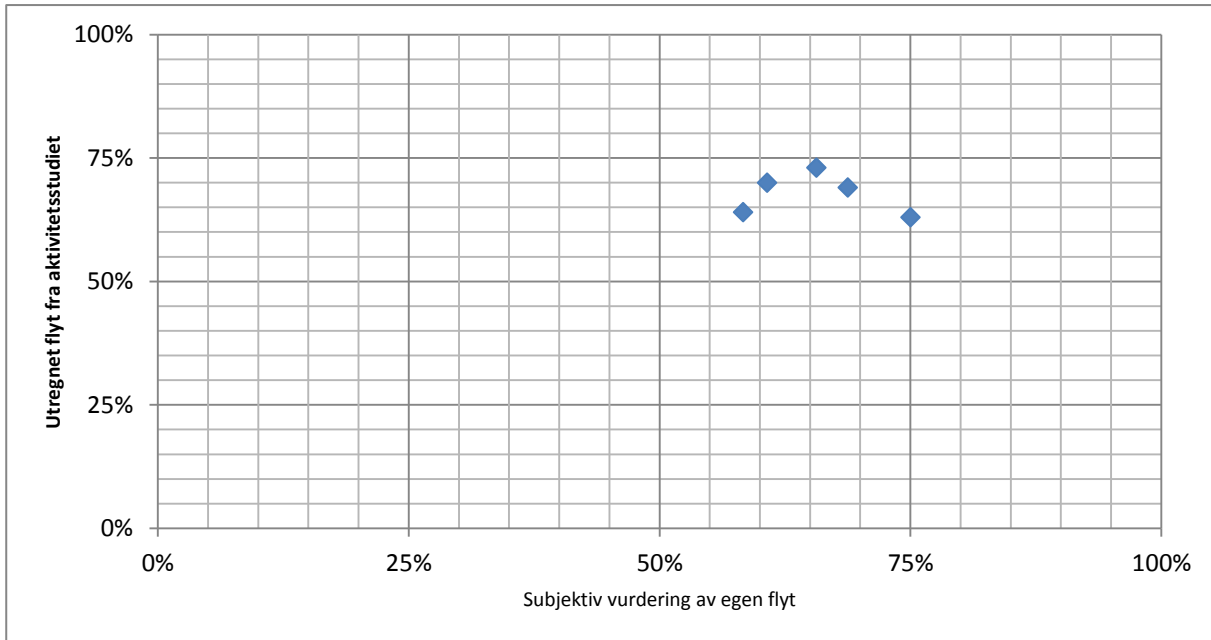
Arbeidet med isoleringen ble fullført kort tid etter lunsj og de aktuelle arbeiderne begynte da å bistå jernbinderne. Arbeidet var preget av direkte arbeid men med fokus på mindre oppgaver som inspeksjon, retting av feil og mangler. Spesielt var det fokus på hjørnene mot ytterveggen der deler av armeringsjernet måtte kuttes vekk for å få plass til prefabrikerte søyler. Basert på egne observasjoner var dagen preget av god organisering og godt samarbeid. Arbeidet som ble utført var hovedsakelig direkte arbeid men ved overgang til ny aktivitet (fra isolering til jernbinding) var situasjonen preget av litt mer usikkerhet og arbeidet som ble utført var nødvendig men mer improvisert/ikke planlagt. Dette kan forklares ved at det ble satt inn ekstra ressurser for å ferdigstille arbeidet med armeringsjernet og at de gjenværende arbeidsoppgavene var mindre tilpasninger som kan anses som mindre oversiktlige.

Målt arbeidsflyt fra aktivitetsstudiet for dag 3 er 63 % og subjektiv egenvurdering er 75 %. Arbeidet for dagen var hovedsakelig tilrettelegging for betong leveranse og støping av gulv. Basert på egne observasjoner var dagen preget av flere mindre arbeidsoppgaver i forbindelse med bygging av mindre forskalinger og retting av feil på isolering og armering slik at støpingen av betonggulv kunne utføres uten store hindringer. I tillegg ble det benyttet ledig arbeidskapasitet til mottak og bygging av stilas. Arbeidet med stilas ble prioritert etter betong arbeidet og ble da utført av arbeidere som var disponible etter de hadde utført nødvendig arbeid i forbindelse med betongleveransen.

Målt arbeidsflyt fra aktivitetsstudiet for dag 4 er 73 % og subjektiv egenvurdering er 66 %. Denne dagen var det planlagt å starte med forskalingen til veggene og det ble dermed utført en sikker jobb analyse før påbegynning av arbeidet. I tillegg skulle det benyttes nye typer kassetter til forskalingsarbeidet og det var derfor nødvendig med en ekstra gjennomgang av de nye arbeidsmetoder. Basert på egne observasjoner var formiddagen preget av HMS gjennomgang og kordinering på arbeidsplassen. Ettermiddagen var preget av direkte arbeid som forskalingen av vegger og andre mindre oppgaver. Arbeidet som ble utført på forskalingen ble oppfattet som mer systematisk i forhold til de andre mindre oppgavene. Dette begrunnes blant annet med at de hadde en større jobb å forholde seg til og hadde dermed mindre omstillingstid i form av tilrettelegging etc. Det var ikke noen observasjoner på retting av feil annet enn at jernbinderne måtte kutte vekk mindre mengder stål for å gjøre klart for rørleggerarbeid.

Målt arbeidsflyt fra aktivitetsstudiet for dag 5 er 69 % og subjektiv egenvurdering er 69 %. Arbeidet for dagen var hovedsakelig å tilrettelegge for leveranse av betong og å støpe andre og siste del av gulvet. I tillegg fortsatte arbeidet med forskalingen av veggene og nødvendig jernbinding. Basert på

egne observasjoner var dagen preget av redusert kordineringer og flyt fordi to arbeidere var nødt til å vente en lenger periode på betongleveransen og arbeiderne som jobbet med de nye forskaling kassetene brukte noe tid på å sette seg inn i det nye systemet.



Figur 5.2 Korrelasjon mellom subjektiv egenvurdering av arbeidsflyt og utregnet arbeidsflyt fra aktivitetsstudiet.

Målt arbeidsflyt fra aktivitetsstudiet for uken er 68 % og subjektiv egenvurdering er 66 %. Selv om total arbeidsflyt for hele uken er svært like viser figur 5.2 en mer tilfeldig sammenheng mellom subjektiv egenvurdering av flyt og målt arbeidsflyt. Variasjonene for hver dag har liten sammenheng da redusert/økt subjektiv egenvurdering av flyt nødvendigvis ikke betyr redusert/økt arbeidsflyt målt i aktivitetsstudiet. Betragtningen styrkes ytterligere av en lav korrelasjonskoeffisient. Pearson r for innhentet data er 0,2187 som er mindre enn hva Johannessen et al. (2010) anbefaler som et godkjent mål. Forfatterne peker på at verdier mellom 0,20-0,39 har en svak grad av korrelasjon.

5.1.3 Analyse

Det fremkommer i intervjuet med prosjektleder at det er et ønske at arbeiderne reflekterer mer over egen arbeidshverdag og jobber mer selvstendig. I hvilken grad arbeiderne reflekterer over egen arbeidshverdag er det ikke gjort noen videre undersøkelser på, men våre observasjoner tilsier at det var tilsynelatende lite refleksjoner rundt utfylling av det direkte arbeidsflytmålet i den subjektive undersøkelsen. Eksempler det vises til er at arbeiderne i første omgang var lite interessert i å delta i undersøkelsen og ved utfylling brukte de mindre tid enn forventet på spørsmålet som angår

arbeidsflyt. Både prosjektleder og forman tvilte på at man kunne bruke arbeidernes egenvurdering men utelukket det ikke. Likevel påpekes det at man kan forvente variasjon. Prosjektleder viser til eksempel der de har leid inn arbeidskraft fra mindre underleverandører der han har registrert en tendens til mer selvstendige arbeidsmetoder og økt refleksjon.

Arbeiderne på prosjektet Smidsrød Helsehus jobber hovedsakelig på akkordbasert betaling og fra intervjuet med prosjektleder fremkommer det at økonomiske virkemidler er den mest brukte metoden for å oppnå økt prestasjon. For eksempel blir det med jevne mellomrom opplyst hvor mye de har tjent og hvor mye de kan tjene. Det fremkommer også at økt lønn ofte er god motivasjon hvis arbeidsmiljøet er dårlig. I kapittel 3.3.3 beskriver Csikszentmihalyi (2005) det han kaller for flytsonen. Her nevnes blant annet at indre motivasjon er en viktig forutsetning for å oppnå en individuell flytzone og ytre motivasjon i form av økt lønn er en mindre god forutsetning for å oppnå flytsonen.

I presentasjonen av resultatene trekkes dag 3 frem som et eksempel. Målingene viser verdiene 63 % flyt fra aktivitetsstudiet og 75 % flyt fra den subjektive undersøkelsen. I forhold til de andre dagene er denne dagen den eneste dagen der den subjektive egenvurderingen av arbeidsflyt er større enn målt arbeidsflyt. Det fremkommer at dagen var preget av flere mindre arbeidsoppgaver. Ved utførelse av mindre arbeidsoppgaver kan det antas at det er nødvendig med mer tid til omstilling mellom oppgavene og at det kan være en av årsakene til redusert arbeidsflyt registrert i aktivitetsstudiet. Det kan antas at arbeiderne som utføres oppgavene ser på denne type arbeid som ordinært arbeid og dermed ikke klarer å registrere tiden som går tapt i omstillingsarbeidet. Disse antakelsene blir styrket da det fremkommer i aktivitetsstudiet at det er registrert svært høye verdier på kategori «utbedring av tabber» og «venting/nedetid» på den aktuelle dagen. Som vist i tabell 5.1, er det på kategori «utbedring av tabber» registrert henholdsvis 4,6 % på onsdag fremfor 0,2 % på torsdag. På posten «venting / nedetid» er det registrert 3,7 % på onsdag og 0,4 % på torsdag.

| Kategori | Onsdag | Torsdag |
|---------------------|--------|---------|
| Utbedring av tabber | 4,6 % | 0,2 % |
| Venting / nedetid | 3,7 % | 0,4 % |

Tabell 5.1 Utdrag fra aktivitetsstudiet som viser forholdet mellom postene «utbedring av tabber» og venting / nedetid».

Det trekkes også frem et eksempel fra dag 4 der målt arbeidsflyt for aktivitetsstudiet er 73 % og subjektiv egenvurdering er 66 %. I løpet av denne dagen ble det utført sikker jobb analyse og kursing i bruk av nye kassetter til forskalingen. I samtale med arbeiderne fremkommer det at sikker

jobb analyse er en fornuftig ting å gjøre men sees på som bortkastet tid for de arbeiderne som har vært med på lignende gjennomganger ved tidligere anledning. Dette kan være en årsak til lavere opplevelse av egenflyt fremfor registrert arbeidsflyt i aktivitetsstudiet.

5.1.4 Oppsummering

Basert på utførte undersøkelser er det liten korrelasjon mellom subjektiv egenvurdering av arbeidsflyt og målt arbeidsflyt i aktivitetsstudiet. Manglende vilje og interesse til å reflektere over egen arbeidsflyt blir diskutert som en av årsakene. Det trekkes blant annet frem eksempler fra den praktiske utfyllingen av spørreundersøkelsen der det ble brukt svært lite tid til refleksjon angående temaet arbeidsflyt. I teorien fremkommer det at indre motivasjon er en god forutsetning for å oppnå en individuell flytzone og at dermed ytre motivasjon i form av økonomiske virkemidler er mindre hensiktsmessig. Akkordsystemet som lønningssystem blir dermed tolket som et intensivsystem som kan ha liten virkning eller negativ virkning på oppnåelsen av flytsonen. Til slutt diskuteres det at arbeidernes egen oppfattelse av flyt kan være god selv om det blir brukt mer tid til omstillingsarbeid og unødvendige «fem minutter». Det vises til eksempler fra resultatet der det er større forskjeller mellom målt arbeidsflyt i aktivitetsstudiet og egenvurdering av arbeidsflyt på den onsdagen da det var flere småoppgaver som skulle utføres. I tillegg rettes det fokus på arbeidernes oppfattelse av HMS gjennomgang og at denne noen ganger kan være unødvendig. Det vises til eksempler fra torsdagen der egenvurderingen av arbeidsflyt var betraktelig lavere enn målt arbeidsflyt fra aktivitetsstudiet.

5.2 *Resultater – måling av arbeidsflyt indirekte*

Resultatene som blir presentert i dette kapitlet er innhentet og utregnet data fra arbeidernes egenvurdering om tidsbruk som har hatt negativ effekt på arbeidsflyten og målt tidsbruk i aktivitetsstudiet. Målingene ble utført i perioden 16-20. april og avgrenses til en arbeidsuke.

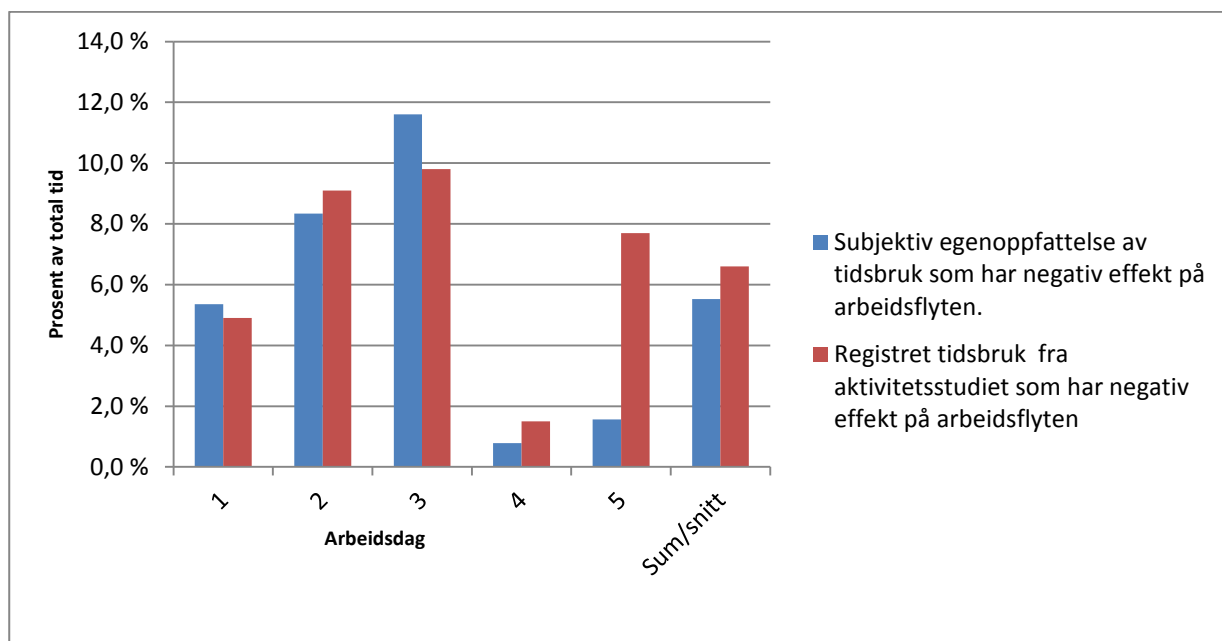
Hensikten er å se om det er sammenheng mellom subjektiv egenoppfattet tid og registrert tid fra aktivitetsstudiet.

5.2.1 Korrelasjon mellom Subjektiv egenoppfattet tid som har negativ effekt på arbeidsflyten og målt tidsbruk i aktivitetsstudiet

Summen av målt tid fra aktivitetsstudiet som har negativ effekt på arbeidsflyten er 5,5 % og subjektiv egenoppfattet tid er 6,6 %. Korrelasjonskoeffisienten pearson r for ukens tidsregistreringer

er 0,75. Johannessen et al. (2010) peker på at verdier mellom 0,70-0,89 er høy grad av korrelasjon. Selv om korrelasjonskoeffisienten fremstår som sterk er det aktuelt å presentere en mer grundig presentasjon av resultatene. Vi henviser til at korrelasjonsanalysen ikke tar hensyn til kategoriseringen av innhentet data. For eksempel kan det ved aktivitetsstudiet være registrert lik mengde tid i kategorien «annen personlig tid» som arbeiderne har registrert på «utbedring av tabber». Hvis et slikt eksempel er tilfelle vil dette bidra til bedre resultater på korrelasjonstesten uten at det eventuelt betyr at tallene har en sammenheng til hverandre.

Vi vil vi derfor i henhold til figur 5.3 presenteres resultatene i fem kategorier som er innhentet data for hver dag i perioden. Hensikten er å frembringe opplysninger om hvordan type tidsbruk som er registrert i aktivitetsstudiet i forhold til undersøkelsen. For å få et balansert forhold til resultatet slik at tidsbruket kan sammenlignes blir resultatene presentert i prosent i forhold til total arbeidstid.



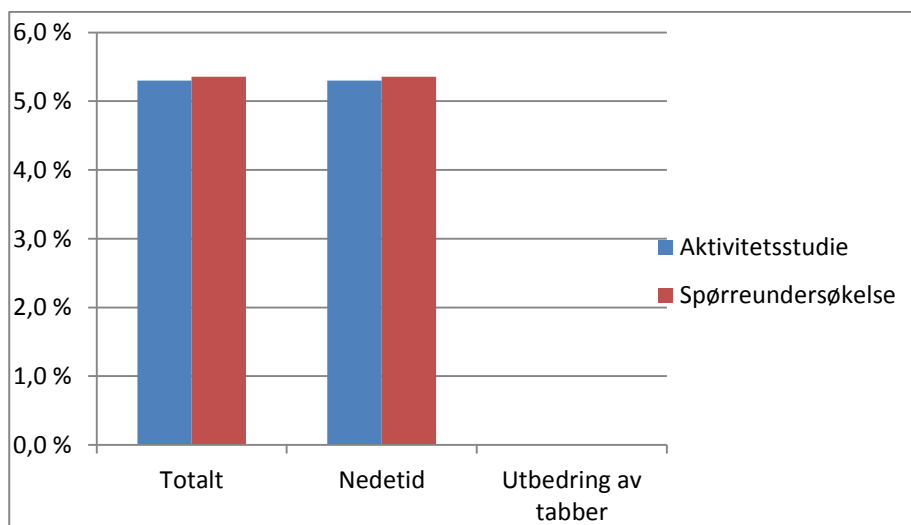
Figur 5.3 Resultater fra subjektiv egenvurdering av tidsbruk og registrert tidsbruk som har hatt negativ effekt på arbeidsflyten.

I den subjektive undersøkelsen har arbeiderne svart på totalt 11 spørsmål om årsak til forsinkelse og eventuelt forsinkelse i tid årsaken har medført. I aktivitetsstudiet er det totalt fire punkter som kategoriserer tid som har hatt negativ effekt på arbeidsflyten. For å få et egnet sammenligningsgrunnlag har vi kategorisert alle spørsmålene i to felles kategorier. Tabell 5.2 viser inndelingen av spørreundersøkelsen og aktivitetsstudiet i kategoriene «nedetid/ venting» og «utbedring av tabber».

| Kategori | Spørreundersøkelse | Aktivitetsstudiet |
|----------------------------|---|---|
| Nedetid/venting | <ul style="list-style-type: none"> - Forutgående aktivitet var ikke ferdig i tide. - Forutgående aktivitet var av dårlig kvalitet, herunder aktiviteten er ikke helt ferdig (ferdig ferdig). - Arbeidsområdet var ikke tilgjengelig på grunn av annet arbeid. - Arbeidsområdet måtte ryddes før det ble tilgjengelig. - Manglende arbeidstegning eller feil/mangler på tegninger. - Manglende eller uklar informasjon. - Feil på materialer eller for lite materialer. - Manglende eller lite hensiktsmessig utstyr. - Annen årsak til forsinkelse av arbeid | <ul style="list-style-type: none"> - Venting/nedetid - Annen personlig tid |
| Utbedring av tabber | <ul style="list-style-type: none"> - Har du brukt tid i dag på å rette opp egne eller andres feil? - Har du utført arbeid i dag som ikke var planlagt når du begynte på jobb? | <ul style="list-style-type: none"> - Utbedring av egen tabbe. - Utbedring av tabbe fra annet lag/fag. |

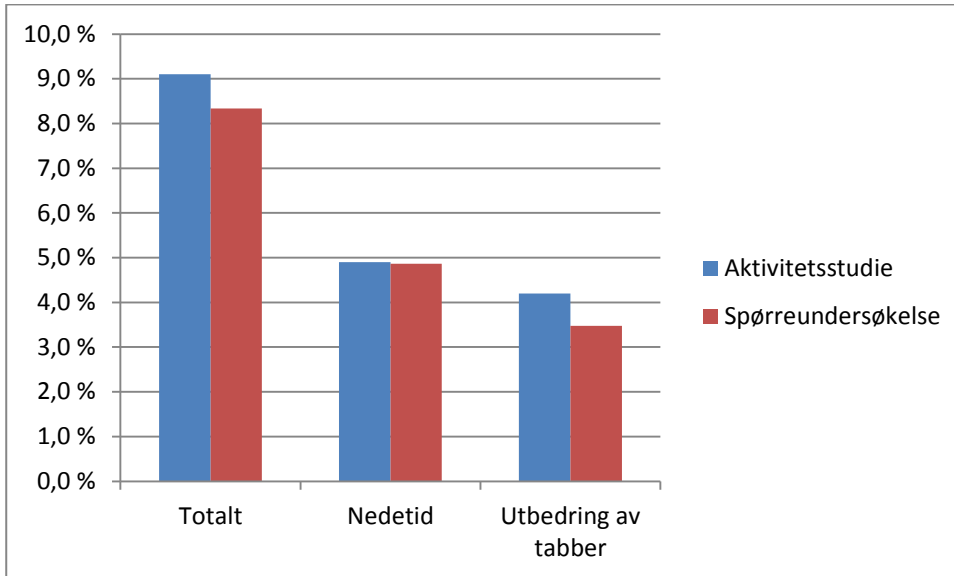
Figur 5.2 Kategorisering av den subjektive undersøkelsen og aktivitetsstudiet.

5.2.2 Resultater – dag



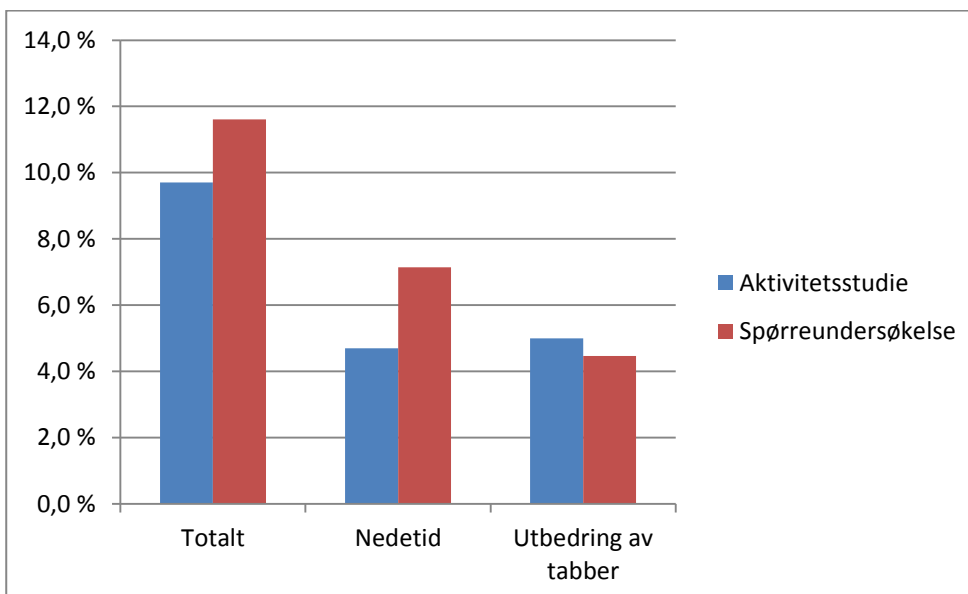
Figur 5.4 Dag 1 - sammenhengen mellom registrert tid fra spørreundersøkelsen og aktivitetsstudiet som har hatt negativ virkning på arbeidsflyten.

Figur 5.4 viser resultatene fra dag 1. I aktivitetsstudiet er det registrert 5,3 % nedetid og 0,0 % utbedring av tabber. I undersøkelsen er det registrert 5,4 % nede tid og 0,0 % på utbedring av tabber. Opplysninger hentet fra aktivitetsstudiet viser at kategorien «annen personlig tid» står for 5 % av nedetiden. På spørreundersøkelsen er det kun en arbeider som har krysset av på årsak som har medført forsinkelse. Vedkommende måtte kutte armeringsjern som var levert i feil lengde dermed har han utført arbeid som ikke var planlagt ved dagens start. På undersøkelsen har han grunnet denne årsaken registrert en nedetid på 5,4 %.



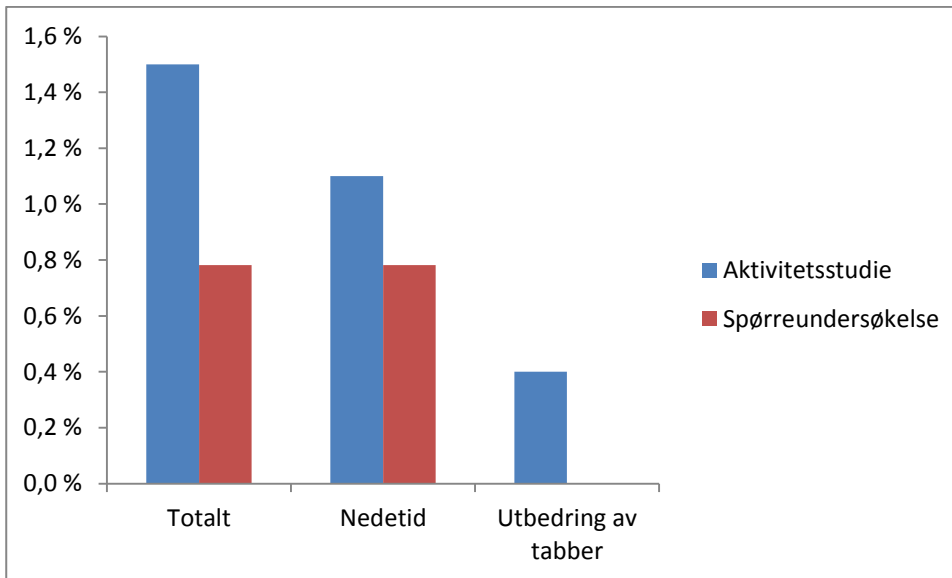
Figur 5.5 Dag 2 - sammenhengen mellom registrert tid fra spørreundersøkelsen og aktivitetsstudiet som har hatt negativ virkning på arbeidsflyten.

Figur 5.5 viser resultatene fra dag 2. Det er registrert 4,9 % nedetid på både aktivitetsstudiet og spørreundersøkelsen. På utbedring av tabber er det registrert 4,2 % på aktivitetsstudiet og 3,5 % på spørreundersøkelsen. Tiden som er registrert i spørreundersøkelsen er forårsaket av at arbeiderne måtte fjerne /kutte overflødig armeringsjern som allerede var montert. I tillegg ble det brukt en del unødvendig tid på venting på betong og til tolkning av arbeidstegningene som ble beskrevet som mangelfulle. Fra aktivitetsstudiet var det registrert 4,2 % utbedring av tabber, 3,1 % annen personlig tid og 1,8 % nedetid / venting.



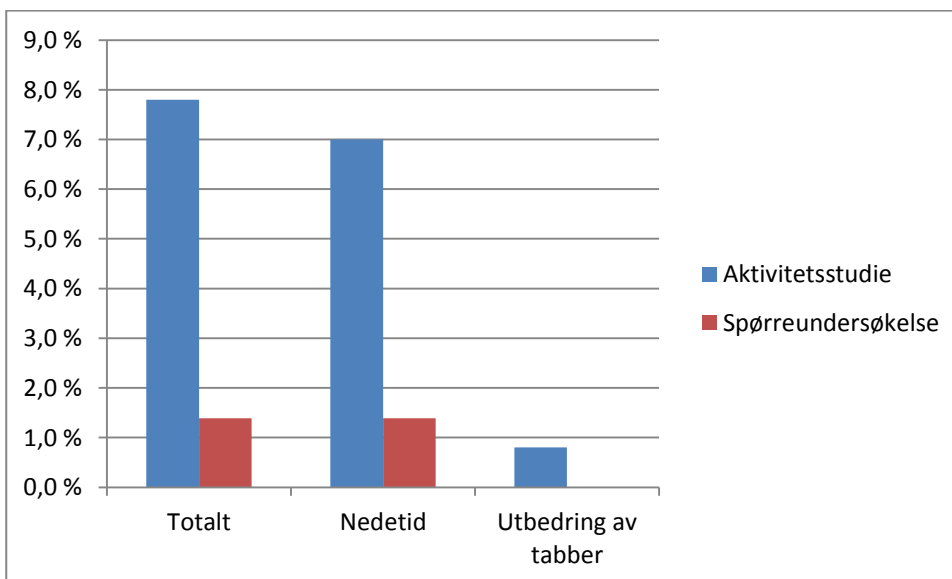
Figur 5.6 Dag 3 - sammenhengen mellom registrert tid fra spørreundersøkelsen og Aktivitetsstudiet som har hatt negativ virkning på arbeidsflyten.

Figur 5.6 viser resultatene fra dag 3. I aktivitetsstudiet er det registrert 4,7 % nedetid og 5,0 % utbedring av tabber. I undersøkelsen er det registrert 7,1 % på nede tid og 4,7 % på utbedring av tabber. Årsakene til forsinkelse i undersøkelsen er feil på isolasjon, venting på betong og oppretting av feil. I aktivitetsstudiet er utbedring av tabber 5 %, venting 3,7 % og annen personlig tid 1,0 %.



Figur 5.7 Dag 4 - sammenhengen mellom registrert tid fra spørreundersøkelsen og Aktivitetsstudiet som har hatt negativ virkning på arbeidsflyten.

Figur 5.7 viser resultatene fra dag 4. I aktivitetsstudiet er det registrert 1,1 % nedetid og 0,4 % utbedring av tabber. I undersøkelsen er det registrert 0,8 % nede tid og 0,0 % på utbedring av tabber. Årsaken til forsinkelse i undersøkelsen er feil på isolasjon som måtte rettes før det skulle legges betong. I aktivitetsstudiet er det registrert 0,9 % annen personlig tid, 0,4 % utbedring av tabber og 0,2 % venting/nedetid.



Figur 5.8 Dag 5 - sammenhengen mellom registrert tid fra spørreundersøkelsen og Aktivitetsstudiet som har hatt negativ virkning på arbeidsflyten.

Figur 5.8 viser resultatene fra dag 5. I aktivitetsstudiet er det registrert 7,0 % nedetid og 0,8 % utbedring av tabber. I undersøkelsen er det registrert 1,4 % nede tid og 0,0 % utbedring av tabber. Årsaken til forsinkelsen i undersøkelsen er venting på betong. I aktivitetsstudiet er det registrert 5,8 % venting/nedetid, 1,2 % annen personlig tid og 0,8 % utbedring av tabber.

5.2.3 Analyse

Basert på egne observasjoner fremkom det fra flere av arbeiderne at undersøkelsen virket fornuftig og var svært aktuelle i forhold til deres arbeidsdag. Det ble blant annet visst til de syv forutsetningene og at disse beskrev situasjoner som arbeiderne opplevde ofte. Det fremkom også at det kunne være en del irritasjon rundt arbeidshverdagen hvis ikke forutsetningene var tilstede. Det kan derfor antas at det var en hvis form for eierskap til spørsmålene fordi de rettet fokus på temaer som direkte angikk arbeiderne. Det kan også tyde på at økt eierskap medførte økt interesse for refleksjon over egen arbeidsdag. Det ble blant annet observert at arbeiderne hjalp hverandre til å fylle ut skjemaene og i den forbindelse ble det økt dialog og refleksjon rundt egen arbeidsdag og undersøkelsen.

Korrelasjonsanalysen er basert på total tid for hver dag, og tar ikke hensyn til inndelingene av årsak til tidsbruk. Det vil derfor være fordelaktig å analysere dataen fra resultatet for å drøfte i hvilken grad korrelasjonskoeffisienten er gjeldende for oppgavens problemstilling.

På dag 1. ble det aktivitetsstudiet registrert 5 % annen personlig tid. Annen personlig tid blir kategorisert som unødvendige pauser og annen ubenyttet tid. For eksempel for lange spisepauser eller «fem minutter». I spørreundersøkelsen fremkommer det at kun en person har skrevet ned årsak til forsinkelse og et estimat på total tid forsinkelsen har medført. Han skriver at han utbedret tabber ved å bruke 5,3 % (3 timer) av lagets totale arbeidstid til å kutte armeringsjern som var levert i feil lengde. Disse tallene er de verdiene som presenterer den totale tiden som har negativ effekt på arbeidsflyten. Basert på nevnte opplysninger kan antas som lite sannsynlig at disse verdiene fra aktivitetsstudiet og den subjektive undersøkelsen har god korrelasjon da de i prinsippet representerer «to ulike datagrunnlag». Antakelsen blir ytterligere styrket ved en nærmere gjennomgang av den aktuelle dataen. Det fremkommer blant annet på dag 2 at annen personlig tid i aktivitetsstudiet er sterkt representert uten at verdien kan sammenlignes med lignende data fra den subjektive undersøkelsen.

Disse observasjonene påpeker også at det kan være naturlig å vurdere arbeidernes evne til å vurdere sine egne pauser og «fem minutter». Basert på egne observasjoner var det flere anledninger der vi på aktivitetsstudiet registrerte høye verdier på «annen personlig tid» uten at denne type informasjon ble synlig i den subjektive undersøkelsen. Det kan også bety at det ble gjort feilvurderinger ved utfylling av aktivitetsstudiet i form av feiltolkning av situasjon. Det kan for eksempel tenke seg at det vi som observatører oppfattet som unødvendige pauser egentlig var planlegging eller restitusjon. Likevel bør det poengteres at vi som observatører var raskt i gang å diskutere med hverandre eller snakket med arbeiderne hvis en situasjon var uklar.

5.2.4 Oppsummering

Det fremkommer at undersøkelser som direkte angår arbeidernes hverdag kan være enklere å gjennomføre fordi arbeiderne kan få økt eierskap til undersøkelsen. Flere av arbeiderne uttalte at undersøkelser som går på de syv forutsetningene for en sunn aktivitet gjenspeiler arbeidshverdagen og er derfor av interesse hvis det kan medføre forbedringer. Korrelasjonskoeffisienten ble utregnet til 0,75 noe som betyr at sammenhengen mellom subjektiv egenvurdering av tid og målt tid har høy grad av korrelasjon. Likevel kan det stilles spørsmål til graden av korrelasjon da flere av årsakene til tidsforsinkelse ikke kunne identifiseres med hverandre. Det vises til eksempler på dager der totalt tidsmål er tilsvarende likt for begge målemetodene men årsakene er totalt ulike. Det trekkes også frem arbeidernes «manglende» evne til å rapportere egne forsinkelser hvis de har tatt en for lang pause eller vært mindre aktiv enn vanlig. Det fremkommer blant annet at det ble målt annen personlig tid på alle dagene i aktivitetsstudiet men ingen tilsvarende tilbakemeldinger ble identifisert i den subjektive undersøkelsen. I denne sammenheng kan det være naturlig at også aktivitetsstudiet har mangler.

5.3 ***Resultater – Hvordan VAP kan brukes til å måle volumgjennomstrømning i OWF***

5.3.1 Presentasjon av intervjuresultater angående VAP

Dette kapitlet presenterer resultatene av to intervjuer som omhandler den praktiske bruken av VAP. Resultatene er inndelt i to kapitler og kapittel 5.3.1.1 presenterer den mest aktuelle dataen fra utført intervju med prosjektleder på Smidsrød Helsehus, Jens G. Jensen. Kapitlet har som hensikt å se på bruken av VAP fra en prosjektleder synspunkt. Kapittel 5.3.1.2 presenterer den mest aktuelle dataen fra utført intervju med økonomiansvarlig i Veidekke, Marius Plünnecke. Begge intervjuene har som hensikt å belyse den praktiske bruken av VAP fra henholdsvis to ulike

synspunkter. Prosjektleder Jens G. Jensen benytter systemet i sitt daglige virke og økonomisjef i Veidekke Marius Plünnecke er designer av verktøyet.

5.3.1.1 Praktisk bruk av VAP - intervju med prosjektleder

Fra intervjuet med prosjektleder på Smidsrød Helsehus Jens G. Jensen fremkommer det flere viktige årsaker for å bruke VAP. En av de viktigste er kontroll og oversikt over prosjektets utførte ferdiggrad og prosjektets økonomiske ferdiggrad. Sammenligning av disse to gir informasjon om hvor langt prosjektet har kommet i fremgang i forhold til påløpte kostnader. Hvis det er store negative avvik betyr det at kostnadene overstiger produksjonsverdien.

Hovedfokus ligger på økonomien og den månedlige rapporten. Det jeg er interessert i er hvordan fremgangen ligger i forhold til økonomien. Det som er interessant ved rapportering av VAP er hvor mye som er produsert og hvor mye som er opptjent.

Intervjuobjektet fremhever at prosjektets dekningsbidrag også er en viktig indikator fordi den kan være lavere eller høyere enn normalt og gir et estimat på prosjektets overskudd så langt i prosjektet. I tillegg er sluttprognosen med oppdatert informasjon om hvor mye prosjektet totalt kommer til å tjene opplysninger som er av interesse.

Sluttprognosen er også viktig, hvor mye ligger vi an til å tjene til slutt. For prosjektet anses dekningsbidraget som viktig fordi den kan være lavere/høyere enn normalt. Dette sier noe om hvor mye man har produsert fremfor hva som er planlagt dekningsbidrag. Dekningsbidraget er i prinsippet hvor mye man tjener.

Ved spørsmål om det er en sammenheng mellom VAP og prosjektets fremdriftsplan fremkommer det at disse er to uavhengige systemer og ved planlegging er de ofte komplett atskilt. Sammenligninger blir eventuelt utført av prosjektleder i forbindelse med utfylling av utført ferdiggrad ved periodeslutt. På denne måten er det et klart skille på økonomien, og estimert tid og faktisk brukt tid.

Vi skiller ofte på økonomi og tiden på mange måter. Økonomi og fremdrift er to uavhengige systemer. Når jeg rapporterer lager jeg egen oppfattelse på dette. Når man planlegger er de ofte atskilte. De blir sammenlignet av meg når jeg tar statusen en gang i måneden.

Ved spørsmål om den praktiske bruken av VAP fremkommer det at prosjektleder eller formann har en sentral fordi den utførte ferdiggraden blir vurdert på et subjektivt grunnlag. Hvis for eksempel en betongvegg er ferdig utført gir det en ferdiggrad på 100 % på den særskilte aktiviteten/posten. Ved spørsmål om hvor nøyaktig den subjektive vurderingen er fremkommer det at den sees på som relativt nøyaktige men siden det er en subjektiv vurdering må det påregnes noe avvik på faktisk ferdiggrad og registrert ferdiggrad. Det viktigste for prosjektet er likevel at de store tallene er korrekte fremfor at prosjektleder eller formann bruker unødvendig mye tid på å fordype seg i mindre relevante detaljer.

Vurderingen er ganske nøyaktig men noe avvik vil det alltid være. Det som er vesentlig for oss er de store tallene.

Det fremkommer også at utført ferdiggrad kan justeres ved flere parametere avhengig av hva som er mest hensiktsmessig. Disse parameterne kan være blant annet mengder i form av kvadrat, volum, meter etc. og kan justeres slik at prosentsetningen blir korrekt i forhold til utført ferdiggrad. I prinsippet kan da prosjektleder justere alle variabler som er under postene produksjonskalkyle og utførtposten i tabell 3.5 i kapittel 3.7 (på venstre side i tabellen).

Ved spørsmål om viktigheten av erfaring og faglige kompetanse poengteres det at dette er en viktig forutsetning. Spesielt viktig er det ved vurderinger i forhold til usikkerhetsfaktorer. Eksempler på usikkerhetsfaktorer kan være ytre faktorer som ikke er så lett å kontrollere. På prosjektet Smidsrød Helsehus er det konkrete eksempler fra masseforflytningen der det i løpet av første byggetrinn er oppdaget mer fast grunn i form av fjell enn først estimert. Dette har blant annet medført og vil medføre mer sprengningsarbeid og en mulig ny oppdatering av produksjonskalkylen. I tillegg fremkommer det at den opprinnelige kontraktskalkylen kan være underestimert. Blant annet blir det nevnt at forhold som går på den praktiske driften slik som for eksempel riggekostnader er mangler som ofte går igjen.

Rigg kostnader blir som regel høyere enn det som er kalkulert. Sentrale mennesker som kalkulerer dette også har de ikke helt følelsen av hva som er god drift.

Verktøyet VAP skal oppdateres kontinuerlig i henhold til løpende avregningsmetoden, men i forhold til utført ferdiggrad og økonomisk ferdiggrad fremkommer det av at mesteparten av oppdateringene blir gjort på slutten av hver periode. Dette begrunnes med blant annet at det

foreligger mest informasjon ved slutten av en periode og at det medgår en del tid til rapporteringen. Det er derfor tidsbesparende å «samle en del av oppgavene» til slutten av perioden. Det poengteres også at en kontinuerlig oppdatering er krevende da mye av tiden til prosjektleder går til andre viktige gjøremål som møter, oppfølging, prosjektstyring etc. Ved spørsmål om gjennomføring av ukentlig innrapportering er mulig, blir det fremstilt som mulig men svært krevende og lite hensiktsmessig i forhold til prosjektleders prioritering av oppgaver.

Rapportering tar en del tid, bruker noen dager på det. Plutselig er man borte syk møte etc. En gang i uken er svært krevende. Det viktigste for oss er at driften går så smidig som mulig, trimme arbeiderne, informere og samkjøre gjengen, da tjenes det kroner. Produktivitet kan måles fra uke til uke men da må det gjøres. Det krever en del ekstra arbeid.

Det fremkommer i intervjuet at det blir gjort en rekke taktiske valg ved innrapportering/utfylling av VAP. Blant annet er det normalt at innrapporteringen av utført ferdiggrad ved «første halvdel av prosjektet» underrapporteres for å redusere risiko. Dette gjøres fordi risikoen i et prosjekt normalt er større ved starten av prosjektet enn ved slutten. Metoden vil da redusere muligheten for uforutsette utgifter noe også oppfattes som svært negativt av Veidekke sentralt. I tillegg er det om å gjøre å øke prosjektets likviditet og det er derfor ønskelig å fakturere byggherre mest mulig tidligst mulig. Hvis vi tar internrenten i betraktning vil også god likviditet medføre økt bunnlinje.

Det er taktikk i rapporteringen. Spesielt viktig mht. risiko. Begynner forsiktig. Det verste gutta i øverste hylle i Veidekke er uforutsette utgifter. De største avvikene skjer over tid.

5.3.1.2 Praktisk bruk av VAP - intervju med Økonomisjef i Veidekke

Fra intervjuet med økonomisjef i Veidekke Marius Plünnecke fremkommer det at underrapportering av utført ferdiggrad ikke er en normal praksis. Hvis det eventuelt blir utført underrapportering så skal det ifølge Veidekkes retningslinjer ikke være en bevist handling. Hvis prosjektleder ønsker å redusere risiko og ved å gjøre grep som påvirker dekningsbidraget så gjøres det ved å avsette midler til risiko.

Underrapportering gjøres eventuelt ikke bevist. Hele poenget er at vi har en løpende produksjons kalkyle. Gjøres dette skikkelig så får vi den tryggheten at fremdriften er riktig. Hvis det «syndes» så skjer det i tilfelle på ved at oppdatering og mengdene ikke alltid blir like korrekt. Justeringen av dekningsbidrag gjøres ved å avsette til risiko. Det er ingen justeringer som skal være innbakt i annen data som blir «plottet» inn.

Videre fremkommer det at byggbransjen er en usikker bransje og at risikoen er betraktelig større ved starten av et prosjekt fremfor mot den avsluttende perioden. Det er derfor akseptabelt å rapportere inn lavere dekningsbidrag i prosjektets tidlige fase fremfor mot prosjektets slutt fase.

Virksomheten som vi holder på med er så usikker. Det er akseptert at det rapporteres lavere dekningsbidrag i prosjektet. Si at prosjektet skal gi et dekningsbidrag på 12 prosent, da skal man ta høyde for at man rapportere 9 til å begynne med.

Ved spørsmål om hva et avvik mellom utført ferdiggrad og økonomisk ferdiggrad betyr så fremkommer det at de ikke bør være 100 % like fordi det er tilnærmet umulig å utføre en så god subjektiv vurdering. Hvis de er 100 % like vil det i tilfelle tyde på manipulering av data. Når intervjuobjektet ble presentert med avviket fra vårt eksempel på henholdsvis 38,5 % utført ferdiggrad og 42,9 % økonomisk ferdiggrad fremkommer det at avviket kan sees på som «litt stort» og årsak til avvik bør identifiseres.

Det er litt stort, her er det i tilfelle lurt å se på de forskjellige postene og identifisere årsak til avvik.

Ved spørsmål om prosjektleder kan øke likviditeten ved å manipulere data fremkommer det at utbetalingene fra byggherre på totalentreprise skjer via en betalingsplan. Det er derfor vanskelig å øke beløpet som skal faktureres hvis dette ikke er avtalt på forhånd. Hvis det fra prosjektleder er ønskelig med økt likviditet kan eventuelt frekvensen på innbetalingene øke og frekvensen på utbetalingene til underleverandører kan reduseres. Fortløpende fakturering av endringer og tillegg bidrar også positivt på prosjektets likviditet.

5.3.2 Analyse av hvordan VAP kan brukes til å måle dimensjonen volumgjennomstrømning

I henhold til oppgavens avgrensede spørsmål, skal vi undersøke om data fra økonomiverktøyet VAP kan benyttes til å måle dimensjonen volumgjennomstrømning i forbindelse med en arbeidsflytmetode basert på OEE-konseptet. I kapittel 3.9.3 presenterte vi et rammeverk for den OEE-baserte arbeidsflytmålemetoden OWF. I henhold til denne skal vi undersøke hvordan man kan bruke VAP til å måle reduksjon av flyt i dimensjonen volumgjennomstrømning. I kapittel 3.12.1 forklares det at det tas utgangspunkt i en målestrategi som måler dimensjonen volumgjennomstrømning i forhold til en økonomisk baseline.

Diskusjonen vil derfor omhandle måling av redusert flyt i forhold til dimensjonen volumgjennomstrømning i OWF ved å benytte økonomisk baseline med utgangspunkt i data fra VAP. Sett i lys av volumgjennomstrømning kan produksjonsvolum knyttes opp til fellesnevneren «kroner». Dekningsbidraget, utført ferdiggrad og økonomisk ferdiggrad er da aktuelle verdier som kan gi et eventuelt uttrykk på prosjektets volumgjennomstrømning.

5.3.2.1 Metode 1 - dekningsbidrag som volumgjennomstrømningsmål

Som visst i tabell. 3.5 står dekningsbidraget skrevet for både produksjonskalkylen og for opptjent hittil. Produksjonskalkylen er den kalkylen som er sist oppdatert og skal blant annet informere om hva prosjektet i sin helhet kommer til å tjene. Dekningsbidraget på posten opptjent hittil er utregnet på prosjektets økonomiske status ved periodeavslutning. Den representerer derfor verdiskapningen av hittil utført arbeid basert på inntekter minus utgifter.

Ved å sammenligne dekningsbidraget på posten opptjent hittil fra de to siste perioder kan vi utarbeide et forholdstall som representerer periodens verdiskapning i forhold til forrige periode. Som vist i formelen under vil man få en brøk der telleren er dekningsbidraget for nåværende periode og nevneren er dekningsbidraget for forrige periode. I henhold til målestrategien vil da dekningsbidraget for forrige periode fungere som økonomisk baseline.

$$\text{Volumgjennomstrømning periode 2} = 100 \% * \frac{\text{DB. opptjent hittil periode 2}}{\text{DB. opptjent hittil periode 1}}$$

Metoden kan regne ut et forholdstall som ikke gir noen indikasjoner på hva som er bra eller dårlig annet en at verdien gir et uttrykk om verdiskapningen i forhold til forrige periode. En verdi på <1 vil bety redusert verdiskapning og en verdi på >1 vil bety økt verdiskapning.

5.3.2.2 Mekanismer som kan påvirke metoden

Dekningsbidraget er et økonomisk uttrykk som i VAP blant annet blir utregnes på grunnlag av bokførte og korrigerte kostnader/inntekter. I hvilken grad dekningsbidraget gjenspeiler den fysiske verdiskapningen på prosjektet er mer usikker, men hvis den økonomiske ferdiggraden er lik eller tilsvarende lik utført ferdiggrad kan det være rimelig å anta at dekningsbidraget gir et balansert bilde av den fysiske verdiskapningen.

Dekningsbidraget er basert på prosjektets økonomiske oppfølging og det kan være flere metoder som kan manipulere resultatet. Det kan for eksempel være mulig å øke dekningsbidraget ved å fakturere kunden mer eller ved å redusere utgiftene. I motsatt tilfelle vil dekningsbidraget reduseres

hvis utgiftene øker eller inntekten reduseres. Eller så kan dekningsbidraget justeres ved å avsette mer eller mindre midler til risiko.

På posten «økonomisk status ved periodeslutning» skal korreksjonene utføres slik at kostnadene og inntektene gjenspeiler «virkeligheten». Som vist i tabell 3.5 korrigeres det for en lagerbeholdning til en verdi på kr 100 000 som står ubrukt. Selv om varene er kjøpt inn har de ikke bidratt til verdiskapning og skal trekkes fra kostnadene på post 41 – bygg materialer. Det legges også til kr 1 500 000 på post 61- underentreprenør. Korrigeringen er for utført ikke fakturert arbeid innenfor perioden fra en underleverandør. For å unngå manipulasjoner på utgiftsposten er det derfor spesielt viktig at korrigeringen blir gjort slik at utgiftene gjenspeiler det faktiske forbruket. I tillegg rettes det det fokus på at produksjonskalkylen bør være korrekt siden den setter standarden for hva som er forventet kostnader på de forskjellige postene.

Sum inntekt hittil reguleres av prosjektets økonomiske ferdiggrad. I tabell 3.5 er den økonomiske ferdiggraden 42,9 %, og som visst i utregningen under er inntekten 42,9 % av sum inntekter fra produksjonskalkylen.

$$\begin{aligned} \text{Sum inntekt hittil} &= \text{Økonomisk FG.} * \text{Sum inntekter (prod kalk.)} = 0,429 * 66\,100\,000 \\ &= 28\,356\,900 \end{aligned}$$

Den økonomiske ferdiggraden er igjen en utregning som baserer seg på påløpte kostnader hittil/sum kostnader fra produksjonskalkylen. Det vil si at en korrekt utregning er i tillegg til korrekt data fra bokførte kostnader og korreksjoner også avhengig av en oppdaterte produksjonskalkylen. Produksjonskalkylen bør derfor oppdateres løpende for alle endringer, reguleringer og avvik som er blitt identifisert så langt i prosjektet.

Kort oppsummert er metoden avheng av følgende mekanismer:

- Utført ferdiggrad bør være lik eller tilnærmet lik økonomisk ferdiggrad for at dekningsbidraget kan gi en «korrekt» verdi på den fysiske/faktiske verdiskapningen.
- Et korrekt dekningsbidrag er basert på korrekte/reelle avsetning til risiko, inntekter og utgifter.
- Korrigering av utgifter og inntekter må utføres slik at summen er lik eller tilnærmet lik de faktiske inntekter/utgifter.
- Korrekte inntekter som gjenspeiler prosjektets verdiskapning er avhengig av en korrekt økonomisk ferdiggrad og oppdatert produksjonskalkyle.

5.3.2.3 Forutsetninger for metoden

Som nevnt i forrige kapittel bør den økonomiske ferdiggraden være tilnærmet lik eller lik utført ferdiggrad for å sikre at dekningsbidraget representerer prosjektets faktiske/fysiske verdiskapning. Det fremkommer i intervjuet med prosjektleder at vurderingen av prosjektets utførte ferdiggrad baserer seg på en subjektiv vurdering av prosjektets fremgang. Vurderingen antas å være tilnærmet korrekt men det kan oppstå avvik mellom virkelige forhold og rapporterte forhold. Det blir blant annet bekreftet av prosjektleder at et eventuelt mindre avvik er vanlig fordi vedkommende som rapporterer utført ferdiggrad er nødt til å fokusere på de store tallene fremfor å bruke unødvendig tid på detaljer. For å kunne rapportere riktig utført ferdiggrad sees det også som en fordel å ha erfaring og kunnskap fra bransjen. Hvis det tas hensyn til disse momentene kan det antas at forutsetningene er til stede for en mest mulig korrekt rapportering, men det fremkommer også at bruken av VAP innebærer en del taktiske grep. Blant annet kan det være hensiktsmessig for prosjektleder å underrapportere utført ferdiggrad for å redusere fremtidig risiko i prosjektet. Hva prosjektleder eventuelt kan oppnå ved å underrapportere utført ferdiggrad er ikke belyst ytterligere men det kan antas at en av årsakene kan være at det er ønskelig å underrapportere og heller få en positiv «overraskelse» fremfor å overrapportere og eventuelt få en negativ «overraskelse». I intervjuet med økonomisjefen i Veidekke fremkommer det at justeringen av dekningsbidrag skal kun gjøres ved å avsette midler til risiko. Det er ingen justeringer som skal være innbakt i annen data som blir «plottet» inn.

Dekningsbidraget er et direkte resultat av inntekter, utgifter og avsetning til risiko. Både inntekter og påløpte kostnader hittil baserer seg på en korrekt produksjonskalkyle. Det bør derfor poengteres at produksjonskalkylen er under kontinuerlig oppdatering med økt feilmargin tidlig i prosjektet og redusert feilmargin mot slutten av prosjektet. Eksempler det vises til intervjuet med prosjektleder er blant annet rigg kostnadene som ofte er underestimert i kontraktskalkylen blir mer synlig etter hvert i prosjektets utvikling. Dekningsbidraget er derfor mer korrekt mot slutten av prosjektet fremfor tidlig i prosjektet. Beløpet som er fakturert kunder vil påvirke prosjektets likviditet og er også med på å påvirke dekningsbidraget. God likviditet blir i intervjuet fremstilt som ønskelig noe som kan medføre intensiver for å fakturere byggherre mer enn nødvendig noe som også kan påvirke dekningsbidraget. I intervjuet med økonomisjefen i Veidekke fremkommer det at faktureringen til byggherre skal følge faste faktureringsplaner som er basert på prosjektets fremgang. Det legges vekt på at prosjektleder ikke skal «manipulere» dataen som brukes i VAP for å oppnå bedre likviditet men kan eventuelt fakturere byggherren «oftere» hvis det er hensiktsmessig.

Fra intervjuet med økonomisjef i Veidekke fremkommer det at bygg bransjen er en usikker bransje og det er dermed akseptert at det rapporteres en lavere dekningsbidrag i prosjektet tidlige fase. For eksempel så operer Veidekke med et ønsket dekningsbidrag på 12 prosent på utført prosjekt og i den sammenheng skal det tas høyde for at prosjektleder rapporterer 9 prosent dekningsbidrag i «starten» av prosjektet. I tillegg fremkommer det at justeringen av dekningsbidrag skal kun gjøres ved å avsette midler til risiko. Det betyr at avsetningen til risiko er større ved starten av prosjektet og reduserer ettersom prosjektet utføres. Dette vil påvirke dekningsbidraget slik at et prosjekt vil operere med et lavere dekningsbidrag i første fase av prosjektet fremfor siste. Eksempler på avsetning til risiko kan være det nevnte eksempelet om underestimerte kostnader angående riggen i kontraktskalkylen.

I forhold til diskuterte temaer kan det antas at metoden gjenspeile periodens volumgjennomstrømning men det er en flere mulige årsaker til avvik og feilrapportering. Viktige forutsetninger som bør være til stede er at prosjektleder er tro mot systemet slik at rapporteringen faktisk gjenspeiler de reelle forholdene. Spesielt viktig er dette på utført ferdiggrad, fakturering til byggherre, avsetning til risiko og den kontinuerlige oppdatering av produksjonskalkylen. En utført ferdiggrad som er tilnærmet lik den økonomiske ferdiggraden vil styrke metodens troverdighet ved at den gir et faktisk uttrykk på den fysiske verdiskapningen /gjennomstrømningen. Likevel er det et viktig moment at det forventes at dekningsbidraget begynner lavt og øker etter hvert som risikoen avtar. Dette gjør at dekningsbidraget i tillegg til nevnte forutsetninger er svært avhengig av summen som blir satt av til risiko. Denne posten alene kan påvirke dekningsbidraget så mye at metoden kan være mindre hensiktsmessig.

5.3.3 Metode 2 - utført ferdiggrad som volumgjennomstrømningsmål

Utført ferdiggrad gir oss en prosentsats på prosjektets fysiske gjennomføring i form av hvor mye som er produsert ved slutten av hver periode i forhold til produksjonskalkylen. Den økonomiske ferdiggraden gir oss en prosentsats på hvor mye som er brukt av «budsjettet» i forhold til produksjonskalkylen. Ved å sammenligne disse to ferdiggradene kan det gjenspeile prosjekts fysiske verdiskapning i forhold til påløpte kostnader. Som vist i formelen under kan da utført ferdiggrad være teller og økonomisk ferdiggrad være nevner. I henhold til metoden vil da den økonomiske ferdiggraden fungere som økonomisk baseline.

$$\text{Volumgjennomstrømning} = 100\% * \frac{\text{Utført ferdiggrad}}{\text{Økonomisk ferdiggrad}}$$

Med innhentet data fra tabell 3.7 får vi en utført gjennomføring som følger:

$$\text{Volumgjennomstrømning} = \frac{38,5}{42,9} = 0,897$$

Metoden gir et forholdstall om hvor mye som er fysisk produsert i forhold til påløpte kostnader. Utført verdiskapning <1 betyr at bokførte kostnadene er større enn hva er utført arbeid «burde» ha kostet i forhold til produksjonskalkylen. Utført verdiskapning >1 betyr at verdiskapningen er større enn hva de bokførte kostnadene for arbeidet er i forhold til produksjonskalkylen. Utført verdiskapning = 1 betyr at bokførte kostnader = verdien av utført arbeid i forhold til produksjonskalkylen.

5.3.3.1 Mekanismer som kan påvirke metode 2

Metode 2 er basert på utført ferdiggrad og økonomisk ferdiggrad. For å belyse mekanismene som påvirker metoden er det derfor hensiktsmessig å kartlegge mekanismene som påvirker disse to faktorene.

Utført ferdiggrad skal gjenspeile den fysiske produksjonen på prosjektet og blir notert etter en subjektiv vurdering av de forskjellige kostnadspostene. Som det fremkommer i intervjuet med prosjektleder gjøres det ved at formann eller prosjektleder utfører en inspeksjon på bygget/prosjektet. Sum ferdiggrad er summen av alle de enkelte ferdiggradene ved at de summeres og deles på antall poster. De ulike postene blir dermed ikke vektlagt i forhold til viktighet, prioritering, tidsbruk etc. Den subjektive vurderingen utføres med produksjonskalkylen som endelig mål. Hvis for eksempel det står skrevet produksjonskalkylen at det skal produseres 800m² betong gulv og 400m² er ferdig fullført gir det en utført ferdiggrad på 50 % på følgende post. Det betyr at den ikke tar hensyn til fremtidige forandringer som ikke er registrert i produksjonskalkylen.

Økonomisk ferdiggrad er som vist i formelen under sum påløpt kostnader hittil / sum total kostnader. Påløpte kostnader er bokførte kostnader + korrigerings og skal gjenspeile de reelle kostnadene for prosjektet ved oppdateringstidspunktet. Sum total kostnader er de totale kostnadene for prosjektet før avsetning og er hentet fra den sist oppdaterte produksjonskalkylen.

$$\text{Økonomisk ferdiggrad} = \frac{\text{sum påløpt kostnader hittil}}{\text{Sum total kostnader (prod. kalkylen)}}$$

5.3.3.2 Forutsetninger for metode 2

Ved en subjektiv vurdering av ferdiggraden er det som nevnt i diskusjonen av metode 1 flere kilder til feilrapportering. Metode 2 baserer deg derfor på lik linje som metode 1 at vedkommende som utfører den subjektive vurderingen er tro mot VAP systemet slik at utført ferdiggrad ikke underrapporteres eller manipuleres på noen som helst måte. I tillegg til å være tro mot VAP systemet kan det sees på som spesielt viktig at vedkommende som utfører den subjektive vurderingen av utført ferdiggrad har erfaring og kjennskap til bransjen og hvordan arbeidet utføres slik at vurderingen mest korrekt gjenspeiler det faktiske utførte arbeidet. I tillegg til nevnte

forutsetninger baserer utført ferdiggrad seg på produksjonskalkylen ved at man plotter inn en proSENTSATS i forhold til produksjonskalkylen som representerer 100 %. For eksempel ved post 41 – bygg materialer i tabell 3.5 er $37,1 \% = 0,371 * 20\,228\,000$. Produksjonskalkylen bør derfor være så korrekt som mulig for at ferdiggraden skal være representativ for arbeidet som er utført. Hvis produksjonskalkylen ikke er oppdatert eller har mangler av betydning kan det medføre at utført ferdiggrad ikke gjenspeile de virkelige forholdene. Produksjonskalkylen skal likevel kontinuerlig oppdateres ettersom forandringer skjer slik at den til enhver tid skal være så korrekt som mulig basert på tilgjengelig data. Det betyr at produksjonskalkylen skal presentere «virkeligheten» med økt sikkerhet etterhvert som prosjektet utvikler seg basert på tilgjengelig informasjon. Dette vil påvirke utført ferdiggraden ved at den blir mer sikker ettersom prosjektet løper og risikoen avtar. At de forskjellige utførtpostene ikke blir vektlagt etter prioritering, viktighet, kostnad, tidsbruk etc. kan medføre at den totale utførte ferdiggraden ikke blir så korrekt som den kunne blitt. For eksempel kan arbeid som er nødvendig for videre drift bli vektlagt mer enn annet arbeid. Eller at arbeid, materialer som koster mer enn de andre postene evt. kunne hatt en større verdi for prosjektet og burde da eventuelt hatt en økt vektlegging i forhold til utført ferdiggrad.

Økonomisk ferdiggrad skal gjenspeile prosjektets økonomiske situasjon i form av brukte kroner i forhold til produksjonskalkylen. For å unngå uønsket manipulasjon er det på lik linje som med utført ferdiggrad viktig at vedkommende som bruker VAP er tro mot systemet. Det vil blant annet si at produksjonskalkylen er oppdatert og at alle bokførte kostnader og inntektene blir korrigert slik at de representerer de reelle kostnadene/inntektene for prosjektet.

5.3.4 Oppsummering

Fra teorien fremkommer det at god flyt alene ikke er god arbeidsflyt hvis det ikke blir produsert riktig volum eller mengde. Det er derfor en forutsetning at målemetoden kan gjenspeile prosjektets volumgjennomstrømning i forhold til hva som forventes å være et akseptabelt volum mål.

Metode 1 baserer seg på forholdstallet mellom dekningsbidraget for periode 1 og 2 og måler dermed den økonomiske «gevinsten» for prosjektet med forrige periode som referanse. Forrige periodes dekningsbidrag forteller om hvor godt prosjektet går målt i kroner. Er det stor usikkerhet i prosjektet kan det være naturlig at dekningsbidraget begynner med en lav verdi og øker etter hvert som prosjektet utvikler seg og risikoen avtar. Dette kan forklares ved at dekningsbidraget blir utregnet på bakgrunnen av produksjonskalkylen og at denne blir mer korrekt ettersom prosjektet blir mer etablert og produksjonskalkylen oppdateres. Derfor er det rimelig å anta at metoden gjenspeile en stadig økt verdiskapning der referansen er basert på «gammel data» fra forrige

periode. Verdien som metoden gir vil da være svært «positiv» i form av den gir et uttrykk at prosjektet går stadig bedre enn tidligere i prosessen. Denne tolkningen styrkes ytterligere av veidekke sentralt, der det fremkommer i intervjuet med økonomisjefen at for å redusere risiko oppfordrer prosjektlederne til å operere med økende dekningsbidrag ettersom prosjektet utvikler seg.

Metode 2 bruker forholdstallet mellom utført ferdiggrad og økonomisk ferdiggrad hentet fra samme periode. Den økonomiske ferdiggraden er nevneren i brøken og blir dermed referansen for hva som er et «akseptabelt» volumgjennomstrømnings mål. Det vil si at metoden måler hva som er produsert i forhold til brukte kroner innenfor samme periode. Har man innenfor perioden hatt et forbruk på kr 1 000 000 og utført verdiskapende arbeid som tilsvarer kr 800 000 gir det et mål på 80 % volumgjennomstrømning. Arbeidet har da kostet 1 000 000 mens «utført verdien» av arbeidet er har en veiledende kostpris på kr 800 000. Kostnadene til verdiskapningen er igjen basert på produksjonskalkylen noe som styrker metoden fordi den bruker den sist oppdaterte informasjonen. Hvis metoden gir et forhold tall på >1 , vil det si at volumgjennomstrømningen har vært bedre enn hva kostnadene kan tilsi. Et forholdstall på <1 , vil tyde på at volumgjennomstrømningen er mindre enn kostnadene og at det da er potensiale for forbedringer. Et forholdstall på $=1$ betyr at man får den volumgjennomstrømningen som kostnadene tilsier. På bakgrunn av vår tolkning av dimensjonen og fremlagt diskusjon kan metode 2 sees på som best egnet i forhold til hva som forventes å være et akseptabelt volum gjennomstrømningsmål.

5.4 Hvordan kan PPC benyttes som målemetode for dimensjonen kvalitet i forbindelse med OWF?

I dette kapitlet vil vi presentere forslag til hvordan PPC kan benyttes som en målemetode for måling av redusert flyt i dimensjonen kvalitet i forbindelse med arbeidsflytmålemetoden OWF. I en e-post kommunikasjon med Trond Bølviken 1.mars 2012, ble det informert om at det ikke er vanlig å regne ut PPC ved Veidekkes prosjekter. I rutinesamlingen vil Veidekke (2009) informeres det om at det benyttes sjekklister som utarbeides av den enkelte anleggsleder, for kontroll og dokumentering av utførelsen i produksjonen i henhold til spesifiserte krav. Vi har derfor bare hatt muligheten til å foreta en teoretisk vurdering av hvordan PPC i kan benyttes som et mål for dimensjonen kvalitet i OWF.

5.4.1 Vurdering av hvordan målemetoden kan bygges opp

Som beskrevet i oppgavens avgrensning, skal vi gjennomføre en konseptuell vurdering av hvordan målemetoden PPC kan benyttes til måling av redusert kvalitet i tilknytning til kvalitetsdimensjonen i OWF. Som diskutert i kapittel 3.9.2, vil utgangspunktet for en målemetode som skal måle redusert flyt i forhold til kvalitetsdimensjonen, være verdien for produserte produksjonsvolumer som ble beregnet i forbindelse med dimensjonen volumgjennomstrømning i målemetoden OWF. I denne oppgaven har vi som kjent valgt å ta utgangspunkt i å måle dimensjonen volumgjennomstrømninger ved hjelp av en økonomisk baseline gjennom Veidekkes økonomisystem VAP. Dette innebærer at man vil få et uttrykk for produserte produksjonsvolum i kroner. PPC beregnes som kjent ved å dividere fullførte arbeidspakker med antall planlagte arbeidspakker i forhold til ukeplanen generert gjennom LPS. En PPC basert målemetode for måling av reduksjon av flyt i forhold til flytdimensjonen kvalitet i OWF, vil derfor avvike fra OEE-konseptet til Nakajima (1988) ved at den ikke vil ta utgangspunkt det kronemessige uttrykket som beregnes for dimensjonen volumgjennomstrømning i OWF.

En PPC-basert målemetode vil i stedet for ta utgangspunkt i arbeidspakker. Det opprinnelige PPC-målet beregnes som forklart i kapittel 3.5 ved å dividere antall fullførte arbeidspakker med antall planlagte arbeidspakker i en periode. Fireman, Formoso & Isatto (2011) foreslår som nevnt at man integrerer kvalitetskontroll med LPS. Forfatterne foreslår som kjent målet PPCQ som mål på fullførte arbeidspakker som har blitt kvalitetssikret, og målet PPCR som mål på arbeidspakker som har blitt kvalitetssikret og vurdert til å ha god nok kvalitet. På bakgrunn av dette foreslår vi å benytte målene PPCQ og PPCR som utgangspunkt for utvikling av en målemetode basert på PPC. PPCR vil i denne sammenhengen bli vurdert som et uttrykk for produserte produksjonsvolum, siden det er den eneste andelen av de gjennomførte planlagte arbeidsoppgavene som det har blitt gjennomført kvalitetskontroll på.

5.4.2 Forslag til målemetode for redusert flyt i dimensjonen kvalitet i forbindelse med OWF

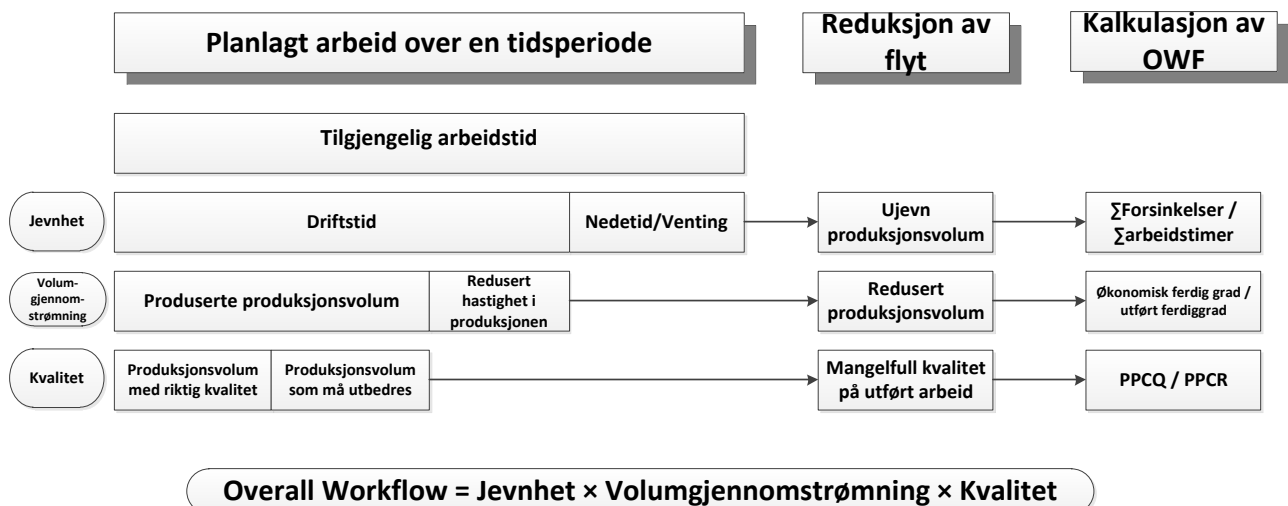
Basert på vurderingene som ble gjort i forrige kapittel, foreslår vi i dette kapitlet en målemetode for måling av redusert kvalitet i forbindelse med kvalitetsdimensjonen OWF. Med utgangspunkt i vurderingene i forrige kapittel, vil PPCR være et uttrykk for produserte produksjonsvolum og PPCQ et uttrykk for produserte volum med god nok kvalitet. Dette prosentmålet vil dermed være et uttrykk for dimensjonen kvalitet i forbindelse med målemetoden OWF. På bakgrunn av dette foreslår vi følgende målemetode for dimensjonen kvalitet i forbindelse med OWF:

$$\text{Andel produksjonsvolum med god nok kvalitet} = 100 \% \times \frac{\text{PPCQ}}{\text{PPCR}}$$

Ved å subtrahere PPCQ med PPCR, vil man sitte igjen med andelen produksjon med riktig kvalitet i forbindelse med det foreslåtte rammeverket til OWF.

5.5 Oppsummering OWF

På bakgrunn av resultatene av de tre spørsmålene tilknyttet de tre dimensjonene av flyt som måles i OWF, oppsummerer vi vårt forslag til hvordan målemetoden måler de tre flytdimensjonene i figur x.x.



Figur x.x Arbeidsflytmålemetoden OWF. Illustrasjonen er inspirert av OEE-illustrasjonen til Jeong og Phillips (2001).

Av figuren kommer det fram forslag til hvordan de tre flytdimensjonene kan beregnes for å kunne måle $\text{OWF} = \text{Jevnhet} \times \text{Volumgjennomstrømning} \times \text{Kvalitet}$. Figuren viser også hvordan redusert flyt i forhold til de tre flytdimensjonene kan forstås. Illustrasjonen fanger ikke opp problematikk med korrelasjon mellom dimensjonene.

6 Drøfting

I dette kapittelet vil vi først gå gjennom erfaringer med bruk av egenutviklede målemetoder. Deretter vil vi komme med forslag til videre arbeid i forskningsprosjektet denne oppgaven tar del i, før vi vurderer oppgavens empiriske metode og resultatenes gyldighet.

6.1 *Erfaringer med egenutviklede målemetoder*

De to egenutviklede metodene for måling av arbeidernes egenvurderinger av flyt direkte og tidsbruk som har hatt negativ effekt på arbeidsflyten, er spesielt utviklet for å besvare oppgavens spørsmål som er knyttet til korrelasjonsanalyse. Målemetodene ble utviklet i samarbeid med vår veileder Bo Terje Kalsaas. Målemetodene kan anses som et direkte bidrag til forskningsprosjektet denne oppgaven tar del i, ved at dem er forslag til mulige målemetoder som kan avskrives, videreutvikles eller bekreftes ved videre forskning. Begge målemetodene baserer seg på bruk av spørreundersøkelser for datainnsamling, noe som fungerte greit, men ikke optimalt. Dette kan ha sammenheng med at undersøkelsene ble gjennomført etter endte arbeidsdag, og informantene var mer interessert i å reise hjem fremfor å fylle ut et spørreskjema.

Målemetoden som er ment å bruke til å måle arbeidsflyt direkte, benytter seg av Likert-skala med fem svaralternativ. Målemetoden gir dermed informantene muligheten til å distribuere sin egen oppfattelse av flyt i arbeidet på en passe stor skala. Problemer tilknyttet dette diskuteres nærmere i kapittelet resultatets gyldighet. Når det gjelder målemetoden som er ment å måle arbeidernes oppfattelse av tidsbruk som har hatt negativ effekt på arbeidsflyten, så er det den målemetoden vi er mest fornøyd med, og som vi tror har potensiale til å kunne brukes som mål for dimensjonen jevnhet. Vi mener at det vil være nødvendig med videre utvikling og testing for å kunne fastslå om bruk av denne eller en lignende målemetode er en vei å gå.

6.2 *Forslag til videre arbeid og forskning*

I forhold til målemetoden OWF som bygger på OEE-konseptet til Nakajima (1988) mener vi det kan være aktuelt å videreutvikle målemetoder for alle tre flytdimensjonene. Vi mener at rammeverket til OWF er godt, men erkjenner at det sannsynligvis ikke er godt nok, og foreslår derfor at dette er noe som det forskes videre på. Vi mener målemetoden for dimensjonen jevnhet, med bruk av arbeidernes egenvurderinger av tidsbruk som har hatt negativ effekt på arbeidsflyten, virker lovende, men at det fortsatt er behov for mer forskning. Datagrunnlaget for våre analyser av målemetoden, var for svakt til å kunne konkludere med at den klarer å fange opp faktisk tidsbruk som har hatt en negativ effekt på arbeidsflyten. Vi foreslår derfor at denne målemetoden kan benyttes parallelt med aktivitetsstudier i fremtiden. Dette begrunner vi med at det vil gi et bedre datagrunnlag for å avgjøre om målemetoden kan benyttes til å måle jevnhetsdimensjonen i forbindelse med et OEE-basert arbeidsflytmål ala OWF som vi presenterer i denne oppgaven. Kalsaas og Bølviken (2012a) peker på at det muligens er korrelasjon mellom dimensjonene volumgjennomstrømning og jevnhet. Vi foreslår derfor at dette er et tema som belyses nærmere i en annen oppgave. Når det gjelder dimensjonen volumgjennomstrømning, så foreslår vi at vårt forslag til målemetode med utgangspunkt i økonomiverktøyet VAP testes. Når det gjelder den siste dimensjonen kvalitet, så mener vi det er et såpass omfattende tema, at det kan være en ide å gjennomføre en masteroppgave som bare omhandler dette temaet.

6.3 *Vurdering av empirisk metode*

I denne oppgaven benyttet vi både kvalitativ og kvantitativ metode. Dette begrunnet vi med at for å få besvart oppgavens spørsmål ville det være behov for å samle inn kvantitative data fra målinger på byggeplass, samt at det ville være behov for å skaffe detaljert og begrenset informasjon om temaer vi ikke viste mye om. Bruken av disse metodene har fungert bra, og vi antar at vi ikke hadde kunnet samlet inn mer informasjon med en annen tilnærming. Dette gjelder spesielt for datainnsamling på byggeplass og informasjonsinnhenting om økonomiverktøyet VAP.

Det kvalitative verktøyet vi benyttet oss av var intervjuer og workshops, samt åpne spørsmål på spørreundersøkelser og samtaler med arbeiderne under datainnsamling på byggeplass. Vi mener dette har fungert bra. Dette begrunner vi med at vi har fått samlet inn data om VAP fra både anleggsleder som bruker økonomisystemet som en del av arbeidsoppgavene sine, samt økonomisjef som har utviklet verktøyet. I tillegg har vi fått hentet mye nyttig informasjon gjennom workshops. Informasjonsinnhenting fra åpne spørsmål på spørreundersøkelser ble ikke så bra som vi hadde

håpet på, men det var til stor hjelp å ha samtaler med arbeiderne under datainnsamling gjennom aktivitetsstudier. Vi erkjenner at det er sannsynligvis hadde vært mulig å samlet inn mye mer data tilknyttet VAP, men grunnet oppgavens omfang mener vi at vi har fått god uttelling på de intervjuene vi har gjennomført. At vi deltok på et todagers kurs om VAP, hjalp oss til å utarbeide intervjuguider som vi mener gå oss nok informasjon gjennom intervjuene.

Det kvantitative verktøyet vi benyttet oss av, var egenutviklede målemetoder og aktivitetsstudier. Vi mener dette fungerte bra. Dette underbygger vi med at vi fikk et brukbart datagrunnlag på aktivitetsstudier og den ene subjektive målemetoden som målte tidsbruk, selv om måleperioden bare varte en uke.

6.4 Resultatenes gyldighet

Av resultatene i denne oppgaven, så kan det spesielt stilles spørsmålsteget med verdien av innsamlet data og beregnet arbeidsflyt fra den egenutviklede målemetoden som måler arbeidsflyt direkte. Under en workshop pekte Bølviken på at informanter ofte velger å krysse av på svaralternativene ening og verken eller. Av resultatene kan det tyde på at dette har vært tilfelle ved vår datainnsamling. Når det gjelder beregningen av arbeidsflyt, så kan det stilles store spørsmålsteget med tallverdiene som ble tildelt de ulike svaralternativene på skalaen, samt at vi har problemer med å kunne forsvare måten utregningen utføres på. Det er også et poeng at antallet informanter sannsynligvis var for lavt, noe som medfører at en enkelt arbeider sannsynligvis kan påvirke den beregnede arbeidsflyten signifikant. Det skal også trekkes fram at mange av informantene ikke reflekterte mye over besvarelsene sine. Dette begrunner vi med at enkelte informanter rapporterte at de hadde blitt mye forsinket i arbeidet sitt, men likevel krysset av for at de var enige i at arbeidsflyten hadde vært god i dag. I tillegg brukte flere informanter minimalt med tid på utfyllingen av skjemaene, og det ble gitt uttrykk for at dem ikke alltid var like glad i slikt «papirarbeid». Når det gjelder den andre subjektive målemetoden som ble benyttet for å registrere tid som har hatt negativ effekt på arbeidsflyten, har vi inntrykk av at de innsamlede dataene holder en bedre kvalitet enn dataene fra den direkte flytmålemetoden. Vi observerte at det var variasjon i hvor mye informantene reflekterte over svarene sine i sammenheng med denne, og at dette er en mulig svakhet med de innsamlede dataene. Som styrke, vil vi trekke fram at det var flere tilfeller hvor informanter påpekte ovenfor andre informanter at de hadde glemt å fylle ut forsinkelser som dem også hadde blitt påvirket av eller forårsaket. Det kan også nevnes at vi muligens ikke informerte arbeiderne godt nok om hvorfor vi utførte målingene på byggeplassen, og at dette kan ha

påvirket deres besvarelser ved begge målemetodene. Selv om resultatet av korrelasjonsanalysen som benyttet data fra denne målemetoden viser lovende resultater, så er det for mange mulige feilkilder ved både datagrunnlaget fra aktivitetsstudier og spørreundersøkelsene som målemetode til at vi med sikkerhet kan si at arbeiderne sannsynligvis kan være i stand til å måle tidsbruk som har negativ effekt på arbeidsflyten.

En annen mulig feilkilde, kan være datainnsamlingen som er basert på våre egne observasjoner gjennom aktivitetsstudiet. Ved gjennomføring av målingene var arbeiderne delt inn i arbeidslag, og i laget der vi utførte målingene ble tre til syv arbeidere observert på hver dag/måling. Hvis arbeiderne skulle jobbe på samme sted og arbeid på området som var oversiktlig, ble flere arbeidere observert samtidig. Dette kan være en svakhet med måleresultatene våres, da det kan hende vi gjorde feilregistreringer selv om vi antok at vi hadde god nok oversikt. Vi passet også på at vi observerte færre arbeidere dersom vi mente det ble for uoversiktlig å måle flere arbeidere parallelt. For hver dag rullerte vi på hvem som vi skulle observeres, slik at et bredere utvalg av arbeiderne blir målt. Dette er tiltak som vi gjorde for å sikre oss et representativt utvalg for det komplette arbeidslaget. I tillegg var vårt mål å måle flest mulig arbeidere i løpet av en dag uten at det skal medføre manglende registreringer.

Det var nødvendig å minimere påvirkningen vi hadde på arbeiderne da det kan være tilfeller der atferden til forskningsobjektet kan påvirkes fordi de vet at det forskes på dem. Når det oppsto uklarheter tilknyttet den utførte aktiviteten til forskningsobjektet benyttet vi derfor første anledning til å diskutere dette internt. Hvis en intern refleksjon ikke gjorde situasjonen mer tydelig var det nødvendig å snakke med forskningsobjektene i spisepausene. Spisepauser og andre pauser ble dermed brukt til informasjonsutveksling fordi da forstyrret vi arbeidet minst mulig. Det rettes et spesielt fokus mot utbedring av tabber i denne sammenheng da det ofte kunne være problematisk å skille mellom om arbeidet var verdiskapende eller ikke verdiskapende. I slike situasjoner snakket vi alltid med arbeideren ved første mulige anledning for å få avklart de faktiske forholdene. På bakgrunn av dette antar vi at resultatet fra aktivitetsstudiet holder god nok kvalitet med tanke på korrelasjonsanalysen som ble utført.

Når det gjelder resultatet tilknyttet oppgavens tredje spørsmål om bruken av VAP for å måle volumgjennomstrømningen i en OEE-basert målemetode, kan det stilles spørsmålstegn med våre resultater siden vi ikke har brukt systemet noen ganger, og dermed bare har et teoretisk grunnlag å arbeide etter. Det kan også trekkes fra at Ballard og Kim (2000) har rettet kritikk mot bruk av

økonomiverktøy som VAP i flyt målinger. Forfatterne peker blant annet på at økonomisystemene overvåker hva som skal bli gjort og i hvilken grad oppgavene blir utført i henhold til «budsjett». Systemene mangler noen synspunkter på flyt og flytkontroll.

Når det gjelder resultatet av oppgavens siste spørsmål, så kan det stilles spørsmålstegn med hvor gjennomførbar vår foreslåtte målemetode vil være i praksis. Vi utførte bare en teoretisk vurdering av hvordan målemetoden PPC kan benyttes i forbindelse med en målemetode for dimensjonen kvalitet, og det kan stilles spørsmålstegn med datagrunnlaget vi benyttet i utviklingen av målemetoden. Det ble ikke gjort noen særlige undersøkelser av hvordan kvalitetssystemene til Veidekke fungerer, og det ble derfor ikke gjennomført noen vurderinger av hvordan dem kan integrere deres kvalitetssystemer med LPS for å kunne benytte vår foreslåtte målemetode.

7 Konklusjon

Oppgaven har følgende problemstillinger:

- a) *Kan arbeidernes subjektive egenvurderinger benyttes til å måle arbeidsflyt direkte?*
- b) *Hvordan kan de tre dimensjonene av flyt måles i forbindelse med en målemetode basert på målekonseptet til produktivitetsmålet Overall Equipment Effectiveness som måler arbeidsflyt i prosjektbasert produksjon?*

Disse problemformuleringene er videre avgrenset til følgende spørsmål: 1) Er det korrelasjon mellom arbeidsflyt beregnet med målemetoden aktivitetsstudie og beregnet arbeidsflyt fra egenutviklet subjektiv målemetode?; 2) Er det korrelasjon mellom subjektive vurderinger av tidsbruk som har hatt en negativ effekt på arbeidsflyten og tidsbruk målt ved aktivitetsstudie?; 3) Kan data fra Veidekkes økonomiverktøy VAP benyttes til å måle dimensjonen volumgjennomstrømning/intensitet i forbindelse med arbeidsflytmålemetode basert på OEE-konseptet?; 4) Hvordan kan målemetoden PPC brukes til måling av kvalitetsdimensjonen i forbindelse med arbeidsflytmålemetode basert på OEE-konseptet?

Vi fant at det er liten korrelasjon mellom arbeidernes egen vurdering av flyt og målt flyt i aktivitetsstudiet. Pearson r for de uavhengige variablene er 0,22 noe som tyder på en svak grad korrelasjon. Det diskuteres om manglende vilje til refleksjon hos arbeiderne kan være blant årsakene da det er det ble observert at de tok svært lett på spørsmålet når undersøkelsen skulle utfylles. Det trekkes også sammenligninger til at bransjen er preget av akkord som lønningssystem og at dette kan ha en negativ effekt for undersøkelsen. Det pekes blant annet at for å oppnå en individuell flytsone så er indre motivasjon en «forutsetning». Det kan derfor tenke seg at ytre motivasjon i form av akkord arbeid har en negativ effekt på arbeidernes refleksjoner angående temaet flyt. Det kan også stilles store spørsmålstegn med den egenutviklede målemetoden som ble benyttet i datainnsamlingen.

I motsetning til besvarelsen som ble utført i forhold til det direkte flytmålet, var det merkbart mer engasjement når det skulle svares på spørsmål om årsak til forsinkelse og hvor mye tid forsinkelsen har medført. Det fremkom av flere av arbeiderne at spørsmålene var relevante og at de gjenspeilet virkelige forhold som arbeiderne opplever hver dag. Det kan derfor antas at det økt eierskap til disse spørsmålene fordi de tar for seg temaer og hendelser som i tillegg til å redusere flyten også er et

irritasjonsmoment for mange av arbeiderne. Vi opplevde dermed økt refleksjon angående temaet og flere gode besvarelser.

Korrelasjonskoeffisienten for målte tid i aktivitetsstudiet og subjektiv egen vurdering av tid som har negativ effekt på arbeidsflyten (pearson r) er på 0,75. Det pekes på at en så sterk koeffisient kan tyde svært god korrelasjon mellom de variablene. Likevel så fremkommer det at sammenligningen av variablene ikke alltid er like hensiktsmessig. Det vises til eksempler på dager der totalt tidsmål er tilsvarende likt for begge målemetodene men årsakene er totalt ulike. Det trekkes også frem arbeidernes «manglende» evne til å rapportere egne forsinkelser hvis de har tatt en for lang pause eller vært mindre aktiv enn vanlig.

For å besvare oppgavens problemstilling angående VAP har vi måtte sette oss inn i programmet og å lære årsak og sammenheng i forhold til de viktigste parameterne. Det medførte et to dagers kurs i programmet, utførelser av intervju med prosjektleder på Smidsrød Helsehus og økonomi Sjef i Veidekke. Analysen av VAP tydeliggjorde to forslag som kan være hensiktsmessig ved måling av volumgjennomstrømning. Begge forslagene har som hensikt å måle reduksjon av flyt i forhold til en økonomisk baseline. Metode 1 som baserer seg på forholdstallet mellom forrige periodes dekningsbidrag og sist oppdatert dekningsbidrag ble forkastet til fordel for metode 2. Metode 2 baserer seg på forholdet med utført ferdiggrad og økonomisk ferdiggrad. Som vist i formelen under er økonomisk ferdiggrad den økonomiske baselinen forholdstallet måler opp mot.

$$\text{Volumgjennomstrømning} = 100\% * \frac{\text{Utført ferdiggrad}}{\text{Økonomisk ferdiggrad}}$$

Metoden måler volumgjennomstrømning som et forholdstall mellom utført ferdiggrad og økonomisk ferdiggrad. Hvis volumgjennomstrømning < 1 betyr det at arbeidet som er utført har kostet mer enn hva som er produsert. Hvis volumgjennomstrømningen = 1 betyr det at arbeidet som er utført tilsvarer kostnadene. Hvis volumgjennomstrømning > betyr at utført arbeid har oversteget produksjonskostnadene og man dermed produserer mer enn det man har betaler for tjenestene.

Det kan argumenteres for at metoden er et kan være et egnet volumgjennomstrømningsmål men det er en rekke forutsetninger som må være til stede for at metoden skal fungere. Det viktigste er at prosjektleder er tro mot VAP systemet ved utfylling av utført ferdiggrad og andre parametere som angår den økonomiske oppfølgingen. Spesielt viktig er det ved alle parametere som angår utført ferdiggrad og økonomisk ferdiggrad. Det innebærer blant annet parametere som korrigeringen av bokførte kostnader, oppdatert produksjonskalkyle, korrekt avsetning til risiko korrekt oppdatering etc. må justeres korrekt. Metoden gjelder for prosjektet i sin helhet men kan avgrenses til å gjelde for mindre faser.

Som besvarelse på det siste spørsmålet i oppgaven, foreslår vi en målemetode for dimensjonen kvalitet som går ut på å benytte PPCR som et uttrykk for produserte produksjonsvolum og PPCQ et uttrykk for produserte volum med god nok kvalitet. På bakgrunn av dette foreslår vi følgende målemetode for dimensjonen kvalitet i forbindelse med OWF:

$$\text{Andel produksjonsvolum med god nok kvalitet} = 100 \% \times \frac{\text{PPCQ}}{\text{PPCR}}$$

Ved å subtrahere PPCQ med PPCR, vil man sitte igjen med andelen produksjon med riktig kvalitet i forbindelse med det foreslåtte rammeverket til OWF.

8 Referanser

- Ballard, G. & Kim, Y-W. (2000). *IS THE EARNED-VALUE METHOD AN ENEMY OF WORK FLOW*. Skrevet for IGLC 8
- Ballard, G. & Howell, A. G. (2003). Lean Project Management, *Building Research and Information*, 31(2), 119 –133.
- Ballard, G. & Howell, G. (1998). Shielding Production: Essential Step in Production Control. *Journal of Construction Engineering and Management*, 124(1), 11-17.
- Ballard, G. (1999). *Improving work flow reliability*. Skrevet for IGLC 7 California.
- Ballard, G. (2000). *The Last Planner System of production control*. Birmingham: University of Birmingham.
- Bamber, C. J., Castka, P., Sharp, J. M. & Motara, Y. (2003). Cross-functional team working for overall equipment effectiveness (OEE). *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 9(3), 223-238.
- Bertelsen, S. & Koskela, L. (2002). *Managing the three aspects of production in construction*. Skrevet for IGLC 10 Gramado.
- Bertelsen, S. (2002). *Bridging the Gap – Towards a Comprehensive Understanding of Lean Construction*. Skrevet for IGLC 10 Gramado.
- Bertelsen, S., Henrich, G., Koskela, L. & Rooke, J. (2007). *Construction physics*. Skrevet for IGLC 15 Michigan.
- Csikszentmihalyi, M. (2005). *Flow og engagement i hverdagen*. København: Dansk Psykologisk Forlag.
- Cua, K. O., McKone, K. E. & Schroeder, R. G. (2001). Relationships between implementation of TQM, JIT, and TPM and manufacturing performance. *Journal of Operations Management*, 19(2), 675–694.
- Dahlgaard, J. J. & Dahlgaard-Park, S. M. (2006). Lean production, six sigma quality, TQM and company culture. *The TQM Magazine*, 18(3), 263–281.
- Fireman, M., Formoso, C. T. & Isatto, E. L. (2011). *Measuring three types of waste in construction sites: Preliminary findings*. Rio grande do sul: Upublisert presentasjon fra Universidade Federal.

- Forsberg, P. (2010). *Detaljert aktivitetsstudie relatert til flytorientert byggproduksjon*. Grimstad: Masteroppgave ved Universitetet i Agder.
- Grepperud, A. & Hinlo, H. (2011). *Produksjonseffekter av styrt bygglogistikk*. Grimstad: Masteroppgave ved Universitetet i Agder.
- Grønmo, S. (2004). *Samfunnsvitenskapelige metoder*. Bergen: Fagbokforlaget Vigmostad & Bjørke AS.
- Haugebo, H., Gundersrud, S. & Bajwa, A. K. (2010). *Kartlegging av byggaktiviteter for måling av flyt*. Grimstad: Prosjektoppgave i faget IND-501 Styring av verdikjeder ved Universitetet i Agder.
- Hellevik, O. (2002). *Forskningsmetode i sosiologi og statsvitenskap*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Jeong, K. Y. & Phillips, D. T. (2001). Operational efficiency and effectiveness Measurement. *International Journal of Operations & Production Management*, 21(11), 1404-1416.
- Johannessen, A., Tufte, P. A., Christoffersen, L. (2010). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode*. (4). Oslo: Abstrakt forlag.
- Kalsaas, B. T. & Bølviken, T. (2010). *Fra en kommunikasjon med Trond Bølviken, Veidekke, om produktivitet i byggebransjen*. Grimstad: Pensum i faget IND-501 Styring av verdikjeder ved Universitetet i Agder.
- Kalsaas, B. T. & Bølviken, T. (2010). *The flow of work in construction - a conceptual discussion*. Skrevet for IGLC 18 Haifa.
- Kalsaas, B. T. & Bølviken, T. (2011a). *Discussion of strategies for measuring workflow in construction*. Skrevet for IGLC 19 Lima.
- Kalsaas, B. T. & Bølviken, T. (2011b). *Measuring flow in production: The volume and smoothness matrix*. Artikkel under arbeid.
- Kalsaas, B. T. & Sacks, R. (2011). *Conceptualization of Interdependency and Coordination between Construction Tasks*. Skrevet for IGLC 19 Lima.
- Kalsaas, B. T. (2011). *On the discourse of measuring workflow efficiency in construction. A detailed work sample method*. Skrevet for IGLC19 Lima.
- Kalsaas, B. T., Skaar, J. & Thorstensen, R. T. (2010). *System og resultater fra utprøving av planleggingsmetoden "Last Planner" (Lean Construction) på Havlimyra oppvekstsenter i Kristiansand kommune*. Grimstad: Universitetet i Agder.
- Koskela, L. (2000). *An exploration towards a production theory and its application to construction*. Helsinki: Helsinki University of Technology

Koskela, L. (2004). *Making-do - the eight category of waste*. Skrevet for IGLC 12 Helsingør.

Koskela, L. 2009. *What is Lean Construction?* Hentet fra:
<http://www.chairegp.uqam.ca/upload/files/conference-invitation/lean-construction-industry.pdf>

Koskela, L., Rooke, J., Bertelsen, S. & Henrich, G. (2007). *The TFV Theory of Production: New Developments*. Skrevet for IGLC 15 Michigan.

Muchiri, P. & Pintelon, L. (2008). Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): literature review and practical application discussion. *International Journal of Production Research*, 46(13), 3517-3535.

Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM: Total productive maintenance*. Cambridge: Productivity Press.

Nyseth, K. (2010, mars). Forskningsprosjekt på produksjonsflyt. *Veidekke Magasin*, s.27. Hentet fra: <http://no.veidekke.com/incoming/article54102.ece/BINARY/Veidekke+Magasin+nr+1-2010>

Ohno, T. (1988). *Toyota Production System, Beyond Large-Scale Production*. Cambridge: Productivity Press.

Quinn, R. W. (2005). Flow in knowledge work: High performance experience in the design of national security technology. *Administrative Science Quarterly*, 50(desember), 610–641.

Salem, O., Solomon, J., Genaidy, A. & Luegring, M. (2005). Site implementation and assessment of lean construction techniques, *Lean Construction Journal*, 2(2), 1-21.

Salthaug, M. & Sørensen, M. (2010). *Arbeidsflyt i byggproduksjon – analyse av målemuligheter*. Grimstad: Masteroppgave ved Universitetet i Agder.

Shingo, S. (1988). *Non-Stock Production: The Shingo System for Continuous Improvement*. New York: Productivity Press.

Shingo, S. (1989). *A study of the Toyota production system from an industrial point of view*. Cambridge, MA: Productivity Press.

Statistisk Sentralbyrå. (6.juni 2012). *Bygge- og anleggsvirksomhet, omsetningsstatistikk, 1. termin 2012*. Hentet 7.juni 2012, fra: <http://www.ssb.no/emner/10/09/bygganloms/>

Veidekke. (2011a). *Årsrapport 2011*. Lastet ned 10 Mai, 2012 fra:
<http://no.veidekke.com/rapporter/2011/aarsrapport/selskapet/om-veidekke/>

Veidekke. (2.november 2011b). *Veidekke bygger helsehus på Nøtterøy*. Hentet 5.mai 2012, fra:
<http://no.veidekke.com/nyheter-og-media/presserom/article69937.ece>

Veidekke. (2012a). *Modul 1 - Økonomikurs for ikke-økonomer*. Upublisert kursmateriale fra Veidekke.

Veidekke. (2012b). *Modul 2.1 – Teori. Prinsipper, Rutiner og rapportering i Veidekke*. Upublisert kursmateriell fra Veidekke.

Veidekke. (2009). *Styringssystemet – Rutinesamling*. Upublisert håndbok for rutinene i styringssystemet til Veidekke.

Womack, J. P. & Jones, D. T. (1996). *Lean thinking. Banish Waste And Create Wealth In Your Corporation*. New York: Simon and Schuster.

Womack, J. P., Jones, D. T. & Roos, D. (1990). *The Machine that Changed the World*. New York: Rawson Associates.

9 Vedlegg

Liste over vedlegg:

- Vedlegg 1 - Registreringsskjema
- Vedlegg 2 - Resultater målinger aktivitetsstudie
- Vedlegg 3 – Dagbok aktivitetsstudie
- Vedlegg 4 – Spørreundersøkelse
- Vedlegg 5 – Resultater spørreundersøkelser dag 1
- Vedlegg 6 – Resultater spørreundersøkelser dag 2
- Vedlegg 7 – Resultater spørreundersøkelser dag 3
- Vedlegg 8 – Resultater spørreundersøkelser dag 4
- Vedlegg 9 – Resultater spørreundersøkelser dag 5
- Vedlegg 10 – Intervju 1
- Vedlegg 11 – Intervju 2
- Vedlegg 12 – Intervju 3

Vedlegg 1 - Registreringsskjemaer for aktivitetsstudie

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| FAG: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dato for registrering: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Registrert av: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sted for registrering: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | kl 07.00 - 08.00 | | | | | | | | | | | | kl 08.00 - 09.00 | | | | | | | | | | | | kl 09.00 - 10.00 | | | | | | | | | | | | kl 10.00 - 11.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aktivitet | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | | | | | | | | | | | | | | |
| Direkte arbeid | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Direkte arbeid: Utbedring av tabbe | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Direkte arbeid: Utbedring av tabbe fra annet lag/fag | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Inspeksjon/kontroll | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Krankjøring og lignende | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sikringsarbeid (HMS) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rigging værrelatert | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rigge opp og ned | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rydding for å få tilgang til arbeidsplassen | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Opprydding etter arbeidet | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Generell rydding | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mottak av materialer og prosedyrer rundt dette | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pakke ut materialer | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Henting av materialet til arbeidsplassen med tralle e.l. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Henting av materialer innen ca 12 m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Henting av materialer lengre unna enn 12 m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bære avfall til container | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Forflytning mellom arbeidsteder | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Flytte og hente verktøy | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bevege seg fra/til gjerdesag og lignende | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Venting/nedetid | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Planleggingsmøter | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Koordinering på bygget | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HMS-møter | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kaffe og spisepause | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nødvendig personlig tid | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Annen personlig tid | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Type installeringsarbeid/håndverksarbeid (ta bilde ved tvil). Det kan være flere typer håndverksaktiviteter for samme håndverker | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Til den som registrerer. Forsøk om mulig også å registrere mengde utført arbeid (kvm, stk, meter) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| FAG: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dato for registrering: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Registrert av: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sted for registrering: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | kl 11.00 - 12.00 | | | | | | | | | | | | kl 12.00 - 13.00 | | | | | | | | | | | | kl 13.00 - 14.00 | | | | | | | | | | | | kl 14.00 - 15.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aktivitet | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | | | | | | | | | | | | | | |
| Direkte arbeid | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Direkte arbeid: Utbedring av tabbe | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Direkte arbeid: Utbedring av tabbe fra annet lag/fag | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Inspeksjon/kontroll | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Krankjøring og lignende | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sikringsarbeid (HMS) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rigging værrelatert | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rigge opp og ned | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rydding for å få tilgang til arbeidsplassen | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Opprydding etter arbeidet | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Generell rydding | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mottak av materialer og prosedyrer rundt dette | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pakke ut materialer | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Henting av materialet til arbeidsstedet med tralle e.l. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Henting av materialer innen ca 12 m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Henting av materialer lengre unna enn 12 m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bære avfall til container | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Forflytning mellom arbeidssteder | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Flytte og hente verktøy | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bevege seg fra/til gjerdesag og lignende | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Venting/nedetid | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Planleggingsmøter | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Koordinering på bygget | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HMS-møter | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kaffe og spisepause | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nødvendig personlig tid | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Annen personlig tid | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Type installeringsarbeid/håndverksarbeid (ta bilde ved tvil). Det kan være flere typer håndverksaktiviteter for samme håndverker | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Til den som registrerer. Forsøk om mulig også å registrere mengde utført arbeid (kvm, stk, meter) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Vedlegg 2 - Resultater målinger aktivitetsstudie

| Samlet mål | 16.apr | | | 17.apr | | | 18.apr | | | 19.apr | | | 20.apr | | |
|--|----------------|--------|-----------|----------------|--------|-----------|----------------|--------|-----------|----------------|--------|-----------|----------------|--------|-----------|
| | Registreringer | % | Tid [min] | Registreringer | % | Tid [min] | Registreringer | % | Tid [min] | Registreringer | % | Tid [min] | Registreringer | % | Tid [min] |
| Direkte arbeid | 147 | 51,0 % | 735 | 272 | 40,5 % | 1360 | 185 | 38,4 % | 925 | 192 | 41,2 % | 960 | 123 | 47,3 % | 615 |
| Direkte arbeid: Utbedring av tabbe | 0 | 0,0 % | 0 | 0 | 0,0 % | 0 | 2 | 0,4 % | 10 | 0 | 0,0 % | 0 | 2 | 0,8 % | 10 |
| Direkte arbeid: Utbedring av tabbe fra annet lag/fag | 0 | 0,0 % | 0 | 28 | 4,2 % | 140 | 22 | 4,6 % | 110 | 2 | 0,4 % | 10 | 0 | 0,0 % | 0 |
| Inspeksjon/kontroll | 5 | 1,7 % | 25 | 24 | 3,6 % | 120 | 7 | 1,5 % | 35 | 12 | 2,6 % | 60 | 6 | 2,3 % | 30 |
| Krankjøring og lignende | 6 | 2,1 % | 30 | 15 | 2,2 % | 75 | 13 | 2,7 % | 65 | 0 | 0,0 % | 0 | 0 | 0,0 % | 0 |
| Sikringsarbeid (HMS) | 0 | 0,0 % | 0 | 6 | 0,9 % | 30 | 0 | 0,0 % | 0 | 1 | 0,2 % | 5 | 0 | 0,0 % | 0 |
| Rigging værrelatert | 0 | 0,0 % | 0 | 0 | 0,0 % | 0 | 0 | 0,0 % | 0 | 0 | 0,0 % | 0 | 0 | 0,0 % | 0 |
| Rigge opp og ned | 6 | 2,1 % | 30 | 15 | 2,2 % | 75 | 15 | 3,1 % | 75 | 12 | 2,6 % | 60 | 8 | 3,1 % | 40 |
| Rydding for å få tilgang til arbeidsplassen | 0 | 0,0 % | 0 | 1 | 0,1 % | 5 | 0 | 0,0 % | 0 | 0 | 0,0 % | 0 | 0 | 0,0 % | 0 |
| Opprydding etter arbeidet | 8 | 2,8 % | 40 | 5 | 0,7 % | 25 | 2 | 0,4 % | 10 | 0 | 0,0 % | 0 | 0 | 0,0 % | 0 |
| Generell rydding | 0 | 0,0 % | 0 | 5 | 0,7 % | 25 | 3 | 0,6 % | 15 | 0 | 0,0 % | 0 | 0 | 0,0 % | 0 |
| Mottak av materialer og prosedyrer rundt dette | 5 | 1,7 % | 25 | 14 | 2,1 % | 70 | 18 | 3,7 % | 90 | 9 | 1,9 % | 45 | 0 | 0,0 % | 0 |
| Pakke ut materialer | 1 | 0,3 % | 5 | 4 | 0,6 % | 20 | 0 | 0,0 % | 0 | 2 | 0,4 % | 10 | 0 | 0,0 % | 0 |
| Henting av materialet til arbeidsstedet med tralle | 0 | 0,0 % | 0 | 0 | 0,0 % | 0 | 0 | 0,0 % | 0 | 0 | 0,0 % | 0 | 0 | 0,0 % | 0 |
| Henting av materialer innen ca 12 m | 6 | 2,1 % | 30 | 10 | 1,5 % | 50 | 9 | 1,9 % | 45 | 21 | 4,5 % | 105 | 6 | 2,3 % | 30 |
| Henting av materialer lengre unna enn 12 m | 5 | 1,7 % | 25 | 17 | 2,5 % | 85 | 11 | 2,3 % | 55 | 9 | 1,9 % | 45 | 8 | 3,1 % | 40 |
| Bære avfall til container | 0 | 0,0 % | 0 | 4 | 0,6 % | 20 | 0 | 0,0 % | 0 | 0 | 0,0 % | 0 | 0 | 0,0 % | 0 |
| Forflytning mellom arbeidssteder | 0 | 0,0 % | 0 | 1 | 0,1 % | 5 | 3 | 0,6 % | 15 | 4 | 0,9 % | 20 | 6 | 2,3 % | 30 |
| Flytte og hente verktøy | 3 | 1,0 % | 15 | 17 | 2,5 % | 85 | 13 | 2,7 % | 65 | 9 | 1,9 % | 45 | 11 | 4,2 % | 55 |
| Bevege seg fra/til gjerdesag og lignende | 2 | 0,7 % | 10 | 6 | 0,9 % | 30 | 8 | 1,7 % | 40 | 0 | 0,0 % | 0 | 4 | 1,5 % | 20 |
| Venting/nedetid | 1 | 0,3 % | 5 | 12 | 1,8 % | 60 | 18 | 3,7 % | 90 | 1 | 0,2 % | 5 | 15 | 5,8 % | 75 |
| Planleggingsmøter | 6 | 2,1 % | 30 | 0 | 0,0 % | 0 | 16 | 3,3 % | 80 | 30 | 6,4 % | 150 | 0 | 0,0 % | 0 |
| Koordinering på bygget | 14 | 4,9 % | 70 | 68 | 10,1 % | 340 | 41 | 8,5 % | 205 | 46 | 9,9 % | 230 | 30 | 11,5 % | 150 |
| HMS-møter | 4 | 1,4 % | 20 | 1 | 0,1 % | 5 | 0 | 0,0 % | 0 | 26 | 5,6 % | 130 | 0 | 0,0 % | 0 |
| Kaffe og spisepause | 30 | 10,4 % | 150 | 70 | 10,4 % | 350 | 50 | 10,4 % | 250 | 47 | 10,1 % | 235 | 19 | 7,3 % | 95 |
| Nødvendig personlig tid | 26 | 9,0 % | 130 | 56 | 8,3 % | 280 | 41 | 8,5 % | 205 | 39 | 8,4 % | 195 | 19 | 7,3 % | 95 |
| Annen personlig tid | 13 | 4,5 % | 65 | 21 | 3,1 % | 105 | 5 | 1,0 % | 25 | 4 | 0,9 % | 20 | 3 | 1,2 % | 15 |
| Sum | 288 | 100 % | 1440 | 672 | 100 % | 3360 | 482 | 100 % | 2410 | 466 | 100 % | 2330 | 260 | 100 % | 1300 |
| Sum direkte arbeid | 164 | 56,9 % | 820 | 321 | 47,8 % | 1605 | 214 | 44,4 % | 1070 | 225 | 48,3 % | 1125 | 135 | 51,9 % | 675 |
| Sum indirekte arbeid | 30 | 10,4 % | 150 | 89 | 13,2 % | 445 | 73 | 15,1 % | 365 | 45 | 9,7 % | 225 | 37 | 14,2 % | 185 |
| Sum nødvendig personlig tid | 56 | 19,4 % | 280 | 126 | 18,8 % | 630 | 91 | 18,9 % | 455 | 86 | 18,5 % | 430 | 38 | 14,6 % | 190 |
| Sum unødvendig ikke verdiskapende tid | 14 | 4,9 % | 70 | 61 | 9,1 % | 305 | 47 | 9,8 % | 235 | 7 | 1,5 % | 35 | 20 | 7,7 % | 100 |
| Sum kordinering & HMS | 24 | 8,3 % | 120 | 75 | 11,2 % | 375 | 57 | 11,8 % | 285 | 103 | 22,1 % | 515 | 30 | 11,5 % | 150 |
| Σ registreringer | 288 | | | 672 | | | 482 | | | 466 | | | 260 | | |
| Arbeidsflyt | 70 % | | | 64 % | | | 63 % | | | 73 % | | | 69 % | | |
| Total registreringer | 2168 | | | | | | | | | | | | | | |
| Totalt arbeidstid [min] | 10840 | | | | | | | | | | | | | | |
| Total direkte verdiskapende tid | 5295 | | | | | | | | | | | | | | |
| Total (nødvendig) indirekte arbeid | 274 | | | | | | | | | | | | | | |

Vedlegg 3 – Dagbok aktivitetsstudie

| | |
|--------|--|
| 16.apr | Godt organisert, mye feilretting på en mann. |
| | Fra egne observasjoner virket arbeidslaget på syv mann som godt organisert. Målingene som ble utført er at to arbeidere som i hovedsak bare jobbet med "binding" av armeringsjern. Disse to var representert fra en UL og har jobbet sammen i en lenger periode. De jobbet uforstyrret og meget selvstendig. Stopp som ble registrert i prosessen var enten nødvendige restitusjon/pauser eller venting på at kranen skulle fullføre noen løft av materialer for dem (mindre stopp). Arbeiderne som knyttet armeringsjern jobbet tett opp til gutta som la isolasjon og radon sperre, denne samhandlingen så også ut til å fungere godt. I forhold til den subjektive undersøkelsen krysset alle arbeiderne nei på alle punktene, men en av de syv undersøkelsen avslører at en arbeider var nødt å gjøre arbeid som opprinnelig ikke var planlagt grunnet feilleveranse av armeringsjern. Arbeidet besto i å kutte armeringsjernet opp i riktig lengde. Fikk tilbakemelding fra en arbeider om at spørsmålene i undersøkelsen var meget relevante i forhold til arbeidsdagene og at dagen var preget av god flyt. NB: Observasjon når det gjelder subjektivt skjema... Gutta bør reflektere mer over arbeidsdagen og bruke litt mer tid på utfyllingen. |
| 17.apr | Godt samarbeid, avslutning av arbeid, klart for betong, noe rettelse av feil etc. |
| | Dagen var preget av godt samarbeid og mye direkte arbeid. Isolasjonen ble ferdig kort tid etter lunsj og gutta startet etter det å hjelpe til på arbeidet med armeringsjernet. Arbeidet var da preget av direkte arbeid men med fokus på inspeksjon og retting av feil og mangler. Spesielt var det fokus på hjørnene mot ytterveggen der deler av armeringsjernet måtte kuttet vekk for å få plass til prefabrikerte søyler. Disse søylene skal ha fire "bolt" hull i betongen til festet. I perioden ved avslutning av arbeid og overgang til annet arbeid var preget av litt mer usikkerhet og gutta gjorde mer "stand in" oppgaver. Det ble rettet mer fokus på den subjektive undersøkelsen i dag. Prosjektleder Jens G. Jensen kom også med klare instruksjoner om at forskningsprosjektet bør prioriteres. Ved utfylling av den subjektive testen ble deltakerene oppfordret til å ta hensyn til feil på armeringsjern osv (dette ble vist til som eksempel). |
| 18.apr | |
| | Dagen da betongen kom. Var preget av litt ustrukturert jobbing da det til tider forekom venting på å betongbilen eller arbeiderne som jobbet med betongen. For noen av arbeiderne gikk det med noen timer på å rette opp feil på isoleringen på resten av bygget. Dagen var preget av flere mindre arbeidsoppgaver og leveranse av stilas etter betong arbeidet var ferdig. |
| 19.apr | |
| | Dagen startet med sikker jobb analyse da det skulle settes i gang med nytt arbeid (forskaling av vegger). I tillegg ble det brukt kassetter til forskalingen som arbeiderne måtte sette seg inn i. Derfor er ble dagen preget av en del HMS og kordinering på arbeidsplassen. Av egne observasjonen kan det virke som gutta som jobbet med forskalingen var i mer direkte arbeid enn resten. Dette er blant annet på grunn av at resten av arbeiderne hadde flere mindre jobber mens forskalingsgjengen hadde et stor oppgave å bryne seg på. Ikke noen store observasjoner på retting av feil annet enn at jernbindernene måtte kutte litt stål for å gjøre klart for rørlegger. |
| 20.apr | |
| | Dagen innebærte hovedsakelig jobbing med forskaling til veggene og jernbinding til veggene. Det observeres at det fremdeles er litt knot med de nye kassetene men at det blir forgang i arbeidet etter kort tid. Resten av gutta jobber med å løse småoppgaver på gluvet før det gjøres klart til støping av gulv. Støping av resten av gulvet skal gjøres idag og blir gjort på ettermiddagen. Ikke noen store forskjeller på egne observasjoner. |

Vedlegg 4 - Spørreundersøkelse for subjektive målinger

Denne spørreundersøkelsen er en del av en masteroppgave som utføres av to studenter ved Universitetet i Agder. Formålet med undersøkelsen er å arbeide for større forståelse av arbeidsflyt i byggeproduksjon.

Arbeidsflyt kan forstås som at du har fått utført arbeidsoppgavene dine uten unødvendig avbrytelser som for eksempel venting på andre eller andre forstyrrelser.

Dersom du krysser av ja på spørsmål, så ønsker vi at du skal gi et anslag på hvor mye tid denne forsinkelsen medførte. For eksempel: 1,5 time. Du må gjerne gi noen utfyllende kommentarer i kommentarfeltene.

Dato for undersøkelsen: _____

Hvilket fag arbeider du innenfor: _____

| Har dine arbeidsoppgaver blitt forsinket i <u>dag</u> på grunn av: | Ja | Nei | Anslag på samlet forsinkelse i tid (Angis i minutter eller timer) |
|--|-----------|------------|--|
| Forutgående aktivitet var ikke ferdig i tide | | | |
| <i>Kommentar:</i> | | | |
| Forutgående aktivitet var av dårlig kvalitet, herunder aktiviteten er ikke helt ferdig ("ferdig-ferdig") | | | |
| <i>Kommentar:</i> | | | |
| Arbeidsområdet var ikke tilgjengelig på grunn av annet arbeid | | | |
| <i>Kommentar:</i> | | | |
| Arbeidsområdet måtte ryddes før det ble tilgjengelig | | | |
| <i>Kommentar:</i> | | | |
| Manglende arbeidstegninger eller feil/mangler på tegningene | | | |
| <i>Kommentar:</i> | | | |
| Manglende eller uklar annen informasjon | | | |
| <i>Kommentar:</i> | | | |

SNU ARKET

Måling av arbeidsflyt i byggproduksjon

| | | | | | |
|---|-------------------|-------------|---|--------------|--------------------|
| Feil på materialer eller for lite materialer | | | | | |
| <i>Kommentar:</i> | | | | | |
| Manglende eller lite hensiktsmessig utstyr | | | | | |
| <i>Kommentar:</i> | | | | | |
| Annen årsak til forsinkelse av arbeidet | | | | | |
| <i>Kommentar:</i> | | | | | |
| Spørsmål knyttet til arbeidsoppgavene dine | Ja | Nei | Anslag på samlet forsinkelse i tid | | |
| Har du utført arbeid i dag som ikke var planlagt når du begynte på jobb i dag tidlig? | | | | | |
| <i>Kommentar:</i> | | | | | |
| Har du brukt tid i dag på å rette opp egne eller andres feil? | | | | | |
| <i>Kommentar:</i> | | | | | |
| | <i>Meget enig</i> | <i>Enig</i> | <i>Verken eller (Normal)</i> | <i>Uenig</i> | <i>Meget uenig</i> |
| I dag har arbeidet hatt god flyt | | | | | |
| <i>Kommentar:</i> | | | | | |

Vedlegg 5 - Resultater spørreundersøkelser dag 1
Dag 1. Mandag 16.april

Anslag på tid som har negativ effekt på arbeidsflyten - Subjektiv egenvurdering

| Årsak | Tid [%] | Tid [min] | Respondenter | | | | | | | | | Kommentar |
|---|---------|-----------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Sum | 5,4 % | 180 | | | | | | | | | | |
| Utført arbeid i dag som ikke var planlagt | 5,4 % | 180 | 180 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | Armeringsjern levet i feil lengde. Måtte kappe jern. |

Registrert tid som har negativ effekt på arbeidsflyten - Aktivitetsstudiet

| Ikke verdiskapende tidsbruk | Dag |
|--|---------------|
| | 16.apr |
| Sum | 5,3 % |
| Direkte arbeid: Utbedring av tabbe | 0,0 % |
| Direkte arbeid: Utbedring av tabbe fra annet lag/fag | 0,0 % |
| Venting/nedetid | 0,3 % |
| Annen personlig tid | 5,0 % |

Utrekning av Nedetid & utbedring av tabber

| | Aktivitetsstudie | Spørreundersøkelser |
|---------------------|------------------|---------------------|
| Totalt | 5,3 % | 5,4 % |
| Nedetid | 5,3 % | 5,4 % |
| Utbedring av tabber | 0,0 % | 0,0 % |

Vedlegg 6 - Resultater spørreundersøkelser dag 2
Dag 2. Tirsdag 17.april

Anslag på tid som har negativ effekt på arbeidsflyten - Subjektiv egenvurdering

| Årsak | Tid [%] | Tid [min] | Respondent | | | | | | | | | Kommentar | |
|---|---------|-----------|------------|----|----|---|----|----|----|---|---|-----------|--|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | |
| Sum | 8,3 % | 360 | | | | | | | | | | | |
| Forutgående aktivitet var av dårlig kvalitet, herunder at aktiviteten ikke er helt ferdig ("ferdig ferdig") | 1,4 % | 60 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Kuttet jernstenger langs v... burde vært unødvendig h... tegningene/forrige aktivite... nok. |
| Manglende arbeidstegning eller feil/mangler på tegning | 2,8 % | 120 | 0 | 0 | 0 | 0 | 60 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 | Tegningene er ikke fullste... gjelder snitt og henvisnin... med tegninger og praktis... årsak til begge noteringer... |
| Feil på materialer eller for lite materialer | 0,7 % | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | Måtte vente på betong. |
| Har utført arbeid i dag som ikke var planlagt ved start på arbeidsdag | 2,1 % | 90 | 0 | 0 | 90 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Diverse jernfjerning. |
| Har brukt tid i dag på å rette opp på egne eller andres feil | 1,4 % | 60 | 0 | 30 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Sett feil mål på tegninger... rette opp 20 cm forskalin... begge noteringene. |

Registrert tid som har negativ effekt på arbeidsflyten -
Aktivitetsstudiet

| Ikke verdiskapende tidsbruk | Dag | Utrekning av nedetid & utbedring av tabber | |
|--|--------|--|--------------------|
| | | Aktivitetsstudie | Spørreundersøkelse |
| Sum | 17.apr | 9,1 % | 8,3 % |
| Direkte arbeid: Utbedring av tabbe | 0,0 % | 4,9 % | 4,9 % |
| Direkte arbeid: Utbedring av tabbe fra annet lag/fag | 4,2 % | 4,2 % | 3,5 % |
| Venting/nedetid | 1,8 % | | |
| Annen personlig tid | 3,1 % | | |

Vedlegg 7 - Resultater spørreundersøkelser dag 3

Dag 3. Onsdag 18.april

Anslag på tid som har negativ effekt på arbeidsflyten - Subjektiv egenvurdering

| Årsak | Tid [%] | Tid [min] | Respondent | | | | | | | | | Kommentar | |
|--|---------|-----------|------------|---|---|-----|---|-----|----|---|---|-----------|---------------------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | |
| Sum | 11,6 % | 390 | | | | | | | | | | | |
| Forutgående aktivitet var ikke ferdig i tide | 5,4 % | 180 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 180 | 0 | | | | Feil på isolasjonen |
| Feil på materialer eller for lite materialer | 1,8 % | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 60 | | | | Ventet på betong |
| Har brukt tid i dag på å rette opp på egne eller andres feil | 4,5 % | 150 | 0 | 0 | 0 | 150 | 0 | 0 | 0 | | | | Ingen kommentar |

Registrert tid som har negativ effekt på arbeidsflyten - Aktivitetsstudiet

| Ikke verdiskapende tidsbruk | Dag |
|--|---------------|
| | 18.apr |
| Sum | 9,7 % |
| Direkte arbeid: Utbedring av tabbe | 0,4 % |
| Direkte arbeid: Utbedring av tabbe fra annet lag/fag | 4,6 % |
| Venting/nedetid | 3,7 % |
| Annen personlig tid | 1,0 % |

Utregning av nedetid & utbedring av tabber

| | Aktivitetsstudie | Spørreundersøkelse |
|---------------------|------------------|--------------------|
| Totalt | 9,7 % | 11,6 % |
| Nedetid | 4,7 % | 7,1 % |
| Utbedring av tabber | 5,0 % | 4,5 % |

Vedlegg 8 - Resultater spørreundersøkelser dag 4

Dag 4. Torsdag 19.april

Anslag på tid som har negativ effekt på arbeidsflyten - Subjektiv egenvurdering

| Årsak | Tid [%] | Tid [min] | Respondent | | | | | | | | | Kommentar |
|--|---------|-----------|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Sum | 0,8 % | 30 | | | | | | | | | | |
| Arbeidsområdet måtte ryddes før det ble tilgjengelig | 0,8 % | 30 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Måtte rive såle før arbeidet kunne starte. |

Registrert tid som har negativ effekt på arbeidsflyten - Aktivitetsstudiet

| Ikke verdiskapende tidsbruk | Dag |
|--|--------|
| | 19.apr |
| Sum | 1,5 % |
| Direkte arbeid: Utbedring av tabbe | 0,0 % |
| Direkte arbeid: Utbedring av tabbe fra annet lag/fag | 0,4 % |
| Venting/nedetid | 0,2 % |
| Annen personlig tid | 0,9 % |

Utrekning av nedetid & utbedring av tabber

| | Aktivitetsstudie | Spørreundersøkelse |
|---------------------|------------------|--------------------|
| Totalt | 0,0 % | 0,0 % |
| Nedetid | 1,1 % | 0,8 % |
| Utbedring av tabber | 0,4 % | 0,0 % |

Vedlegg 9 - Resultater spørreundersøkelser dag 5
Dag 5. Fredag 20.april

Anslag på tid som har negativ effekt på arbeidsflyten - Subjektiv egenvurdering

| Årsak | Tid [%] | Tid [min] | Respondent | | | | | | | | | Kommentar |
|---------------------------------------|---------|-----------|------------|----|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Sum | 1,4 % | 60 | | | | | | | | | | |
| Annen årsak til forsinkelse av arbeid | 1,4 % | 60 | 30 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Venting på betong. Gjelder begge noteringene. |

Registrert tid som har negativ effekt på arbeidsflyten -
 Aktivitetsstudiet

| Ikke verdiskapende tidsbruk | Dag |
|--|---------------|
| | 20.apr |
| Sum | 7,8 % |
| Direkte arbeid: Utbedring av tabbe | 0,8 % |
| Direkte arbeid: Utbedring av tabbe fra annet lag/fag | 0,0 % |
| Venting/nedetid | 5,8 % |
| Annen personlig tid | 1,2 % |

Utrekning av nedetid & utbedring av tabber

| | Aktivitetsstudie | Spørreundersøkelse |
|---------------------|------------------|--------------------|
| Totalt | 7,8 % | 1,4 % |
| Nedetid | 7,0 % | 1,4 % |
| Utbedring av tabber | 0,8 % | 0,0 % |

Vedlegg 10 – Intervju 1

Utført: fredag 13. april kl. 14:00-15:00

Intervjue utført av: Tore Næss og Christian Helgesen

Informant: Prosjektleder på Smidsrød Helsehus, Jens G. Jensen

Hensikten med intervjuet var å etablere kontakt med anleggsleder, slik at forholdene blir lagt til rette for aktivitetsstudiet som skulle utføre uken etter. I tillegg var det vesentlig å få informasjon om hvordan prosjektet blir styrt og organisert med spesielt fokus på involverende planlegging og kvalitetskontroller etter utført arbeid.

| |
|---|
| <p><i>Spørsmål: I hvilken grad følger prosjektet prinsippene i Involverende planlegging?</i></p> <p>Svar: Prosjektet følger prinsippene til Involverende planlegging, men det er gjort tilpasninger som gjør systemet mer egnet i forhold til prosjektets karakter.</p> <p>Oppstartsmøte før oppstart av et nytt fag som for eksempel betong, tømrer etc. Det er hovedsakelig bas som er med på ukeplanleggingen men kompetanse hos de ansatte blir hentet inn i de sammenhenger der det er nødvendig. Møtevirksomheten i denne sammenheng blir gjort etter behov.</p> <p>Hver mandag inviteres alle de ansatte til morgenmøte for å diskutere arbeidsoppgavene for uken. I denne sammenheng er mange av arbeidsoppgavene allerede klarlagt.</p> <p>Ved oppstart av et nytt prosjekt holdes det gjerne et oppstartsmøte på overordnet nivå. Møtet tar blant annet for seg leveringer fra leverandører og gjennomgang av arbeidsoppgaver med aktuelle underleverandører. Aktuelle temaer på disse møtene er blant annet gjennomgang av kontrakt, forutsetninger for oppgavene. Målet med oppstartsmøtene er at samarbeidet skal gå så knirkefritt som mulig.</p> |
| <p><i>Spørsmål: Hvordan utføres planlegging på prosjektet Smidsrød Helsehus?</i></p> <p>Svar: Planleggingen blir utført på flere nivåer i henhold til Involverende planlegging. Hoved fremdriftsplan – laget i forbindelse med anbudsrunde. Her lages det en strek per fag og planen er blant annet utgangspunktet for betaling (cashflow).</p> <p>Faseplanen er verktøyet til prosjektleder. Her deles fagene ytterligere opp i for eksempel etasjer eller lignende. Tidshorisonten er 20-24 uker. Formann er ansvarlig for ukeplanen der tidshorisonten er 2-3 uker.</p> <p>Dagsplanen har som hensikt å fordele arbeid og har en tidshorisont på 1 uke, bas og formann er ansvarlig for denne.</p> <p>En gang i måneden er det gjennomgang av prosjektets status med blant annet gjennomgang av økonomisk situasjon og fremdrift. Deltakere på disse gjennomgangene er hovedsakelig bas, formann og prosjektleder. Det er et ønske å forholde seg til prosjekt hierarkiet i denne sammenheng.</p> |
| <p><i>Spørsmål: Hvordan utføres kontroll og sjekk av utført arbeid?</i></p> <p>Svar: For hver gang et arbeid fullføres blir det skrevet sjekklister for hver aktivitet. Dette blir gjort etter behov og det er ikke et fast tidspunkt for denne type oppgave. Ved overgang til et nytt fag gjøres det befaring av utført arbeid. I disse befaringsene er det ofte med en representant for neste faggruppe slik at vedkommende kan kontrollere at foregående arbeid er utført tilstrekkelig før det totale arbeidet fortsetter. Formannen er ansvarlig for befaringsen. I henhold til «teorien» er det viktig at avvik noteres ved overgang og at arbeidet blir dokumentert, men det blir ikke alltid gjort.</p> <p>Befaringene blir gjennomført før neste fag begynner arbeidet. Et ca. tidsanslag er 1 uke før. Slike typer befaring blir blant annet gjort fordi det er viktig for prosjektets kvalitetskontroll at de ulike fagdisiplinene snakker med hverandre og kan overføre nødvendig erfaring.</p> <p>Gjennomgang av arbeidet med hensyn til akkord utføres en gang i måneden.</p> |

Vedlegg 11 – Intervju 2

Utført: fredag 27. april kl. 09:00-11:30

Intervjuer(er): Tore Næss og Christian Helgesen

Informant: Prosjektleder på Smidsrød Helsehus, Jens G. Jensen

| |
|--|
| <i>Vi introduserer prosjektleder Jens G. Jensen for oppgavens problemstilling og forskerspørsmål.</i> |
| Jens: Stort tema å gape over. Det det må være mulig å måle volum i forhold til VAP. Kan eventuelt være planlagte timer/brukte timer. Forskjell på teoretikere og praktikere, det er en annen virkelighet på byggeplassen. Det som gjelder er det som konkret og målbart. Det er vel det som er vår utfordring med å gjøre det forståelig. Jeg vil gjerne bidra med å få det konkret og forståelig. |
| <i>Spørsmål: Praktisk gjennomgang av VAP, hvordan bruker dere verktøyet?</i> |
| Svar: Utført ferdiggrad justerer hver mnd. Kan justeres fortløpende hvis man vil det. Status ved mnd. slutt er det som rapporteres inn til Veidekke. Til venstre kan jeg justere alle variabler selv. Til høyre justerer man korrigeringen. Ved oppdatering tas det en fysisk inspeksjon. Hvis for eksempel en vegg er ferdig = 100 %. Subjektiv vurdering. Tas på prosent. Ganske nøyaktig men noe avvik vil det alltid være. Kan også forandre mengde i form av kvadrat volum etc. (Skal i prinsippet gå inn posten og justere teksten slik at det blir 100 %). Alle de avvik som blir oppdaget. evt. korrigeres før støp. Disse blir ikke registrert. Det som er vesentlig for oss er de store tallene. Når jeg ser hvor mye timer som er brukt i løpet av mnd. Økonomisk fremdrift er hver mnd. dette går på utført i forhold til kostnader. Det vi får frem er produksjonskostnadene på tidspunktet og kan se på de i forhold til planlagt kostnader. Man ser også på timer etc. Det som er intr. er hvor mye sitter man igjen på bunnlinjen, dette er det viktigste. Er det stort avvik har man med VAP mulighet til å se om de bokførte kostnadene overstiger produksjonsverdien. Det er taktikk i rapporteringen. Spesielt viktig mht. risiko. Begynner forsiktig. Det verste gutta i øverste hylle i Veidekke er uforutsette utgifter. VIKTIG: De største avvikene skjer over tid (blir synlige). Hvis vi tar fremdriften, 12 måneder bygningstid. Får til en sinnsyk fremdrift og blir ferdig i løpet av 11 mnd. Har da spart en mnd. med riggekostnader etc. positiv gevinst. Hvis kalkylen er dårlig kan det hende at man er på minus siden likevel men har uansett begrenset tapet. Ofte er de prosjektene som går dårlig gode i fremdrift, dette for å begrense tapet. |
| <i>Spørsmål: Hvor viktig er det med erfaring og god faglig kompetanse ved oppfølging av VAP systemet?</i> |
| Svar: Som "kjentmann" ser man som regel risiko bedre og har derfor bedre evne til å ivareta disse usikkerhetsfaktorer. Eksempel på usikkerhetsfaktor kan være masseforflytning, for eksempel feil estimert. Man vet aldri hva som er under bakken. På dette prosjektet mer fjell og dermed mer sprengningsarbeid. Støte på kum som ikke er merket etc. Rigg kostnader blir som regel høyere enn det som er kalkulert. Sentrale mennesker som kalkulerer dette også har de ikke helt følelsen av hva som er god drift. |
| <i>Spørsmål: Hva fokuserer du som prosjektleder på ved bruk av VAP?</i> |
| Svar: Hovedfokus ligger på økonomien og mnd. rapportene. Det jeg er intr. i er hvordan fremgangen ligger i forhold til økonomi. Det som er intr. ved rapportering VAP er hvor mye som er produsert og hvor mye er opptjent. Sluttprognosen er også viktig, hvor mye ligger vi ann til å tjene til slutt. For prosjektet anses dekningsbidraget som viktig fordi den kan være lavere/høyere en normalt. Dette sier noe om hvor mye man har produsert fremfor hva som er planlagt DB. DB er hvor mye man tjener. Internrente er bra og en positiv ting for prosjektet. Det er om å gjøre å få mest mulig penger ut av byggherren som mulig/tidlig slik at man får en god likviditet. |
| <i>Spørsmål: Hvordan er det å jobbe med VAP i forhold til fremgangen i prosjektet?</i> |
| Svar: I forhold til fremgang er første prinsipp at kalkylen er riktig. Kalkylen skal være klar når prosjektleder går inn i prosjektet. Sett i gang å jobb. Første prosjektleder gjør er å få kontroll på tiden og forutsette at kalkylen er riktig. Ofte er det dårlig tid og høyt fokus på fremdrift. Har du kontroll på fremdriften og sørger for at ting flyter best mulig så er mye av jobben gjort. Prosjektet kan gå knallbra selv om kalkylen er dårlig. Ofte er det de prosjektene der de har mest erfaring som går best. Har man god fremdrift med gode løsninger så blir prosjektet så billig som mulig. |

| |
|--|
| <p><i>Spørsmål: Har du noen gode forslag til mål av flyt og kvalitetsmål der VAP kan brukes?</i></p> <p>Svar: Hvis vi skal blande inn kvaliteten kan det være aktuelt med registrerte avvik. Vi har en sammendragsside på økonomistyringen. Utført kostnad. Det er den besvarelsen som ikke er synlige. Dette har noe med taktikk og risiko og gjøre. Laster inn timeverk på egen fil. Dette er en oversikt og belastet timer på prosjektet. Spesifisering på timene varierer veldig avhengig av hva som er lagt opp til.</p> <p>Et forslag er å vite hvor mye man bør produsere og en vurdering i slutten av mnd. om man har greid det? Neste mnd. skal vi produsere for 40 mill. har vi greid det? VAP en må da kobles opp mot en fremdriftsplan. Denne linken er det i prinsippet prosjektleder som setter utført i kalkylen. Når det registreres utført. Hvis registrert timelønn avvik fra dette vil man se differansen. Hvis man lager en hoved fremdriftsplan i VAP. Den vil ha en nøyaktighet på en mnd. her blir det gjetting før man begynner. Hoved fremdriftsplanen blir et slags nullpunkt.</p> |
| <p><i>Spørsmål: Hvor stor arbeidsmengde krever det av deg å oppdatere VAP, kan du evt. oppdatere en gang i uken?</i></p> <p>Svar: Rapportering tar en del tid, bruker noen dager på det. Plutselig er man borte syk møte etc. En gang i uken er svært krevende. Det viktigste for oss er at driften går så smidig som mulig. trimme arbeiderne, informere, samkjørt gjeng... Da tjenes det kroner. Produktivitet kan måles fra uke til uke men da må det gjøres. Det krever en del ekstra arbeid.</p> |
| <p><i>Spørsmål: Finnes det en kobling/sammenheng mellom økonomisystemet VAP og fremdriftsplanen?</i></p> <p>Svar: Nå så er det klønete å koble VAP opp mot fremdriftsplan. Fremdriftsmålet i forholdet til tid og plan blir målt fortløpende. Microsoft project brukes i noen tilfeller til det.</p> <p>Fremdriftsplanen i VAP er ikke ferdig utviklet, spør Jarle Foss om dette.</p> <p>Skiller ofte på økonomi og tiden på mange måter. Økonomi og fremdrift er to uavhengige systemer. Når jeg rapporterer lager jeg egen oppfattelse på dette. Når man planlegger er de ofte atskilte. De blir sammenlignet av meg når jeg tar statusen en gang i mnd.</p> <p>På Microsoft Planner forholder man seg til hovedmilepæler, tett tak etc. Gaant-diagram brukes til tettere oppfølging (ukentlig) av arbeidslagene. Formann utfører denne oppfølgingen.</p> |
| <p><i>Spørsmål: Hvordan vil du beskrive håndverkerne, er de interessert i reflektere over eget arbeid?</i></p> <p>Svar: Forskjell på tømmer i små bedrifter fremfor stor. Det er i hvert fall mine erfaringer. De som trives her vel mulig de som ikke vil eller trenger mer ansvar. Komme på jobb og tjene mest mulig penger etc.</p> <p>Det vi observerer i dag er det at de som ønsker større utfordringer slutter og begynner i mindre firmaer eller blir her og blir bas, tar på seg ansvar etc. Blir formenn etterhvert, anleggsledere prosjektledere etc.</p> |
| <p><i>Spørsmål: I forhold til flyten i arbeidet, hadde det vært en fordel med økt refleksjon hos handverkerne?</i></p> <p>Svar: Det hadde klart vært en fordel med mer refleksjon. For eksempel når det leies inn et snekkerlag fra en mindre underleverandør, så merker vi av og til forskjell. De er gjerne mer selvstendige.</p> |
| <p><i>Spørsmål: Gjør dere noen tiltak til økt refleksjon evt. har du noen gode forslag?</i></p> <p>Svar: Det tas opp i jevne mellomrom hva du har tjent og hva du kan tjene. Det settes gjerne opp noen eksempler på dette i form av vegg etc. Hvor mye penger har man tjent. Har jobbet maks, tjent maks. Har man dårlig arbeidsmiljø på en plass kan man sette opp lønnen. Er ofte en svært god motivasjon.</p> |
| <p><i>Spørsmål: Hva mener du om begrepet flyt og bruk av begrepet som refleksjon på mandagsmøtene?</i></p> <p>Svar: Det som er intr. på mandagsmøte er akkord og hvor mye de tjener og hvordan status på fremdrift er. Utført i praksis og et tall om man ligger over eller under planlagt kostnad. Det Jens (Vi) informerer om er ofte så enkelt og presist som mulig. Det som kan informere om er det som er rapportert sist mnd. For eks. prosjektet var kalkulert til en DB på 14 % men i dag er det 9 %. Prosjektet kan da gå dårlig eller at ledelsen holder litt tilbake grunnet risiko.</p> |

Vedlegg 12 – Intervju 3

Utført: Mandag 21. mai kl. 08:00-08:30

Intervjuer(er): Tore Næss

Informant: Økonomisjef Veidekke, Marius Plünnecke

Hensikten med intervjuet er å kvalitetssikre at skrevet materiell om VAP og vår oppfattelse av systemet er korrekt.

| |
|---|
| <i>Spørsmål: Hva betyr det hvis det er forskjell på utført ferdiggrad og økonomisk ferdiggrad?</i> |
| Svar: Poenget men denne er å kvalitetssikre påløpte kostnader. Man har jo en kalkyle, mengde utført og forventet utført kost. Man skal også gjøre en vurdering av kostnadene som man ikke har fått. |
| Prosjektleder kan justere mengder og fysisk ferdiggrad. Avviket skal ikke være 100 % like, det vil i tilfelle tyde på manipulering av data. |
| <i>Spørsmål: På vårt eksempel så er det 38,5 % og 42,9 %, Er dette normale tall?</i> |
| Svar: Det er litt stort, her er det i tilfelle lurt å se på de forskjellige postene og identifisere årsak til avvik. |
| <i>Spørsmål: Vi har fått inntrykk at utført ferdiggrad kan underrapporteres for å redusere risiko, vil dette evt. påvirke dekningsbidraget?</i> |
| Svar: De gjør det eventuelt ikke bevist. Hele poenget, er at vi har en løpende produksjons kalkyle. Gjøres dette skikkelig så får vi den tryggheten at fremdriften er riktig. Hvis det «syndes» så skjer det i tilfelle på ved at oppdatering og mengdene ikke alltid blir like korrekt. |
| Virksomheten som vi holder på med er så usikker. Det er akseptert at det rapporteres lavere DB i prosjektet. Si at prosjektet skal gi et dekningsbidrag på 12 prosent. Da skal man ta høyde for at man rapportere 9 til å begynne med. |
| Justeringen av dekningsbidrag, gjøres ved å avsette til risiko. Det er ingen justeringer som skal være innbakt i annen data som blir «plottet» inn. |
| <i>Spørsmål: Hvordan kan evt. prosjektleder «manipulere»/ påvirke prosjektets likviditet?</i> |
| Svar: Vi har en betalingsplan på totalentreprise som skal gjenspeile fremdriften i prosjektet. Kan ikke fakturere mer en hva som på forhånd er avtalt. Hvis likviditeten skal øke kan det evt. justeres ved hyppig innbetaling fra byggherre og evt. tregere utbetaling til UL. Fortløpende fakturering av endringer og tillegg er positivt for prosjektets likviditet. |
| <i>Spørsmål: Informerer om at VAP kan være hensiktsmessig med tanke på oppgaven.</i> |
| Svar: Viktig at vi ikke legger oss opp i VAP som metode, VAP er kun et verktøy og andre entreprenører bruker tilsvarende eller lignende metoder men andre verktøy. For eksempel kan ordinære Excel ark brukes. Det som evt. kan være forskjell er. Prognoser, tall. Totalprinsippet er det samme. |