

Prestasjonsindikatorer og digitale hjelpemidler

Hvordan kan digitale hjelpemidler benyttes til å måle indikatorer på prestasjon?

Anniken Møller

Master i Bygg- og miljøteknikk
Innlevert: juni 2018
Hovedveileder: Olav Torp, IBM
Medveileder: Lise Gustavsen, HENT

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for bygg- og miljøteknikk



Oppgavens tittel: Prestasjonsindikatorer og digitale hjelpemidler	Dato: 08.06.2018		
	Antall sider (inkl. bilag): 112		
	Masteroppgave	x	Prosjektoppgave
Navn: Anniken Møller			
Faglærer/veileder: Olav Torp, Førstemanuensis ved Institutt for bygg og miljøteknikk			
Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere: Lise Gustavsen, HENT			

Ekstrakt:

Byggebransjen har fått et rykte på seg for å være lite produktiv. Med bakgrunn i dette søker masteroppgaven å undersøke om digitale hjelpemidler kan benyttes for å måle et utvalg av prestasjonsindikatorer. Dette har blitt gjort ved å først studere hvordan og hvilke prestasjonsindikatorer som måles i en organisasjon i utførelsesfasen av et prosjekt, for deretter å undersøke hvordan, og om, digitale hjelpemidler kan effektivisere og forbedre hvordan målingene gjøres.

For å besvare problemstillingen og forskningsspørsmålene er det utført et litteraturstudie og et case-studie som omfatter to prosjekter i HENT. Data har blitt samlet inn gjennom observasjoner, intervju og dokumentstudier.

Ved å benytte digitale hjelpemidler til å måle utvalgte prestasjonsindikatorer kan man spare tid, få mer korrekte målinger og bedre informasjonsflyt i prosjektet. En utfordring med digitale hjelpemidler er kostnaden med å innføre dem, det er derfor viktig å vurdere kostnaden med innføring og bruk opp mot forventet nytte av systemet.

Stikkord:

1. Prestasjonsindikatorer
2. Digitale hjelpemidler
3. Utførelsesfase
4. Effektivisering

Anniken Møller

(sign.)

Forord

Denne masteroppgaven er utarbeidet ved Institutt for bygg og miljøteknikk innenfor studieretningen prosjektledelse på Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, NTNU, våren 2018. Masteroppgaven skal tilsvare 30 studiepoeng.

Oppgaven er utført i samarbeid med HENT. Temaet for oppgaven er prestasjonsindikatorer og digitale hjelpemidler. Oppgaven identifiserer først hvilke prestasjonsindikatorer som måles i et prosjekt i utførelsesfasen, før det undersøkes om disse kan effektiviseres og forbedres ved å benytte digitale hjelpemidler.

Jeg vil rette en stor takk til HENT for samarbeidet. En spesiell takk rettes til min veileder i HENT, Lise Gustavsen, for å hjelpe meg med å finne prosjekter til case-studiet, personer jeg kunne kontakte og ikke minst for gode innspill i prosessen. Jeg vil også takke alle som har stilt tiden sin til rådighet og deltatt som informanter. Uten deres bidrag ville ikke denne oppgaven vært mulig. Prosjektledelsen på Hønefoss Sør fortjener i den anledning en ekstra takk for å ta seg tid til å svare på alle spørsmålene jeg har hatt underveis og latt meg få ta del i arbeidshverdagen deres med den største selvfølgelighet.

Avslutningsvis vil jeg takke veilederen min Olav Torp, ved Institutt for bygg og miljøteknikk NTNU, for god veiledning og mange nyttige innspill i prosessen.

Trondheim, 08.06.2018



Anniken Møller

Sammendrag

Bakgrunnen for oppgaven er at produktiviteten i byggebransjen lenge har hatt rykte på seg for å være fallende. Det har derfor vært mye fokus på produktivitet og hvordan man kan øke denne. Likevel betyr ikke nødvendigvis lav produktivitet at et prosjekt har lav prestasjon. Produktiviteten inngår bare som en del av et prosjekts prestasjon, så ved å utelukkende fokusere på produktiviteten risikerer man å ikke se det totale bildet. Digitale hjelpemidler har gjort sitt inntog i byggebransjen, og har potensialet til å effektivisere prosesser og arbeidsmetoder dersom de blir implementert riktig.

Oppgaven er utarbeidet i samarbeid med HENT. Hensikten med oppgaven er å undersøke hvilke prestasjonsindikatorer som måles i utførelsesfasen for å evaluere et prosjekt og undersøke om digitale hjelpemidler kan benyttes for å effektivisere og forbedre hvordan målingene utføres. I denne sammenhengen er det utført et case-studie av prosjektene Lilleaker Vest og Hønefoss Sør. Prosjektene har ulik tilnærming til utførelsesfasen. Det ene, Hønefoss Sør, benytter tradisjonelle metoder og det andre, Lilleaker Vest, er et pilotprosjekt for HENT med bruk av BIM. Problemstillingen er søkt besvart gjennom et case-studie hvor metodene observasjon, intervju og dokumentstudier har blitt benyttet for datagenerering. Første steget i arbeidet var å gjennomføre en litteraturstudie, hvor fokuset var å finne tidligere forskning på prestasjonsindikatorer og digitale hjelpemidler. Deretter ble det gjennomført fokuserte intervju med nøkkelpersoner på de to prosjektene, og dokumentstudier på hvilke prosedyrer og metoder som allerede benyttes i HENT. Parallelt med dette ble det gjort kontinuerlige observasjoner av daglig drift på prosjektet Hønefoss Sør.

Det finnes mye litteratur om prestasjonsmålinger og det har blitt utviklet flere rammeverk for å utføre prestasjonsmålinger. Det eksisterer flere forskjellige meninger om hvilke indikatorer som bør måles for å evaluere et prosjekts prestasjon. Hvilke indikatorer man skal benytte for å evaluere et prosjekts prestasjon avhenger av hvilke mål som er satt og fra hvilket perspektiv man skal måle. Gjennom litteraturstudiet ble det identifisert hvilke prestasjonsindikatorer som bør måles for å evaluere et prosjekt i utførelsesfasen. Litteraturstudiet avdekket en god del litteratur om BIM, men i mindre grad om andre digitale hjelpemidler. BIM er en forholdsvis ny tilnærming spesielt tilpasset byggebransjen og det er derfor naturlig at det er nettopp BIM som genererer flest treff.

Funn fra case-studiet viser at HENT måler på fremdrift, økonomi, arbeidsproduktivitet, kvalitet, HMS og kundetilfredshet i større eller mindre grad. Flere av disse indikatorene måles allerede ved hjelp av digitale hjelpemidler, og enkelte av systemene kommuniserer med hverandre. Samtidig viser casestudiet at det er ubenyttet potensial for informasjonsdeling og forenkling der HENT kan ha enda større nytte av digitale hjelpemidler. Registreringen av avvik på HMS og kvalitet registreres allerede digitalt, og resultatene benyttes til å generere statistikk på bedriftsnivå. Fremdriftsmålingene som gjøres er tidkrevende og har derfor et effektiviseringspotensial. Dette kan gjøres ved å enten benytte BIM eller HENTs egenutviklede Digital kontrollplan. For at digitale hjelpemidler skal lønne seg å bruke til målinger, må nytten overstige kostanden for å implementere disse, man må derfor finne den rette balansen mellom tidsbruk og forventet resultat.

Det er viktig å være oppmerksom på at innføring av nye systemer og metoder ofte kan møte motstand i organisasjonen. For å få innført nye systemer på en god måte er det viktig at det kommuniseres tydelig i forkant og at nytteverdien for de som rent praktisk skal benytte systemene kommer tydelig fram. Opplæringskostnaden er må medtas i kost/nytteregnestykket i tillegg til tidsbruken og kostnaden den medfører i praktisk bruk.

Summary

The background for this thesis is that the productivity in the Norwegian construction business has considered to be decreasing for quite some time. Therefore, there has been focused heavily on productivity and made considerable efforts to increase it. However, low productivity does not equal low performance. Productivity is merely one of several indicators to a projects performance, and a single-minded focus on productivity may cause that one misses the total picture. Digital aids have made their entrance into the construction business and has the potential to make processes and working methods more efficient, given that they are implemented correctly.

The thesis has been written in cooperation with HENT. The intention with this thesis is to research which indicators on performance that is measured in the construction phase to evaluate a project and see if digital aids can be used to improve or increase the efficiency of how the measurements are made. In this context a case study of the two projects Lilleaker Vest and Hønefoss Sør was made. The projects have different approaches to the construction phase. Hønefoss Sør has a more traditional approach, and Lilleaker Vest is a pilot project for HENT in use of BIM. To answer the questions a case study where the methods observation, interviews and document studies has been used to generate data. The first step in the process was to gather previous research on the subject through a literature review. Then focused interviews with key persons in the two projects and document studies on HENTs existing procedures and methods where done. Parallel to this continuous observations of the daily work on the project Hønefoss Sør was made.

There is a considerable amount of literature regarding performance measurements and several frameworks for measuring performance has been suggested. There are several opinions on which indicators one should use to evaluate a projects performance. What indicators one should use to evaluate a projects performance depends heavily on what targets or goals the project has and from which perspective one wishes to measure. Through the literature review the performance indicators that should be used to evaluate a project in the execution phase was identified. The literature review yielded a wide range of literature on BIM, but somewhat less on other digital aids. BIM is a rather innovative approach, especially adapted to the construction industry and therefore it is natural that BIM generates the most hits.

The case study reveals that HENT measures progress, economy, labour productivity, quality, HSE and customer satisfaction to some extent in all projects. The intensity of the measurements may vary. Several of these indicators is already being measured with assistance of digital aids, and some of the systems are already communicating. Nevertheless, does the case study show that there is unexploited potential information sharing and simplification where HENT may have even greater benefit from digital aids. The registration of deviations in HSE and quality is already digitalized, and the results used to generate statistics on a company level. The measurements of progress that is being done are time consuming and therefore has potential for improvement. This can be achieved either by utilize BIM or HENTs self-developed tool «Digital kontrollplan». In order for digital aids to be profitable in measurements, the benefit must exceed the cost of implementation. For this reason, it is imperative to find the correct balance between time spend implementing and the expected result.

It is important to note that implementation of new systems and methods often will be met with resistance within the organisation. In order to implement new systems in an successful manner the communication ahead where the benefits for those who will be using the systems in their daily labour is clearly communicated. The cost of training must, in addition, to the cost and time of practical use, must be included in the cost/benefit consideration when new systems are implemented.

Innholdsfortegnelse

Forord.....	I
Sammendrag.....	III
Summary.....	V
Innholdsfortegnelse.....	VII
Figurliste.....	X
Tabelliste.....	X
1 Innledning.....	1
1.1 Bakgrunn.....	1
1.2 Formål og problemstilling.....	2
1.3 Avgrensninger.....	3
1.4 Rapportens oppbygging.....	3
1.5 Deklarasjon.....	4
2 Metode.....	5
2.1 Forskningsmetode.....	5
2.2 Anvendt metode.....	6
2.3 Litteratursøk.....	8
2.4 Casestudie.....	11
2.4.1 Observasjon.....	12
2.4.2 Intervju.....	14
2.4.3 Dokumentstudier.....	16
2.5 Reliabilitet og validitet.....	17
2.6 Feilkilder.....	19
3 Teori.....	21
3.1 Byggenæringen i dag.....	21
3.2 Begrepsavklaringer.....	23
3.2.1 Prestasjon.....	23
3.2.2 Produktivitet.....	23
3.2.3 Lønnsomhet og produktivitet.....	25
3.2.4 Effektivitet.....	25

3.3	Prestasjonsmålinger	26
3.3.1	Prestasjonsindikatorer	28
3.3.2	Hvorfor måle	29
3.4	Måling av prestasjonsindikatorer.....	30
3.4.1	Produktivitet	30
3.4.2	Arbeidsproduktivitet.....	31
3.4.3	Fremdrift.....	33
3.4.4	Kvalitet	33
3.4.5	Helse, miljø og sikkerhet.....	35
3.4.6	Økonomi.....	36
3.4.7	Kundetilfredshet	37
3.5	Digitale hjelpemidler	38
3.5.1	Digitalisering i byggenæringen i dag	38
3.5.2	BIM (Building Information Modeling)	38
4	Resultater.....	42
4.1	Om HENT.....	42
4.1.1	Organisasjon.....	42
4.1.2	Trimmet gjennomføring	44
4.1.3	Visuell styring	44
4.1.4	Hønefoss sør 1-7.....	45
4.1.5	Lilleaker Vest	46
4.2	Måling av prestasjonsindikatorer.....	46
4.2.1	Arbeidsproduktivitet.....	47
4.2.2	Fremdrift.....	47
4.2.3	Kvalitet	49
4.2.4	Økonomi.....	50
4.2.5	Helse, miljø og sikkerhet.....	50
4.2.6	Kundetilfredshet	51
4.2.7	Hvorfor måle - fordeler og ulemper	51
4.3	Digitale hjelpemidler i HENT	53
4.3.1	BIM	53
4.3.2	Digital kontrollplan	55
4.3.3	Avviksloggen	56
4.3.4	Kan digitale hjelpemidler forbedre og effektivisere hvordan prestasjon måles?57	
5	Diskusjon.....	59

5.1	Innledning.....	59
5.2	Indikatorer som måles	60
5.2.1	Helse, miljø og sikkerhet (HMS)	61
5.2.2	Kvalitet	62
5.2.3	Økonomi.....	65
5.2.4	Arbeidsproduktivitet.....	66
5.2.5	Kundetilfredshet	68
5.2.6	Fremdrift.....	69
5.3	Hvorfor måle prestasjon	72
5.4	Digitale hjelpemidler og målinger	74
5.5	Hvordan kan digitale hjelpemidler forbedre målemetodene?.....	77
5.5.1	Digital kontrollplan	79
5.5.2	Building Information Modeling (BIM)	81
6	Konklusjon	83
6.1	Anbefalinger	85
6.1.1	HMS	85
6.1.2	Kvalitet	85
6.1.3	Økonomi.....	86
6.1.4	Kundetilfredshet	86
6.1.5	Arbeidsproduktivitet.....	87
6.1.6	Fremdrift.....	87
6.1.7	Digitale hjelpemidler.....	88
6.2	Videre arbeid	89
7	Referanser.....	90
8	Vedlegg	97

Figurliste

Figur 1 (Sander, 2017)	17
Figur 2: Utviklingen av arbeidsproduktivitet fra år 2000 til 2016	22
Figur 3: Organisasjon HENT; Tett bygg og innredning	43
Figur 4: Visuell styring	45
Figur 5: Hønefoss Sør. Kilde: (HENT AS, u.d.)	45
Figur 6 Lilleaker Vest. Kilde: (HENT AS, u.d.)	46
Figur 7 Eksempel på status armering i prosjekt (HENT AS)	54

Tabelliste

Tabell 1: Kvalitative vs kvantitative metoder (Olsson, 2014) (Tjora, 2013)	6
Tabell 2: Forskningsstrategi	7
Tabell 3: Søkord	8
Tabell 4: Søkemotorer	9
Tabell 5: Søkeresultater	10

1 Innledning

Dette kapittelet presenterer bakgrunnen for valg av oppgave og problemstillingen som skal besvares. Her blir også omfang og avgrensninger presentert samt en oversikt over rapportens oppbygning før kapittelet avrundes med en deklarasjon.

1.1 Bakgrunn

Prestasjonsmålinger er et tema som ofte blir diskutert men sjelden definert (Neely, Gregory, & Platts, 1995). I de siste 15 årene har prestasjonsmålinger vært gjenstand for mye forskning, Bassioni et al. (2004) forklarer dette med at prestasjonsmålinger har blitt en nødvendighet for en virksomhets suksess i en tid med globalisering og økt konkurranse (Bassioni, Asce, Price, Hassan, & Asce, 2004). Fokuset på prestasjonsmålinger har tidligere vært størst i industrien, men har i de senere årene blitt et mer aktuelt tema også i byggebransjen. Bransjen har lenge blitt kritisert for å underprestere (Kagioglou, Cooper, & Aouad, 2001), forskere har identifisert flere forbedringsområder og understreket behovet for prestasjonsmålinger (Egan, 1998). I Norge har bygg- og anleggsnæringen fått et rykte på seg for å ikke ha hatt en tilfredsstillende utvikling, noe som har ført til at det har blitt stilt spørsmål om ressursene utnyttes tilstrekkelig og effektiv nok (SINTEF, 2015).

Produktivitet er et omdiskutert tema for alle næringer. I 2014 ble Produktivitetskommissjonen opprettet av regjeringen for å kartlegge årsakene til svak produktivitsvekst og fremme konkrete forslag slik at norsk økonomi opplever vekst og økt produktivitet (Produktivitskommissjonen, u.d.). Det har lenge vært en utbredt oppfatning at produktiviteten i byggenæringen har vært avtagende (Langlo J. , Bakken, Karud, Malm, & Andersen, 2013). I et FoU-prosjekt i regi av SINTEF ble det slått fast at bransjen har et stort forbedringspotensial. 122 utvalgte boligblokkprosjekter ble analysert og det viste seg at gjennomsnittet hadde en effektivitet på 79 % av beste praksis. En forbedring på 1 % utgjør en besparelse på 2 milliarder kroner årlig (Ingvaldsen & Edvardsen, 2007). Med bakgrunn i dette framgår det med all mulig tydelighet at det er store summer å spare på å ta produktivitet på alvor. Et ensidig fokus på produktiviteten alene kan derimot være uheldig, da høy produktivitet kan være på bekostning av for eksempel kvaliteten, økonomien eller sikkerheten i et prosjekt. Det bør derfor i tillegg til å måle produktivitet, måles på flere indikatorer, som kvalitet, sikkerhet og kundens tilfredshet.

Ved å gjøre prestasjonsmålinger kan man oppdage symptomer tidlig og sette inn aksjoner før det går galt og slik sett sikre flyten i produksjonen. Det er ingen hemmelighet at prestasjonsmålinger kan være tidkrevende og kompliserte, og dermed er det en risiko for at det tar mer tid for prosjektledelsen enn det er lønnsomt. Grunnen til at man skal måle legger i stor grad føring for hvordan og ikke minst hva man skal måle. Hva skal resultatet brukes til bør være et sentralt spørsmål når man skal velge hvilke indikatorer man skal måle på. Det er ingen grunn til å gjennomføre målinger eller andre arbeidsoppgaver for den del, uten at det ligger en hensikt bak. Målinger og kontroller tar en så vidt stor del av prosjektledelsens tid at verktøy for å effektivisere dette representerer en mulighet for store besparelser. Det må derfor undersøkes om utførelsen av prestasjonsmålinger kan effektiviseres ved å ta i bruk digitale hjelpemidler og om det i det hele tatt er verdt det fra et kost/nytte ståsted.

Det er stort fokus på teknologi og digitale løsninger i bygg og anlegg i dag. BIM (Building Information Modeling) er kort sagt digitale modeller av et bygg og programvaren blir stadig mer vanlig i byggebransjen i dag. Tidligere har plattformen vært mest benyttet i prosjekteringsfasen, men i de senere årene er den også blitt tatt i bruk i produksjonsfasen ute på byggeplass. Det er interessant å undersøke om BIM eller andre digitale hjelpemidler kan benyttes for å effektivisere eller automatisere hvordan man gjør målinger i dag.

1.2 Formål og problemstilling

Det overordnede målet med oppgaven er å finne metoder for å effektivisere og forbedre byggebransjen. Tanken bak denne oppgaven er å se om det er mulig å effektivisere hvordan prestasjonsmålinger blir utført ved å benytte digitale hjelpemidler. Det er mye fokus hvordan produksjonen kan effektiviseres og denne oppgaven ser på hvordan prosjektledelsens oppgaver kan forenkles. Oppgaven undersøker hvilke indikatorer som blir målt i utførelsesfasen og hvorfor akkurat disse indikatorene er interessante å måle. Deretter følger vurderingen om hvordan disse kan effektiviseres ved å benytte digitale hjelpemidler.

Problemstillingen for masteroppgaven er følgende: *Hvordan kan digitale hjelpemidler benyttes til å måle indikatorer på prestasjon i utførelsesfasen?*

For å besvare problemstillingen er det utarbeidet fire forskningsspørsmål som oppgaven skal forsøke å besvare:

1. Hvilke indikatorer brukes for å måle/evaluere prestasjonen i et prosjekt og hvordan måles disse?
2. Hvorfor måle og evaluere et prosjekts prestasjon?
3. Hvordan kan digitale hjelpemidler forbedre og effektivisere hvordan prestasjonsindikatorer måles i dag?
4. Hva er fordelene og ulempene med å benytte digitale hjelpemidler til prestasjonsmålinger?

1.3 Avgrensninger

I utgangspunktet er prestasjonsmålinger og digitale hjelpemidler et svært stort tema med mange forskjellige områder man kunne studert nærmere. Grunnet temaets størrelse og oppgavens tidsbegrensning må det gjøres noen avgrensninger. Oppgaven er avgrenset til å se på målinger av prestasjonsindikatorer, på prosjektnivå i utførelsesfasen. Det er også avgrenset til å se på målinger for prosjektet som en helhet, ikke for spesifikke arbeidsoperasjoner eller fag. Begrepet digitale hjelpemidler er i utgangspunktet ganske stort, men i denne oppgaven er det avgrenset til å se på hvilke digitale hjelpemidler som benyttes i en organisasjon og som har potensialet til å bli benyttet til å utføre målinger.

1.4 Rapportens oppbygging

Rapportens struktur følger følgende oppsett:

Innledning I innledningen introduseres temaet rapporten dekker. Her blir bakgrunnen for oppgaven beskrevet samt at problemstilling og avgrensninger presenteres.

Metode Metodekapittelet forklarer hva som er gjort i studien og hvordan den er utført. Studiens reliabilitet og validitet samt feilkilder presenteres også her. Hensikten med metodebeskrivelsen er å gi leseren mulighet til å vurdere grunnlaget for konklusjonene, for at andre skal kunne videreføre arbeidet og for å gi en kvalitetssikring av eget arbeid.

Teori	Teorikapittelet presenterer et teoretisk rammeverk for oppgaven. Kapittelet presenterer en oversikt over hva andre har funnet ut om temaet tidligere i tillegg til en beskrivelse av terminologi og begreper.
Resultat	I dette kapittelet presenteres resultatene fra utførte studier uten kommentarer og tolkninger fra forfatteren.
Diskusjon	I diskusjonskapittelet diskuteres resultatene fra studiene med utgangspunkt i funnene fra litteraturstudiet. Hensikten er å se egne resultater i sammenheng med eksisterende litteratur.
Konklusjon	I konklusjonen besvares forskningsspørsmålene som ble presentert i innledningen. Her beskrives også forslag til videre arbeid og anbefalinger.

1.5 Deklarasjon

Innholdet i denne rapporten er undertegnedes egne vurderinger av informasjon oppgitt og samlet fra HENTs medarbeidere og interne dokumenter. Informasjonen som fremkommer i denne rapporten er derfor undertegnedes ansvar, inkludert eventuelle misforståelser og feiltolkninger. HENT som virksomhet og enkeltmedarbeidere kan derfor ikke holdes ansvarlig for innholdet i rapporten selv om at de utgjør store deler av kildegrunnet.

2 Metode

Dette kapitlet beskriver metoden som er anvendt for å besvare forskningsspørsmålene. Kapitlet starter med en introduksjon av ulike forskningsmetoder før anvendt metode blir nærmere beskrevet. Avslutningsvis diskuteres validiteten og reliabiliteten til datainnsamlingen samt presentasjon av mulige feilkilder. Metodekapitlet er inkludert i rapporten for å dokumentere hvordan data er ervervet og for at det i størst mulig grad skal være etterprøvbart.

2.1 Forskningsmetode

Store norske leksikon definerer forskningsmetode som *den fremgangsmåten som benyttes i vitenskapelig forskning* (Store norske leksikon, 2015). Det skilles vanligvis mellom kvalitativ og kvantitativ metode, selv om disse kan kombineres. Kvantitativ metode tar utgangspunkt i tall og det som er målbart, mens kvalitativ metode er basert på muntlig eller tekstlig informasjon. Ofte er kvantitative metoder basert på få opplysninger om mange objekter, mens kvalitative metoder er konsentrert om få objekter og mange opplysninger om disse (Olsson, 2014). Tjora (2013) presenterer en generell karakteristik av de to metodene - kvalitative metoder fremhever innsikt mens kvantitative fremmer oversikt (Tjora, 2013).

Ved bruk av kvantitative metoder kan man ofte forklare andre aspekter ved det samme fenomenet enn dem man kan forstå ved kvalitative metoder. Man stiller ofte spørsmålene annerledes eller stiller andre spørsmål når man forsker kvantitativt enn når man forsker kvalitativt. Kvantitativ forskning tar ofte utgangspunkt i en eller flere hypoteser som søkes bekreftet eller avkreftet. Disse hypotesene er som regel utledet fra teori og tidligere forskning (Tjora, 2013). Kvalitativ tilnærming til forskning er en metode hvor det ikke er behov for en hypotese for å undersøke et fenomen (Holme, Solvang, Fløistad, Kjeldstadli, & O'Gorman, 1997). For å definere interessante problemstillinger innen kvalitativ forskning, tas det ofte utgangspunkt i en eller flere teoretiske tradisjoner innenfor et gitt fagfelt (Tjora, 2013). Tabell 1 oppsummerer de viktigste forskjellene mellom kvalitativ og kvantitativ metode.

Kvalitative metoder	Kvantitative metoder
Utfordrende med etterprøvnbarhet	Høy grad av etterprøvnbarhet
Få studieobjekter og mange opplysninger	Få opplysninger om mange objekter
Muntlig eller tekstlig informasjon	Målbar og tallfestet informasjon
Stor vekt på relevans	Stor vekt på presisjon
Søker forståelse	Søker forklaring

Tabell 1: Kvalitative vs kvantitative metoder (Olsson, 2014) (Tjora, 2013)

2.2 Anvendt metode

Valg av metode er avhengig av hva man vil finne ut. Det ble gjort en vurdering av hvilke metoder som var mest hensiktsmessig å benytte for å besvare problemstillingen og forskningsspørsmålene i denne oppgaven. For denne oppgaven er det ikke nødvendig med en hypotese for å besvare problemstillingen. Hensikten med oppgaven er å få innsikt i hvordan en organisasjon måler og evaluerer prestasjon og deretter undersøke om digitale hjelpemidler kan effektivisere og forbedre metoden. Dette ville vært vanskelig å få til med en kvantitativ tilnærming. På bakgrunn av dette ble det besluttet å benytte kvalitativ metode.

Det er gjennomført et litteratursøk som legger grunnlaget for teorikapittelet i oppgaven. Litteratursøket ble gjennomført i den innledende fasen av prosjektet og resultatet benyttes til å vurdere oppgavens funn opp mot gjeldende forskning om temaet. Videre er det gjennomført et casestudie med to objekter, hvor datagenereringen har blitt gjort ved observasjoner, intervju av nøkkelpersoner i prosjektene i tillegg til dokumentstudier. Organisasjonen som er gjenstand for studiet er HENT AS og prosjektene er Hønefoss Sør og Lilleaker vest.

For å kvalitetssikre resultatene ble det besluttet å både gjennomføre et litteratursøk, intervjuer, observasjon og dokumentgjennomgang. Det ble også et naturlig valg da det rett og slett ble gitt muligheten til å gjennomføre alle. Masteroppgaven ble skrevet på et anleggskontor og det ble gitt tilgang til relevante, interne dokumenter og systemer. Ved å triangulere kan man sikre at informasjonen som kommer frem i for eksempel intervjuene stemmer overens med interne rutiner og ved å observere ser man hva folk gjør, ikke bare hva de sier de skal gjøre.

Et litteratursøk er nødvendig for å kunne knytte funnene opp mot relevant litteratur og forskning på temaet. I tabell 2 presenteres hvilke metoder som er benyttet for å besvare forskningsspørsmålene.

Forskningsstrategi		
Forskningsspørsmål	Metode	Kommentar
1. Hvilke indikatorer brukes for å måle/evaluere prestasjonen i et prosjekt og hvordan måles disse?	Litteraturstudie, Case-studie	Finne ut hva litteraturen sier om prestasjonsmålinger på prosjektnivå. Intervju med seks informanter,
2. Er det person- eller prosjektavhengig hva som måles og hvordan målingene utføres?	Case-studie	For å besvare dette forskningsspørsmålet er det kun hensiktsmessig å benytte case-studier, da dette vil variere fra organisasjon til organisasjon.
3. Hvorfor måle og evaluere et prosjekts prestasjon?	Litteraturstudie, case-studie	Fremskaffe teori fra litteraturstudie. Undersøke hva informantene mener om prestasjon og målinger i et prosjekt.
4. Hvordan kan digitale hjelpemidler forbedre og effektivisere hvordan prestasjonsindikatorer måles i dag?	Litteraturstudie, case-studie	Finne teori om digitale hjelpemidler i byggebransjen. Uformelle samtaler med en BIM-koordinator og en BIM-tekniker. Undersøke hva intervjuobjektene tenker om digitale hjelpemidler og målinger.
5. Hva er fordelene og ulempene med å benytte digitale hjelpemidler til prestasjonsmålinger?	Litteraturstudie, case-studie	Benytte tidligere forskning til å identifisere hvilke fordeler og ulemper andre organisasjoner har opplevd ved å benytte digitale hjelpemidler. Uformelle samtaler og intervjuer for å finne ut hvilke fordeler og ulemper informantene og andre sentrale personer ser ved å benytte digitale hjelpemidler til målinger.

Tabell 2: Forskningsstrategi

2.3 Litteratursøk

For å finne relevant forskning og litteratur om temaet er det gjennomført et litteratursøk. Hensikten med litteratursøket er å belyse hvilken forskning som allerede er gjort på temaet og dermed sette studien i kontekst. Som bakgrunn for søket ble det deltatt på Universitetsbibliotekets litteratursøkekurs høsten 2017. Litteratursøket startet med å utarbeide en liste av aktuelle søkeord basert på problemstillingen, inkludert synonymer og lignende begreper. Det medførte i første omgang å finne litteratur om prestasjonsmålinger og digitale hjelpemidler i byggebransjen.

Aktuelle søkeord ble funnet i flere prosesser. Det første som ble gjort var å sette opp et tankekart for å få oversikt over temaet og problemstillingen. Deretter ble relevante ord sett nærmere på, dette innebar å finne synonymer, de riktige fagtermene og den engelske/norske oversettelsen. Videre ble listen supplert med sentrale stikkord fra artikler som allerede var funnet relevante. Listen av søkeord kan sees i tabell 3.

Søkeord			
Norsk	Engelsk	Synonym	
		Norsk	Engelsk
Prestasjon	Performance	Oppnåelse	Achievement
Produktivitet	Productivity	Prestasjon, effektivitet	Performance, effectiveness
Digitale hjelpemidler	Digital aids	Digitale verktøy	Digital tools
BIM	BIM	-	-
Prestasjonsindikatorer	Performance indicators	-	-
Fremdrift	Progress	Progresjon	Progression
Teknologi	Technology	Digitalisering	Digitization
Målinger	Measurements	Observasjoner	Observations

Tabell 3: Søkeord

Selve litteratursøket ble i all hovedsak gjennomført i Universitetsbibliotekets søketjeneste Oria, i tillegg til et utvalg vitenskapelige databaser. Hvilke databaser som ble benyttet kan sees i tabell 4. Ved å benytte vitenskapelige fagdatabaser sikrer man at litteraturen man finner er kvalitetssikret gjennom fagfelleevaluering.

Søkemotorer	
Database	Beskrivelse
Oria	Oria er Universitetsbibliotekets søketjeneste. Søketjenesten er en portal til bibliotekets samlede materiale, både trykte og elektroniske. Dette innebærer bøker, artikler, doktoravhandlinger, masteroppgaver med mer (Bibsys, u.d.).
Ei Compendex	Ei Compendex er levert av Elsevier og er den største litteraturdatabasen for <i>engineering</i> i verden (Elsevier, u.d.). Databasen har over 20 millioner poster fra 77 land.
Science Direct	Science Direct er også levert av Elsevier og er deres ledende plattform innen fagfellevurdert vitenskapelig litteratur (Elsevier, u.d.). Plattformen inneholder både vitenskapelig, teknisk og medisinsk forskning.
Google scholar	Søkemotoren er Googles søkemotor for akademisk litteratur (Google Scholar, u.d.). Denne søkemotoren gir flest treff, men er ikke begrenset til vitenskapelig litteratur. Det er derfor viktig å være kritisk når man benytter denne. Google Scholar viser antall siteringer, men dette er ikke helt nøyaktig da samme sitering kan telles med flere ganger dersom artikkelen er publisert flere plasser. Søkemotoren ble i hovedsak benyttet for å finne artikler som ikke ble funnet i de øvrige databasene når man hadde hele tittelen.

Tabell 4: Søkemotorer

I tillegg til søkeordene ble det benyttet ulike søkeparametere for å avgrense og spesifisere søket. Dette innebar i all hovedsak frasesøk, trunkering og kombinasjonssøking/boolsk søketeknikk. Frasesøk innebærer å benytte anførselstegn rundt søkeordene for å få treff på kombinasjonen, trunkering er å legge til et trunkeringstegn etter en del av ordet for å søke på ord med ulike endelser mens boolsk søketeknikk er å benytte boolske operatører mellom ordene for å begrense eller utvide søket. De vanligste boolske operatorene er AND, OR og NOT (NTNU, u.d.). Et utvalg av søkeresultatene kan sees i tabell 5.

Søkeresultater				
Søkeord	Antall treff			
	Oria	Compendex	Science direct	Google Scholar
Productivity in construction	529 615	132 320	96 009	2 420 000
Performance in construction	4 659 160	453 142	539 943	4 610 000
Technology in construction	2 951 715	401 400	583 348	4 280 000
Performance measurements AND construction	380 282	97 393	255 787	3 250 000
Performance measurements AND technology	1 108 188	453 682	742 447	4 300 000
Digitization in construction	20 950	88514	25 154	90 900

Tabell 5: Søkeresultater

Det er umulig å lese all litteratur som eksisterer om temaet. Det ble derfor utarbeidet noen punkter i for å velge ut litteratur og raskt evaluere relevansen. Relevant litteratur ble plukket ut ved hjelp av en vurdering av følgende punkter, i tillegg til å se på hvor dokumentet er publisert, på strukturen og om metoden er etterprøvnbar.

- | | | |
|--------------|----------------------|--------------------|
| 1. Tittel | 4. Type | 7. Sammendrag |
| 2. Forfatter | 5. Antall siteringer | 8. Konklusjon |
| 3. Alder | 6. Nøkkelord | 9. Litteraturliste |

Litteraturen ble deretter evaluert med utgangspunkt i TONE-prinsippet som ble presentert på Universitetsbibliotekets litteratursøkekurs. TONE står for *Troverdighet*, *Objektivitet*, *Nøyaktighet* og *Egnethet*. Kildelisten til relevante artikler ble også benyttet for å finne flere aktuelle artikler.

2.4 Casestudie

I denne oppgaven er det valgt å utføre dybdestudier på to prosjekter i HENT for å besvare problemstillingen. I et casestudie undersøkes et studieobjekt eller et fåtall utvalgte studieobjekter basert på flere ulike datakilder. Målet med casestudier er å gi innsikt og forståelse ved hjelp av flere typer informasjon, spesielt kvalitative data men det kan også være aktuelt å inkludere kvantitative data (Olsson, 2014).

Et casestudie er en undersøkelse der man undersøker et pågående fenomen i dets virkelige kontekst. Dette er særlig relevant når grensesnittet mellom konteksten og selve fenomenet vanskelig kan defineres (Yin, 1994). For tilfellet prestasjonsmålinger i bygg og anlegg og hvordan digitale hjelpemidler kan effektivisere prosessen er det særdeles viktig at det ikke skilles mellom fenomen "prestasjonsmålinger, digitale hjelpemidler, effektivisering" og kontekst "i utførende del av bygg- og anleggsbransjen". Spesielt fordi svært mye av litteraturen om temaet er skrevet med tradisjonell industriproduksjon som forskningsobjekt er det viktig å ikke gå glipp av konteksten. Det er ikke det samme å produsere et seriebasert produkt under kontrollerte forhold som det å bygge komplekse bygninger under alle slags værforhold og varierende arbeidsforhold.

Dette studiet søker å beskrive prestasjonsmålinger i utførende fase av et bygg- og anleggsprosjekt samt hvordan digitale hjelpemidler kan effektivisere byggeprosessen. Dette er fenomen som ikke lar seg beskrive ensidig kvantitativt eller kvalitativt. Det er derfor valgt å kjøre et utforskende casestudie der flere kilder til informasjon undersøkes. Et utforskende casestudie benyttes der man knytter flere biter informasjon, innhentet på flere ulike måter, sammen for å beskrive og forklare en hendelse eller et fenomen. Dette kan gjøres gjennom, for eksempel, å gjøre både kvantitative og kvalitative målinger på den samme hendelsen. Denne formen for studie er relevant å gjennomføre når det ikke er tilstrekkelig å kun beskrive en del av fenomenet eller hendelsen for å forstå helheten (Yin, 1994). På denne måten kan innsamlet data trianguleres for å finne årsak/korrekt handlemåte/styrker/svakheter/mangler ved eksisterende rammeverk. Casestudiet nyttiggjør tidligere utviklede metoder innen datainnsamling og analyse slik at man kan undersøke komplekse sammenhenger og situasjoner. Fordi prestasjonsmålinger og digitale hjelpemidler er temaer som vanskelig lar

seg belyse kun ved hjelp av enkelte datapunkter eller målinger, men som bør ha minimum et element av vurdering eller andre observasjoner for å støtte de kvantitative funnene.

I denne studien har to prosjekter blitt valgt ut som gjenstand for case-studiet for å besvare problemstillingen. Disse er:

Hønefoss Sør 1-7

Prosjektet Hønefoss Sør 1-7 er en nybygd barneskole på 8900 kvadratmeter som ble startet 2016 og ferdigstilles sommeren 2018. I perioden masteroppgaven ble skrevet var prosjektet i innredningsfasen.

Lilleaker Vest

Lilleaker Vest er et boligprosjekt med 208 leiligheter fordelt på syv bygg, på totalt 31.000 kvadratmeter. Prosjektet startet i 2017 og ferdigstilles i løpet av 2020. Mens rapporten ble skrevet var prosjektet i råbyggfasen med betong og armeringsarbeider.

Prosjektene har ulik tilnærming til utførelsen, Hønefoss Sør benytter tradisjonelle metoder for å gjennomføre prosjektet, mens Lilleaker Vest er et pilotprosjekt som benytter BIM og har tegningsløs armering. Det er derfor interessant å sammenligne disse, slik at man får belyst temaet fra ulike vinkler. Prosjektene kan leses mer om i resultatet i kapittel 4.1.

2.4.1 Observasjon

Det ble tidlig i prosessen benyttet observasjon for å søke inspirasjon til valg av problemstilling for masteroppgaven. Dette gikk ut på å være på byggeplass og følge prosjektledelsen i deres daglige gjøremål. En av tankene bak observasjon er å studere hva folk faktisk gjør, ikke bare hva de sier de gjør. I dette tilfellet har det blant annet vært interessant å se på hvordan praksisen med å utføre målinger er på de ulike prosjektene og i hvilken grad oppfølgingen skjer.

Det er ulike roller en kan innta som observatør. Ved valg av observatørrolle er det viktig å finne en rolle som er legitim på den plassen man ønsker å observere (Tjora, 2013). I dette tilfellet var åpen observasjon det mest hensiktsmessige og rollen som tidvis observerende deltaker og deltakende observatør naturlig. Ved å benytte deltakende observasjon får man en annen nærhet

til temaet enn ved å kun benytte intervju. Deltakende observasjon innebærer å involvere seg i aktivitetene som blir observert og spørre og snakke om temaet. I stor grad ligner og overlapper mye av dette intervjuet (Melvær, 2014). Det er viktig å føre feltnotater underveis og ta seg tid etter observasjonen til å skrive ned erfaringer man har gjort seg.

Undertegnede hadde kontor plass på anleggskontoret på prosjektet Hønefoss Sør. Observasjoner ble da en naturlig del av hverdagen i skriveprosessen. Ved å være en del av hverdagen til objektene ble det oppnådd en helt unik innsikt i deres arbeidshverdag og hvordan deres handlingsmønster er. På prosjektet *Hønefoss Sør 1-7* ble det jevnlig gått befaringer på byggeplassen med prosjektlederen. Det ble også gått en befaring med anleggslederen i starten for å måle fremdriften på arbeidene til ukesrapporten. Deretter ble det observert mens anleggslederen utførte rapporteringen i programvaren Safran. Dette skjedde bare en gang for denne praksisen ble endret til at underentreprenørene rapporterer fremdriften selv til anleggslederen.

Det ble også gitt tilgang til å delta på flere møter for å gjøre observasjoner. På prosjektet Hønefoss Sør ble det deltatt på to styringsmøter, hvor anleggsledelsen rapporterte status i prosjektet til styringsgruppeleder, som er prosjektets nærmeste leder. Undertegnede fikk delta på et av de ukentlige driftsmøtene med underentreprenørene på prosjektet Hønefoss Sør, hvor blant annet status på fremdrift, kvalitet og HMS var tema. Det ble også deltatt på en vernerunde for å se hvordan de måler HMS-avvik. På prosjektet Lilleaker Vest fikk undertegnede delta på en erfaringsoverføring om BIM i produksjon til et prosjekt som skulle ta det i bruk. Her deltok BIM-teknikeren på prosjektet og to arbeidsledere.

Uformelle samtaler

I forbindelse med observasjon på byggeplassene ble det gjennomført uformelle samtaler med prosjektledere, anleggsledere, arbeidsledere, to BIM-teknikere, en kvalitetsleder, en HMS-koordinator og en prosjektingeniør. Disse samtalene ble utført på ulike stadier av skriveprosessen. I starten ble byggeplassbesøk og uformelle samtaler et virkemiddel for å bli kjent med firmaet og undersøke hvilke holdninger som eksisterer til prestasjonsmålinger og digitale hjelpemidler.

På prosjektet *Lilleaker Vest* ble det gitt en innføring i prosjektet og illustrert hvordan BIM benyttes i produksjon på armering og betong av prosjektlederen på prosjektet. Prosjektingeniøren illustrerte hvordan han benyttet blant annet BIM-modellen til å sammenligne mengder på betong og armering fra fakturaene. Det ble arrangert et møte med systemansvarlig for BIM i HENT og en BIM-tekniker for å lære mer om BIM i HENT og hvordan programvaren har blitt benyttet på byggeplass. Det ble også arrangert et møte med en kvalitetsleder som forklarte og viste programmet «Digital kontrollplan» som er et egenutviklet program av HENT som i dag benyttes til blant annet kvalitetssikring og som sikrer flyten i produksjonen. Mer om Digital kontrollplan kan leses i kapittel 4.3.2 og 5.5.1.

2.4.2 Intervju

Intervju er den mest utbredte datagenereringsmetoden innenfor kvalitativ forskning (Tjora, 2013). Det finnes flere forskjellige typer intervju, det kanskje mest populære er dybdeintervjuer eller også kalt semistrukturerte intervjuer. Semistrukturerte intervjuer bærer preg av å være en samtale mellom intervjuer og informant, og har som regel en halvfast struktur. Målet er å skape en avslappet stemning for en fri samtale som lar informanten reflektere og dele egne erfaringer og meninger rundt temaet. Det semistrukturerte intervjuet kan utformes på flere forskjellige måter, men i hovedsak går det gjennom tre faser – oppvarming, refleksjon og avrundning. Oppvarmingsspørsmålene er enkle og konkrete spørsmål, refleksjonsspørsmålene danner selve kjernen i intervjuet mens avrundingssspørsmålene gjerne leder oppmerksomheten bort fra refleksjonsspørsmålene og normaliserer situasjonen mellom informant og intervjuer. (Tjora, 2013). Som metode for datagenerering ble det besluttet å benytte fokuserte intervjuer, som er en kortere form for semistrukturerte intervjuer. Fokuserte intervjuer kan benyttes dersom temaet er sterkt avgrenset og det ikke er veldig følsomme eller vanskelige temaer som tas opp (Tjora, 2013). Et annet moment som talte for fokuserte intervjuer var informantenes kjennskap til temaet på forhånd. Det som likevel ble utslagsgivende for valg av intervjuform var disponibel tid. Arbeidshverdagen til en prosjektledelse i utførelsesfasen er ofte hektisk og med mange avbrytelser, derfor var det viktig at det ikke tok så lang tid å gjennomføre et intervju.

Intervjuobjekter

Ved rekruttering av intervjuobjekter må man velge informanter som kan uttale seg reflektert rundt det aktuelle temaet. Et slikt utvalg er strategisk utvalgt, i motsetning til i kvantitative

undersøkelser hvor informantene er tilfeldig utplukket for å representere en populasjon. Det ble valgt intervjuobjekter fra prosjektene i case-studiet. Det naturlige var å intervju personer som hadde som hadde ansvar for å utføre målinger og oppfølging i prosjektene. Det var også avhengig av hvem som hadde tid til å stille opp. Det ble totalt rekruttert syv informanter, tre fra prosjektet Lilleaker Vest og fire fra Hønefoss Sør. Dagen intervjuene skulle gjennomføres på Lilleaker Vest fikk prosjektet en stor betongleveranse, så en av informantene hadde ikke mulighet til å stille til intervju likevel. På prosjektet Hønefoss Sør var det enklere å gjennomføre intervjuene da det ikke var nødvendig å avtale tid på forhånd siden undertegnede hadde fast kontor plass på anleggskontoret. Slik sett var det veldig fleksibelt og intervjuene kunne gjennomføres når informantene hadde tid.

Intervjuguide

Det er hensiktsmessig å benytte en intervjuguide for å strukturere intervjuene. Spørsmålene kan enten være fullstendig utformet eller stikkordspreget (Tjora, 2013). I denne oppgaven ble det valgt å benytte fullstendig utformede spørsmål. Intervjuet startet med en kort serie med oppvarmingsspørsmål som gikk ut på hvilken og hvor lang erfaring de har i byggebransjen og gikk deretter inn på temaet for intervjuet: målinger og digitale hjelpemidler. Alle informantene var rekruttert på bakgrunn av at de har kjennskap til temaet, noe som gjorde det mulig å ha korte intervjuer som likevel var veldig informative.

Det ble stilt noen kontrollspørsmål (spørsmål 1 og 6) for å få en overgang til intervjuets refleksjonsdel. Spørsmålene 2-5 hadde som hensikt å få informantene til å redegjøre for hvordan og hvorfor de utfører målinger i dag og hva resultatene benyttes til. Deretter ble det lagt opp til at informantene skulle reflektere over hvordan digitale hjelpemidler kan forbedre og effektivisere hvordan målinger gjøres gjennom spørsmålene 7 og 8. Intervjuet ble avrundet med spørsmål 9, som ga en kort overgang til løsprat. Intervjuguiden kan sees i vedlegg A.

Gjennomføring av intervju

Intervjuene ble gjennomført på kontoret til informantene, da dette var mest praktisk for deres del. Intervjuguiden ble fulgt i alle intervjuene og det ble stilt oppfølgingsspørsmål i de tilfellene hvor det som ble sagt var uklart eller spesielt interessant. Til tross for at intervjuguiden ble fulgt

var det rom for at informantene kunne avspore og snakke om ting som ikke ble spurt om, men som de fant relevante for temaet.

På prosjektet Hønefoss Sør ble oppfølgingsspørsmål etter intervjuene ble spurt fortløpende. Temaet for masteroppgaven hadde allerede blitt diskutert ved flere anledninger, så det var forholdsvis kjent tema for de fleste. Undertegnede hadde vært på flere befaringer på prosjektet Lilleaker Vest så de var også kjent med oppgavens tema og dermed hva intervjuet dreide seg om. Det ble derfor gitt en kort introduksjon av temaet med forklaring av begrepene som det skulle bli spurt om. Intervjuene varte i alt fra tjue minutter til en og en halv time.

Behandling av informasjon fra intervjuene

Under alle intervjuene ble det ført notater fortløpende. Det ble også spurt om tillatelse til å ta lydopptak, noe som var greit for alle utenom en. Etter intervjuene ble lydopptakene gjennomgått og notatene supplert med de poengene som var av interesse. Det intervjuet som det ikke ble tatt opptak av ble det ført notater fortløpende, og disse ble renskrevet og supplert rett etter intervjuet mens det fortsatt var ferskt i minnet. Intervjuene ble ikke transkribert da dette ble ansett for å være for tidkrevende og fordi at notatene ble vurdert som tilstrekkelige. Resultatene fra intervjuene ble bearbeidet ved å sammenstille notatene fra alle intervjuene og deretter gjennomgått for å samle lignende utsagn. Ting som fremstod uklare etter intervjuene ble fulgt opp per mail til informantene fra Lilleaker Vest og ansikt til ansikt på Hønefoss Sør.

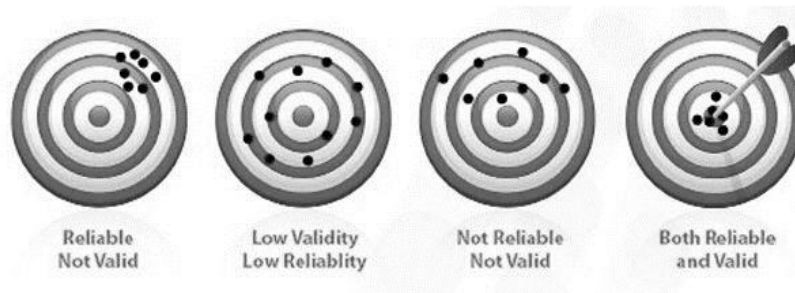
2.4.3 Dokumentstudier

En tredje metode for datagenerering er dokumentstudier. Dokumentene er benyttet som tilleggsdata i tillegg til opplysninger fra intervjuer og observasjon. I følge Tjora (2013) er et vesentlig poeng med dokumentstudier at det gir informasjon om et saksforhold som er nedtegnet på et spesifikt tidspunkt for noen spesifikke lesere (Tjora, 2013). Ved å utføre dokumentstudiet på et tidlig stadium kunne informasjonen fra denne bidra til designen av det øvrige datagenereringsopplegget. Dokumentstudiene ble også benyttet for å sjekke hva som ble sagt opp mot gjeldende rutiner, planers oppbygning og lignende.

Det ble tidlig gitt tilgang til interne systemer og dokumenter. Fremdriftsplaner, interne dokumenter og kurs/opplæringsmateriell blant annet ble gjennomgått for å bedre forstå hva som blir gjort og bakgrunnen for hva som blir sagt. Det som ble mest brukt var materiell som er utarbeidet for Kalkulasjon og innkjøpsavdelingen til HENT som de kan benytte i anbud. Disse forklarte tydelig hvordan HENT jobber og hvilke rutiner som er utarbeidet for de ulike fasene i et prosjekt.

2.5 Reliabilitet og validitet

For å vurdere kvaliteten på forskningen benyttes indikatorene validitet og reliabilitet. Reliabilitet henger sammen med etterprøvnbarhet. Dersom samme måling gjentas flere ganger med samme resultat, er reliabiliteten god. Validitet er forbundet med gyldigheten i studien, altså om man har data som er relevant for problemstillingen. Kort sagt er reliabilitet et mål på om man måler på rett måte, mens validitet er et uttrykk for om man måler de rette tingene (Olsson, 2014). Figuren under illustrerer sammenhengen mellom reliabilitet og validitet.



Figur 1 (Sander, 2017)

Validiteten til dataene som er generert kan knyttes opp mot kvaliteten og hvor troverdige de er. Gjennom case-studiet har to prosjekter i en organisasjon blitt studert. For å øke den eksterne validiteten kunne prosjekter fra flere ulike firmaer blitt benyttet. Den interne validiteten vurderes som god da prosjektene gjenspeiler organisasjonens bredde ved at prosjektene var i ulike faser og har forskjellig tilnærming til utførelsen.

For å sikre validiteten til intervjuene må det gjøres et godt forarbeid i utvelgelsen av informanter og utformingen av intervjuguide. Dataene som samles inn gjennom intervjuene er i stor grad bygget på informantenes egne fremstillinger og betraktninger, så det er viktig at informantene har kunnskap om temaet og at intervjuguiden belyser problemstillingen tilstrekkelig.

Alle informantene som ble rekruttert har erfaring og kunnskap om temaet, og kunne derfor gi reflekterte svar som var relevante for oppgaven. Intervjuguiden dannet et godt grunnlag for at dataene som ble generert gjennom intervjuene skulle være relevante. Etterprøvbarhet kan være en utfordring når man gjør intervju. Ved å stille fullstendig utformede spørsmål og benytte informanter som har god kjennskap til temaet oppnå en viss etterprøvbarhet.

Det vil være utfordrende å få resultater som er etterprøvbare for observasjoner som er gjort. Data generert fra observasjoner kan i stor grad være påvirket av hva forskeren oppfatter som interessant og derfor følgelig forskerens engasjement i temaet. Hvilke situasjoner som ble valgt å observere var avhengig av når det passet for prosjektledelsen og hva som var interessant å observere. Når man gjør observasjoner kan man få mye data som ikke er relevant for studien, noe som kan påvirke validiteten. Validiteten til dokumentstudiet vurderes som god, da dokumentene som er studert er spesielt utformet for bruk av HENTs ansatte til opplæring og informasjon. Noen av dokumentene som har blitt benyttet i dokumentstudiet er kun tilgjengelige for HENTs ansatte, noe som gjør at de ikke er sporbare. Dette påvirker reliabiliteten da det ikke er like enkelt å etterprøve påstandene.

I en kvalitativ studie kan det være en utfordring å oppnå resultater som er etterprøvbare, da resultatene i stor grad baserer seg på muntlig og tekstlig informasjon fra et fåtall informanter. Forskerens ståsted spiller også inn på rapportens reliabilitet. I kvalitative studier er det viktig at forskeren har et nøytralt ståsted for studiens reliabilitet. Fullstendig nøytralitet kan ikke eksistere, det er derfor viktig å redegjøre hvordan egen rolle kan påvirke forskningsarbeidet. Oppgaven er skrevet i samarbeid med HENT, en ekstern aktør som har interesse i oppgavens funn. Undertegnede er ansatt i selskapet og oppgaven ble skrevet på et anleggskontor på ett av prosjektene som var gjenstand for casestudiet. Noen av intervjuobjektene hadde derfor god kjennskap til forskeren. Dette er noe som undertegnede har vært bevisst på, da det er noe som kan ha påvirket studiet både i positiv og negativ retning. Uten en ekstern aktør på laget hadde studien sannsynligvis ikke latt seg gjennomføre i samme grad. Ved at enkelte av informantene kjente til undertegnede fra før var det allerede etablert en god dialog i forkant av intervjuene og et tillitsbånd hadde allerede oppstått. Bedrifter er ofte ikke så interesserte i å dele interne dokumenter med utenforstående. En grunn til at tilgang til det interne intranettet ble gitt var at undertegnede hadde signert arbeidskontrakt. Dette kan ha påvirket reliabiliteten til

datainnsamlingen, da det ikke er sikkert at dersom samme studie hadde blitt gjennomført en gang til hadde man fått samme svar.

2.6 Feilkilder

I denne oppgaven har det blitt benyttet en kombinasjon av metoder i datainnsamlingen. Dette har blitt gjort for å kunne belyse problemstillingen fra flere perspektiv, også kalt triangulering. Ved å benytte både observasjon, intervju og dokumentstudier til å generere data kan man avdekke skjevheter, ufullstendigheter eller feil (Olsson, 2014).

Når det gjelder litteraturstudiet så kan det hende at relevant litteratur ikke ble funnet grunnet de avgrensningene som er blitt gjort eller at søkeordene som ble benyttet ikke har vært presise nok. En annen mulig feilkilde er at flere av artiklene som er funnet til denne oppgaven er funnet gjennom referanselistene til litteratur som ble funnet relevant. Da er det en risiko for at man har fått en ensidig fremstilling.

For case-studiet er det en potensiell feilkilde at prosjektene som var gjenstand for studien var i forskjellige faser i utførelsen. Det er derfor en mulighet for at sammenligningsgrunnlaget ikke er helt korrekt. Informantenes synspunkter og oppfatninger kan ha utviklet seg gjennom utførelsen, slik at resultatene dermed ikke er like sammenlignbare. Likevel har informantene som ble intervjuet lang erfaring i byggebransjen og har vært gjennom et prosjekt flere ganger. Det er også tatt høyde for at prosjektene er i forskjellig fase i analyseringen av generert data. Mulige feilkilder med observasjonene som er gjort er at feltnotater ble ført i etterkant av observasjonen, når det ikke passet seg å ta frem notatblokk under observasjonen. Dette kan ha medført at relevante opplysninger eller viktige observasjoner kan ha blitt utelatt. Det er også en fare for at oppførselen til de observerte endres som følge av at de vet at de blir observert.

En mulig feilkildene knyttet til informasjonen generert fra intervjuene er at det ble endret begrep etter at intervjuene var gjennomført. I følge Tjora (2013) må man være forberedt på å justere eget prosjekt idet man møter feltet for første gang, fordi det kan vise seg at forholdene ikke er helt slik man har tenkt seg på forhånd. For denne oppgaven var utgangspunktet å se på hvordan en organisasjon måler produktivitet og hvordan digitale hjelpemidler kan gjøre disse målingene

mer effektivt. Det ble derfor benyttet begrepet produktivitetsmålning i intervjuguiden, mens det i løpet av analysen av datamaterialet ble klart at det ville være mer presist å benytte begrepet prestasjon. Dermed kunne verdifull informasjon om prestasjonsmålinger blitt utelatt, da informantene ble spurt om produktivitet. Begrepene er såpass nært beslektet at de innsamlede dataene i praksis kan benyttes for å analysere prestasjonen i et prosjekt. En annen mulig feilkilde knyttet til dataene fra intervjuene er at alle informantene er ansatt i samme firma noe som kan medføre at man får ensidige svar. Denne risikoen er søkt redusert ved å intervju personer som innehar ulike stillinger slik at man får belyst temaet fra flere forskjellige perspektiv. Informantene fra Hønefoss Sør kjente godt til oppgavens tema da dette har blitt diskutert ved flere anledninger før intervjuene ble gjennomført. Det kan ha medført at informantene uttrykte det intervjueren ønsket å høre og verdifull informasjon kan ha gått tapt. Andre mulige feilkilder i forbindelse med intervjuene er utformingen av intervjuguiden. Spørsmålene kan ha vært for ensidige slik at viktige poeng kan ha blitt utelatt. Mulige feilkilder til dokumentstudiene er feiltolkninger av dokumentene.

3 Teori

Dette kapittelet presenterer rapportens teoretiske rammeverk som er grunnlaget for forskningsarbeidet og diskusjonen. Kapittelet er todelt. Den første delen omhandler prestasjonsindikatorer og andre delen dreier seg om digitale hjelpemidler. Da masteroppgaven bygger på samme tema som fordypningsoppgaven er deler av teorien hentet fra den.

3.1 Byggenæringen i dag

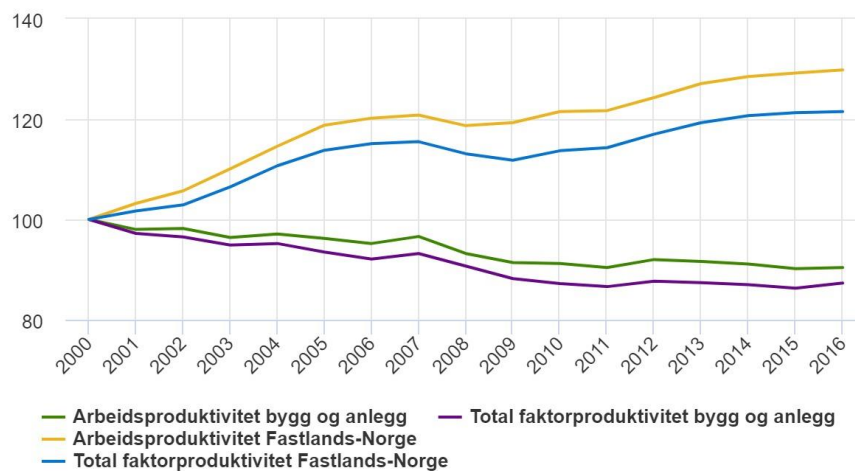
Byggenæringen i dag benytter i stor grad prosjekt som arbeidsform. Rolstadås et. al (2014) definerer et prosjekt som «*Et tiltak som har karakter av en engangsforeteelse med et gitt mål og avgrenset omfang, og som gjennomføres innenfor en tids- og kostnadsramme*». Andre karakteristiske trekk ved prosjekter er at de ofte gjennomføres av en egen midlertidig organisasjon og gjennomføringen vil ofte kreve tverrfaglig kompetanse (Rolstadås, Olsson, Johansen, & Langlo, 2014).

Bransjen i dag er sterkt konkurransepreget. Lønnskostnadene er høye, det er høye materialpriser og stadig flere tekniske krav som skal oppfylles, samtidig som konkurransen mellom de ulike aktørene øker. Den voldsomme konkurransen tvinger alle aktørene til å forbedre produktiviteten, noe som forklarer hvorfor produktivitetmålinger/estimeringer har fått så stor oppmerksomhet fra både industrien og akademien. I dag er produktivitetsstyring anerkjent som en stor bekymring for prosjektledelsen i byggebransjen (Park, Thomas, & Tucker, 2005). Helse, miljø og sikkerhet er også en bekymring for bygg og anleggsnæringen (Rajendran & Asce, 2013). Til tross for at det er stort fokus på sikkerheten og gjort omfattende arbeid for å øke sikkerheten på byggeplassen, er det fremdeles store utfordringer i denne bransjen. Dette henger sammen med blant annet korte tidsfrister, stort arbeidspress og høyt innslag av utenlandske arbeidere som har medført språkproblemer og kulturforskjeller (Bråten, Ødegård, & Andersen, 2012).

I følge Statistisk sentralbyrå har produktiviteten i bygge- og anleggsvirksomhet falt med ti prosent siden år 2000. Samtidig har produktiviteten i privat sektor i Fastlands-Norge økt med 30 prosent. En av årsakene som kan forklare dette er blant annet den økende arbeidsinnvandringen som har gitt næringen god tilgang på billig arbeidskraft.

Arbeidsinnvandringen presenterer også en annen mulig forklaring på den svake utviklingen i produktivitet; språkproblemer og begrenset med kunnskap om norske byggemetoder. Figur 2 viser utviklingen av arbeidsproduktivitet fra år 2000 til 2016.

Figur 1. Produktivitet. Indeks 2000=100



Kilde: Statistisk sentralbyrå.

Figur 2: Utviklingen av arbeidsproduktivitet fra år 2000 til 2016

En annen forklaring for den fallende produktiviteten i byggenæringen er at det har vært en økning i bruken av prefabrikkerte bygningselementer. Disse regnes til byggevareindustrien og inngår ikke i produktiviteten til byggenæringen. Det kan derfor også delvis skyldes måleproblemer ved at prisindeksene ikke fanger opp kvalitetsforbedringer i tilstrekkelig grad og at den internasjonale definisjonen av bygge- og anleggsvirksomhet muligens er for snever (Statistisk sentralbyrå, 2018). Produktiviteten er bare en del av et prosjekts totale prestasjon (Cox, Issa, Asce, & Ahrens, 2003), så til tross for at produktiviteten har falt, kan prestasjonen ha økt ved at for eksempel kvaliteten har blitt bedre.

SINTEF gjort et måleprosjekt med bakgrunn i indikasjonene på lav produktivitetsvekst. Måleprosjektet har testet ut et benchmarkingverktøy i norske bygg-, anlegg- og eiendomsvirksomheter over en to-årsperiode. Prosjektet har vist at prestasjonsmålinger og benchmarkinger har stort potensiale for byggenæringen og det bekreftet at prestasjonsmålinger er et nyttig verktøy for strukturert og målrettet forbedringsarbeid, både i prosjektene og på bedriftsnivå (Langlo J. A., et al., 2017).

3.2 Begrepsavklaringer

I dette delkapittelet presenteres et utvalg av de begrepene rundt prestasjon som er nært beslektet men ikke identisk, og som derfor kan føre til forvirring. Hensikten med dette kapittelet er å fungere som et bakteppe for oppgaven og forklare leseren hva som menes med de ulike begrepene.

3.2.1 Prestasjon

Mens produktivitet er relatert til forholdet mellom input og output, dekker begrepet prestasjon både økonomiske og operasjonelle aspekter. Ofte når folk diskuterer produktivitet er det i realiteten prestasjon som diskuteres, det henger sammen med at mens produktivitet er et spesifikt mål inkluderes flere egenskaper i prestasjon (Tangen, 2005). Prestasjonsmålinger i byggenæringen fokuserer på prosjektets ytelse når det gjelder tid, kostnad og kvalitet (Kagioglou, Cooper, & Aouad, 2001). Prestasjon kan på mange måter sies å være et mindre nøyaktig og mer generelt område enn produktivitet, og dermed beskrive de parameterne man ønsker å undersøke gjennom produktivetsmåling på et overordnet nivå.

Produktivetsmålinger og prestasjonsevalueringer er to forskjellige ledelsesfunksjoner. Mens produktivetsmålinger ser på ulike aktiviteter, spesifikt jobben som blir utført og de korresponderende arbeidstimene over en gitt tidsperiode, involverer prestasjonsevalueringer en mer omfattende analyse av de samme faktorene. Produktiviteten er bare en del av prestasjonen (Cox, Issa, Asce, & Ahrens, 2003). Prestasjonsmålinger vil i hovedsak bestå av måling på flere kritiske suksessfaktorer og samlet måloppnåelse på disse definerer prestasjonen (Gjønnes & Tangenes, 2012).

3.2.2 Produktivitet

En stor utfordring når det kommer til produktivitet er forvirring rundt begrepsbruken. Produktivitet er et begrep som har vært i bruk i lang tid. Til tross for det er det sjelden folk snakker om det samme når det er snakk om produktivitet (Jonsson, 1996). Avhengig av hvem som bruker det og hva det brukes til gis produktivetsbegrepet et varierende innhold (Albriksen, 1989). Tangen (2005) har hatt en relativt enkel gjennomgang av litteratur på området og antyder at grunnene til forvirring rundt begrepet er at de som bruker begrepet

produktivitet sjeldent definerer det, det er mangel på bevissthet om flere tolkninger av begrepet samt at det eksisterer både verbale og matematiske definisjoner og tilnærminger. Dette antyder at begrepet er flerdimensjonalt og at det kan variere avhengig av hvilken kontekst det er benyttet i (Tangen, 2005). En generell akseptert definisjon av produktivitet er forholdet mellom output og input:

$Produktivitet = \frac{Output}{Input}$, hvor output er produserte varer og input er brukte ressurser

(Jonsson, 1996).

Bernolak (1997) har en verbal forklaring på produktivitet; produktivitet betyr hvor mye og hvor godt vi produserer av medgåtte ressurser. Dersom vi produserer mer eller bedre varer av de samme ressursene øker produktiviteten. Samme hvis samme vare produseres ved hjelp av mindre ressurser. Med ressurser menes både menneskelige og fysiske ressurser (Bernolak, 1996). Rolstadås et al. definerer produktivitet som «*forholdet mellom planlagt ressursforbruk for det arbeid som faktisk er utført (inntjent verdi) og faktisk ressursforbruk*». Dermed regnes produktivitet som et mål på hvor god estimeringsnormen er og ikke nødvendigvis for effektivitet. Det medfører at høy produktivitet betyr at det ble benyttet mindre ressurser enn planlagt. Rolstadås et al. (2014) fastslår videre at produktivitet kan være basert på tid eller kostnad og kan fremstilles ved hjelp av blant annet fremdriftsdiagram eller indekser (Rolstadås, Olsson, Johansen, & Langlo, 2014).

Utgangspunktet for å måle produktivitet er en produktiv virksomhet, som for eksempel en bedrift hvor det foregår produksjon. Tall for produktivitet regnes ut for å uttrykke sammenhengene mellom innsatser og resultat. Dersom en ser på forholdet mellom produksjonsresultatet og kun en av innsatsfaktorene får en et partielt produktivitetsmål, altså produktiviteten for den innsatsfaktoren. Dersom alle innsatsfaktorene blir sett på i forhold til produksjonsresultatet får en et mål for totalproduktiviteten (Albriksen, 1989).

3.2.3 Lønnsomhet og produktivitet

Lønnsomhet kan defineres som forholdet mellom avkastning og kostnader:

$$Lønnsomhet = \frac{Profitt}{Eiendeler}$$

Generelt sett er lønnsomhet et overordnet mål for suksess og vekst i enhver bedrift. (Tangen, 2005). Derfor har bedriftens prestasjon tradisjonelt sett blitt evaluert av ulike lønnsomhetsanalyser fremfor parametere som arbeidernes kapasitet, innovasjon eller kvalitet. Det henger også sammen med at langsiktig lønnsomhet er viktig for bedriftens evne til å overleve. Metodene for å måle lønnsomhet er godt utviklet og dypt forankret (Jonsson, 1996).

Tangen (2005) påpeker at grunnen til at definisjonen av begrepet produktivitet ofte blir ignorert kan være at produktivitet ofte blir knyttet sammen med lønnsomhet som ett. De er unektelig gjensidig avhengige, men de går ikke alltid hånd i hånd. Derfor hevder forskere at overdreven bruk av monetære forhold kan ha ulemper. Bernolak (1996) påpeker at et stort problem er at lønnsomheten kan endres av grunner som ikke påvirker produktiviteten, for eksempel inflasjon (Bernolak, 1996) og andre eksterne forhold som ikke har noe sammenheng med effektiv ressursbruk (Stainer, 1997). Dette har medført at forskere hevder at produktivitet er et bedre mål for å overvåke produksjonen på lang sikt enn lønnsomhet, da lønnsomhet er påvirket av mange faktorer på kort sikt (Miller, 1984).

3.2.4 Effektivitet

Begrepet effektivitet kan være en utfordring. Den største utfordringen rundt dette begrepet er den forskjellige betydningen på engelsk og norsk. Både de engelske ordene *effectiveness* og *efficiency* oversettes til effektivitet på norsk. Dette kan by på utfordringer. *Effectiveness* beskrives ofte som å «gjøre de riktige tingene», mens *efficiency* betyr «gjøre ting riktig». Mens *efficiency* er knyttet til inputen i produktivitetsforholdet er *effectiveness* knyttet til outputen. *Effectiveness* beskrives ofte som «evnen til å nå et ønsket mål» eller «i hvilken grad ønskede resultater oppnås» (Tangen, 2005). En annen utfordring som påpekes av Albriksen (1989) er at i vanlig språkbruk sammenfaller effektivitet ofte med produktivitet. Videre påpeker Albriksen (1989) at forskjellen på begrepene er at effektivitet bør benyttes når det gjelder «å bedømme produksjonsresultatet av en ressursinnsats i en produksjonsprosess i forhold til et eller annet mål» (Albriksen, 1989).

3.3 Prestasjonsmålinger

Prestasjon kan sees på som en evaluering av hvor godt enkeltpersoner, en gruppe av enkeltpersoner, organisasjoner eller systemer har prestert i jakten på et bestemt mål. Målene varierer vesentlig, avhengig av hvilket perspektiv man har. Fra et organisatorisk perspektiv dreier målene seg i stor grad om å tilfredsstille de viktigste interessentene, særlig kunder, ansatte, aksjonærer, de ulike leverandørene, myndigheter og samfunnet som helhet (Ankrah & Proverbs, 2005). Mullins (2005) beskrev prestasjon som relatert til faktorer som økende lønnsomhet, forbedret serviceleveranse eller oppnå de beste resultatene på viktige områder av organisatorisk aktivitet (Mullins, 2005).

Det har blitt utviklet mange forskjellige rammeverk for å måle prestasjon. Yang et al. (2010) fant at de største rammeverkene for å måle prestasjon i byggenæringen er *European Foundation for Quality Management Excellence-model (EFQM)*, *balanced scorecard model* og *key performance indicators* (Yang, Yeung, Chan, Chiang, & Chan, 2010). Ankrah og Proverbs (2005) påpeker at alle de ulike rammeverkene som eksisterer viser at det ikke eksisterer et rammeverk som passer for alle. Det argumenteres videre for at valg av målinger og rammeverk må være basert på motivasjonen eller hensikten med målingen. Prestasjon i byggenæringen kan hovedsakelig bli sett på fra to perspektiver, det første relaterer seg til organisasjonens forretningsresultater og det andre relaterer seg til prosjektets prestasjon (Ankrah & Proverbs, 2005). Bygg- og anleggsbransjen er i stor grad prosjektbasert. Derfor er det i denne næringen vel så viktig å måle prestasjon på prosjektnivå som det er på organisasjonsnivå. Imidlertid er måling av et prosjekts prestasjon forskjellig fra måling av en organisasjons prestasjon (Lin & Shen, 2007). Hvert prosjekt har en unik utforming (Bassioni, Asce, Price, Hassan, & Asce, 2004), noe som gjør det utfordrende å utvikle et generisk rammeverk som kan benyttes på alle prosjektene (Lin & Shen, 2007). Dessuten ville et slikt rammeverk få forskjellige vurderinger når det vurderes ut fra de ulike aktørenes perspektiv, som byggherre, rådgivere eller entreprenør. Det finnes ikke en metode som samler oppførselen, prestasjonen og oppfatningen til alle aktørene for alle oppgaver og gjennom hele prosjektets varighet. Midlertidige, sammensatte organisasjoner, der medlemmene ikke nødvendigvis har samme mål er to grunnleggende egenskaper som kompliserer prosjektevaluering (Liu & Walker, 1998).

Byggenæringen beskjeftiger seg med å bygge nye bygninger eller rehabilitere eksisterende. Derfor har prestasjonsmålinger tradisjonelt sett blitt gjort på to måter, ved å se på produktet som et anlegg og ved å se på produktet som en prosess (Kagioglou, Cooper, & Aouad, 2001). Ward et al. (1991) sier at en vanlig tilnærming for å vurdere et prosjekts suksess eller fiasko er å evaluere prestasjonen med hensyn til hvilken grad kundens mål som kostnad, tid og kvalitet blir oppnådd (Ward, Curtis, & Chapman, 1991). Selv om disse tre målingene gir en indikator på suksessen eller fiaskoen til et prosjekt, vil de ikke isolert sett gi et balansert bilde av et prosjekts prestasjon. Hovedgrunnen til dette er at disse indikatorene er reaktive (*lagging*) indikatorer da de ofte blir implementert på slutten av prosjektet (Kagioglou, Cooper, & Aouad, 2001). Ward et al. (1991) forteller at når man ser tilbake på gjennomføringen av et prosjekt er det vanligvis ikke finansiell suksess eller tidlig ferdigstillelse man minnes, men folkene som var involvert, inntrykk av tillit og harmoni, eller motsatt, minner om konflikter og mistillit som blir husket. En kundes tilbøyelighet til å kjøpe tjenester fra samme leverandør vil sannsynligvis bli påvirket av disse faktorene (Ward, Curtis, & Chapman, 1991). Derfor vil de tradisjonelle prestasjonsindikatorene ikke være tilstrekkelig til å evaluere et prosjekts «sanne» prestasjon (Kagioglou, Cooper, & Aouad, 2001). Kumaraswamy og Thorpe (1996) inkluderte kundetilfredshet, tilfredshet med prosjektorganisasjonen, teknologioverføring og helse, miljø og sikkerhet som suksesskriterier (Kumaraswamy & Thorpe, 1996). Det finnes altså mange indikatorer som kan måles for å evaluere en bedrift eller et prosjekts suksess. Hvilke indikatorer man skal velge avhenger av hvilke mål som er satt, og fra hvem sitt perspektiv man skal vurdere. Ankrah og Proverbs (2005) argumenterer for at det ikke finnes en metode for prestasjonsmålinger som passer for alle. Man må derfor velge indikatorer som passer med målet og er forenlige med grunnen til at man skal måle. En passende analogi er dersom man skulle evaluere «prestasjonen» til mat på bakgrunn av smak og velger salt som input, ville en output som for eksempel utseende eller aroma vært meningsløst (Ankrah & Proverbs, 2005).

Prestasjonsmålinger er ment for å hjelpe organisasjoner til å ikke bare se hvor godt de har gjort det i retrospektiv, men enda viktigere hvordan de presterer nå og hvordan de vil prestere i fremtiden. Ved å måle kan man identifisere hvilke områder som ikke presterer så bra, og dermed sette inn tiltak (Ankrah & Proverbs, 2005). Formålet er å gi en nøyaktig tilbakemelding om effektiviteten, effektiviteten av operasjoner og til å fokusere på kontinuerlig forbedring (Amaratunga & Baldry, 2002). Til tross for fordelene med prestasjonsmålinger, er de fortsatt ikke bredt implementert i byggenæringen. Costa og Formoso (2004) forklarer dette med at

bedrifter i byggenæringen har vanskeligheter med å identifisere og velge ut gode prestasjonsmålinger som kan relateres til deres strategier og kritiske prosesser (Costa & Formoso, 2004). En annen grunn er det faktum at organisasjonene vurderer omfattende målinger til å være for kompliserte og tidkrevende, noe som medfører at fordelene man får av å måle ikke nødvendigvis kan forsvare kostnadene som pådras (Cain, 2004).

3.3.1 Prestasjonsindikatorer

En trenger ikke nødvendigvis måle input/output for å finne ut om en enhet er produktiv. Det finnes flere gode indikatorer som kan måles for å evaluere prestasjonen i byggebransjen. Selv om en produserer raskt trenger man ikke nødvendigvis å være produktiv dersom kvaliteten er dårlig, for eksempel. Ingvaldsen og Edvardsen (2007) utførte en effektivitetsanalyse av byggeprosjekter. I analysen utviklet de en metode for å identifisere Beste praksis, som vil si å finne ut hva de mest effektive gjør forskjellig fra de øvrige. Metoden identifiserte fjorten parametere med empirisk relevans for effektiviteten til prosjektene i utvalget. Disse ble delt inn i rammefaktorer og faktorer som konsekvens av ledelse. Det ble funnet at prosjekter som hadde lave utbedringskostnader i reklamasjonstiden ofte er effektive. Prosjekter som har fått pålegg om utbedringer fra Arbeidstilsynet har ofte høyere effektivitet. Dette kan høres rart ut, men effektivitetsmålingen til Ingvaldsen og Edvardsen fokuserer kun på kostnadssiden. Dermed vil prosjekter som følger regelverket ta seg betalt for alle sikringstiltak i anbud/tilbud. Det ble også funnet at høyt antall personskader per BTA ofte gir lavere effektivitet (Ingvaldsen & Edvardsen, 2007).

Prestasjonsindikatorer kan deles inn i *leading* og *lagging* indikatorer. Det er ingen omforent oversettelse på disse til norsk, men i denne oppgaven velges det å benytte henholdsvis proaktive indikatorer og reaktive indikatorer. Reaktive indikatorer er viktige for å evaluere oppnåelsen av en organisasjons strategiske målsetninger. Proaktive indikatorer er nødvendige da de er preventive og bidrar til å se hvilke tiltak som må gjøres for å oppnå fremtidige ønskede resultater (Manoochehri, 1999). Proaktive indikatorer handler med andre ord om problemer som til slutt vil påvirke resultatene, men som gir informasjon før problemene har fått effekt. Det bør derfor, i tillegg til å måle hvilken prestasjon en organisasjon har, måles hvordan prestasjonen har blitt oppnådd. Det er kun ved å benytte proaktive indikatorer for å forstå

hvordan organisasjonen har jobbet for å oppnå ønskede resultater, at en organisasjon kan forbedre seg (Kagioglou, Cooper, & Aouad, 2001).

Cox et al (2003) deler prestasjonsindikatorer inn i kvantitative og kvalitative indikatorer. Et litteratursøk viser at de mest aksepterte prestasjonsindikatorene er de som fysisk kan måles i kroner, enheter eller timeverk. Som bedrifter flest vil også bedrifter innen bygg og anlegg først se på områder som viser en endring i generert inntekt eller en kvantifiserbar endring i produktivitet. Kvantitative måleenheter bør være enkle å både samle og bruke og ikke legge stor belastning på feltpersonell. Kvalitative ytelsesindikatorer er ikke like akseptert som pålitelige indikatorer for å evaluere produktivitet og prestasjon/ytelse. Grunnen til dette er at de er oppfattet som vanskelig og/eller umulig å bli målt. Selv om kvalitative indikatorer kanskje ikke blir kategorisert under en estimerings-/kostnadskonto er deres innvirkning på kostnaden i prosjektet veldig reell. Kvalitative indikatorer spiller en viktig rolle i så å si alle områder av en byggeprosess (Warren, 1989). Kvalitative indikatorer defineres som indikatorer som har potensialet til å måle oppførselen til arbeiderene på byggeplassen (Cox, Issa, Asce, & Ahrens, 2003).

3.3.2 Hvorfor måle

En sentral grunn for å drive med produktivitetmålinger er at dersom det ikke måles, kan det ikke forbedres. I tillegg til å avdekke dagens forbedringspotensial vil man ved å bruke gode måleparametere kunne avdekke morgendagens flaskehalser og ta forhåndsregler for å møte disse på et tidlig tidspunkt (Liukkonen, 1992). Effekten av endringer som adopteres på metoder, systemer og innsats må kunne måles. Den målte verdien av produktiviteten kan da sammenlignes med enten de som har utarbeidet estimatet eller en eventuell produksjonsstandard (Dozzi & AbouRizk, 1993).

Det er på mange måter enklere å forholde seg til lønnsomhet og budsjetter, men det gjør at man fort kan miste viktige elementer. For eksempel kan en underleverandør levere innenfor budsjett, men likevel ikke har arbeidet spesielt effektivt. På den måten har hovedentreprenør tapt penger uten at det merkes i prosjektbudsjettet og feilen kan lett gjentas med mindre det faktisk gjøres målinger som undersøker produktiviteten spesifikt. Konkrete effekter av produktivitetmålinger kan være for eksempel å gi ledelse og eiere indikasjon på hvor og når

produktiviteten er høy og lav og hva som eventuelt forårsaker dette, fortelle hvilke underentreprenører/leverandører som er mest produktive, evaluere effekten av forskjellige metoder og omkringliggende forhold i tillegg til benchmarking mot konkurrerende virksomhet (Jonsson, 1996). Rolstadås et al. (2014) illustrerer hvordan det kan se ut som at prosjektet er under kontroll og går i pluss dersom en kun ser på kostnadene, mens det i realiteten overskrider budsjett når fremdriften inkluderes grunnet planlagt produktivitet ikke har blitt opprettholdt (Rolstadås, Olsson, Johansen, & Langlo, 2014).

3.4 Måling av prestasjonsindikatorer

Det finnes mange forskjellige indikatorer man kan måle på for å evaluere et prosjekts prestasjon. Dette delkapittelet beskriver hvordan man kan måle på indikatorene produktivitet, arbeidsproduktivitet, tid, kvalitet, HMS, kundetilfredshet og økonomi.

3.4.1 Produktivitet

I kapittel 3.2.2 ble begrepet produktivitet definert og forklart. I dette kapittelet blir det videre forklart på hvilke måter produktivitet kan måles. Tradisjonelt er begrepet produktivitet knyttet til arbeidskraft og måles som produksjonsresultat i forhold til timeverk, årsverk eller per ansatt (Albriksen, 1989). Utgangspunktet for produktivetsmålinger er forholdet mellom inngangsvariabler og utgangsvariabler. En mye brukt indikator for produktivitet er å sammenligne faktisk verdi (for eksempel timer, kostnader) med budsjettet verdi. Grunnen til dette er at det i mange tilfeller er vanskelig å definere og måle utgangsvariabelen, for eksempel for personell og økonomi (Jonsson, 1996).

Vanligvis når man snakker om produktivitet er det egentlig faktorproduktivitet som menes. Faktorproduktiviteten er mengden produkter som produseres per enhet innsats av én produksjonsfaktor (Store norske leksikon, 2017). Faktorproduktiviteten er mye brukt da den er relativt enkel å måle. Den mest utstrakte bruken av faktorproduktivitet er arbeidsproduktivitet som er raten mellom utgangsverdien per ansatt. Ulempen med å måle faktorproduktivitet er at det vanligvis er mer enn en type input og inngangsvariablene ofte kan erstatte hverandre (Jonsson, 1996). Likevel er det enklere enn å kalkulere totalfaktorproduktivitet (TFP), som er

forholdet mellom verdien på total produksjon og den totale faktorinnsatsen. TFP kan bli beregnet slik:

$$TFP = \frac{\textit{Total output}}{\textit{Arbeidskraft + Materialer + Utstyr + Energi + Kapital}}$$

Grunnet forskjellige enheter i nevneren er det vanlig å omgjøre alle faktorene til samme enhet, ofte til pengeverdi. Da er det pengeverdien av total output over pengeverdien av total input det er snakk om.

3.4.2 Arbeidsproduktivitet

Det finnes flere forskjellige perspektiver på hva som utgjør en måling av arbeidsproduktivitet i byggebransjen. Forskjellene ligger i metodene som benyttes for å samle og analysere data, kvaliteten på dataene som blir analysert og aller viktigst i hvilken skala data blir samlet inn. Det er to forskjellige perspektiver på arbeidsproduktivitet i byggebransjen: makroperspektivet og mikroperspektivet (Dozzi & AbouRizk, 1993). Makroperspektivet kan fortelle om langtidstrener på industrinivå, for eksempel stagnasjon eller vekst i et lands industri. For bedrifter derimot er det diskutabelt hvor nyttig dette målet er, da det ikke gir et grunnlag for konsistent sammenligning og tolkning av dataene kan være misvisende (Goodrum & Haas, 2002). Derfor vil mikroperspektivet være mer passende for bedrifter til å benchmarke deres egen arbeidsproduktivitet, da mikroperspektivet er oppgaveorientert. Fra dette perspektivet er produktivitet målt i form av input og output på nivå for den individuelle arbeidsoppgaven (Halligan, Demsetz, Brown, & Pace, 1994). Ofte blir produktivitet i byggebransjen tatt for å være arbeidsproduktivitet. I følge Halligan et al (1994) har målinger av arbeidsproduktivitet flere fordeler; betydningen av begrepet arbeidsproduktivitet er relativt godt forstått, arbeidsproduktiviteten er ofte kilden til den største variasjonen for produktivitet i byggebransjen generelt og produktiviteten av andre inputer kan ofte bli målt i forhold til arbeidsproduktivitet (Halligan, Demsetz, Brown, & Pace, 1994).

Park et al. (2005) definerer arbeidsproduktivitet som følgende ligning: (Park, Thomas, & Tucker, 2005)

$$\textit{Arbeidsproduktivitet} = \frac{\textit{Input (timeverk)}}{\textit{Output (mengde)}} \quad (1)$$

På den andre siden mener blant annet Halligan et al. (1994) at arbeidsproduktivitet i byggebransjen burde reflektere enheter eller arbeid plassert eller produsert per timeverk som følgende ligning: (Halligan, Demsetz, Brown, & Pace, 1994).

$$\text{Arbeidsproduktivitet (enhetssats)} = \frac{\text{Output (mengde)}}{\text{Input (timeverk)}} \quad (2)$$

Thomas et al. (1990) viser at arbeidsproduktivitetens prestasjonsfaktor også er en måte å måle produktivitet: (Thomas, et al., 1990)

$$\text{Prestasjonsfaktor} = \frac{\text{Estimert enhetsfaktor}}{\text{Faktisk enhetsfaktor}} \quad (3)$$

Det finnes altså mange forskjellige måter å måle arbeidsproduktivitet på. Dozzi & AbouRizk (1993) beskriver flere enkle metoder for å anslå arbeidsproduktivitet. Feltvurderinger kan benyttes til å estimere nivået av aktivitet i en byggeprosess. Metoden kategoriserer bare observert arbeider som enten «arbeidende» eller «ikke-arbeidende» og bruker andelen arbeidstid som et mål for effektivitet. Stikkprøver er en hakket mer sofistikert metode enn feltvurderinger. Metoden går ut på å observere en operasjon for en begrenset tid og fra observasjonene anslå hvor produktiv operasjonen er. Stikkprøvene anslår hvor stor prosent av tiden en arbeider er produktiv i forhold til den totale tiden arbeideren er involvert i operasjonen. Fem-minutters vurderinger kan gjøres ved å observere et arbeidslag i intervaller på fem minutter, og deretter bestemme om de har vært aktive i over halvparten av intervallet (Dozzi & AbouRizk, 1993).

Prestasjonslønn – akkord

Et prestasjonslønnssystem innebærer at den ansattes lønn er avhengig av hvor mye som produseres. Det er et lønnssystem hvor hele eller deler av betalingen er knyttet til et fysisk arbeidsresultat (Landsorganisasjonen i Norge, Norsk Produktivitetssenter og Næringslivets hovedorganisasjon, 1989). Det spesielle med et slikt lønnssystem er at man kan få ulik lønn etter hvor effektiv en er til å arbeide.

3.4.3 Fremdrift

I byggebransjen har fremdriftsoppfølging blitt anerkjent som en av de viktigste elementene som fører til suksessen til et byggeprosjekt. Ved å gjøre fremdriftsmålinger kan korrigerende tiltak settes inn rettidig og dermed øke sjansen for at prosjektet leveres til riktig tid (Son & Kim, 2010). Rolstadås et al. (2014) definerer et prosjekts fremdrift som «*et kvantitativt uttrykk for hvor langt prosjektet har kommet i forhold til det estimat (av ressurser, tid og kostnad) det arbeides mot*» (Rolstadås, Olsson, Johansen, & Langlo, 2014).

Cox et al. (2003) presenterer to ulike måter å måle prestasjon i henhold til fremdriften. Prosentvis ferdigstillelse er en enkel metode som kan utføres av formann eller arbeidsleder på byggeplassen. Metoden går ut på å anslå prosentvis ferdigstillelse for en arbeidsoperasjon og er nyttig for enkle oppgaver med kort varighet. Et viktig aspekt er at metoden aldri er bedre enn personen som er ansvarlig for evalueringen. Ferdigstillelse i tide ser på prestasjon i henhold til fremdriften. Ved å se på om milepælene blir nådd i tide ser man om byggingen foregår i henhold til fremdriftsplanen. Produktiviteten blir da målt utelukkende basert på tid brukt i forhold til planlagt tidsbruk (Cox, Issa, Asce, & Ahrens, 2003).

Fremdrift kan også måles gjennom inntjent verdi. Inntjent verdi innebærer å måle hva som faktisk er utført sammenlignet med hva som er planlagt utført for å få et reelt mål på fremdrift i forhold til planen, målt i arbeidsvolum. Forutsetningen for å finne inntjent verdi er informasjon om faktisk fremdrift i prosjektet. Denne finner man ved å ta utgangspunkt i planen. Det kan være utfordrende å anslå ferdiggrad av hver aktivitet, men informasjonen er verdifull da den gir funksjonærene kontroll på fremdriften i prosjektet. Fremdriftsdiagrammet kan så benyttes til å blant annet vurdere produktiviteten. Produktivitet vil være sammenhengen mellom inntjente kostnader og faktiske kostnader (Rolstadås, Olsson, Johansen, & Langlo, 2014).

3.4.4 Kvalitet

ISO 9000 definerer kvalitet som «*egenskaper ved et produkt og dens evne til å tilfredsstille uttalte og underforståtte behov*». Rolstadås et al. (2014) sier at kvalitet i prosjekter blir synlig i prosjekter gjennom tre perspektiver:

1. Krav og forventninger til prosjektets leveranser:

Dette perspektivet knytter seg til produktet eller den tjenesten som prosjektet skal levere. For prosjektets leveranser er det to kvalitetsbegreper som er viktige; produktkvalitet og leveransequalität. Til sammen utgjør disse den totale kvaliteten for prosjektet. Produktkvaliteten er ofte definert og beskrevet i kravspesifikasjonen. Leveransequalitäteten handler om prosjektet klarte å levere den avtalte produktkvaliteten til riktig tid, riktig sted og riktig mengde innenfor avtalte kostnadsrammer (Rolstadås, Olsson, Johansen, & Langlo, 2014).

2. Kvalitet i prosjektgjennomføringen:

For å sikre god produkt- og leveransequalität må virksomheten sørge for å ha kvalitet i prosjektgjennomføringen. For å klare det er det to forhold som er viktig; en kvalitetsbevisst organisasjon og kvalitetssikring av det arbeidet som utføres i prosjektet. Virkemidler for å oppnå en kvalitetsbevisst organisasjon er kompetanse hos medarbeiderne i prosjektet, utvikle en god gjennomføringsstrategi, benchmarking og prosjekt revisjon. Kvalitetssikring i utførelsesfasen skjer gjerne i tre trinn: kvalitetsplanlegging, kvalitetskontroll og kvalitetssystem. Kvalitetsplanlegging innebærer å etablere hvilke kriterier en leveranse skal tilfredsstillere og utarbeide en kvalitetsplan som fastsetter hvilke prosedyrer, aktiviteter, kvalifikasjoner og ressurser som skal gjelde for prosjektet. I kvalitetskontrollen er en undersøkelse for å sikre at leveransen er i samsvar med spesifikasjonen (Rolstadås, Olsson, Johansen, & Langlo, 2014).

3. Oppnådd effekt av prosjektets leveranser over tid

Det siste kvalitetsperspektivet på et prosjekt blir vurdert ut fra den samlede effekten av prosjektets leveranse over tid. Det er dette perspektivet som er utslagsgivende for bedømmelsen av prosjektets suksess. Dette perspektivet er vanskelig å måle, da prosjektet som regel er endt lenge før dette perspektivet kan bedømmes (Rolstadås, Olsson, Johansen, & Langlo, 2014).

Kvalitet har tradisjonelt sett blitt definert i form av samsvar med spesifikasjon. Derfor har kvalitetsbaserte prestasjonsmålinger fokusert på problemer som antallet feil og kostnaden for kvalitet (Neely, Gregory, & Platts, 1995). Kostnaden for kvalitet er et mål på ekstrakostnaden pådratt av en organisasjon fordi den enten under- eller overpresterer. Feigenbaum (1961) påsto at den sanne kostnaden for kvalitet er en funksjon av forebygging, vurdering og feilkostnader (Feigenbaum, 1961). I følge Cox et al. (2003) er omarbeid ansvarlig for 6-12 % av total kostnaden på et byggeprosjekt. Å kalkulere prisen for en endring i antall arbeidstimer og materialkostnader for omarbeid kan være et effektivt mål for hvordan endringen påvirker den

totale prestasjonen til et prosjekt. Ved å redusere omarbeid på et prosjekt kan overskuddet øke betydelig (Cox, Issa, Asce, & Ahrens, 2003).

3.4.5 Helse, miljø og sikkerhet

Helse, miljø og sikkerhet er en stor bekymring for bygg- og anleggsnæringen (Rajendran & Asce, 2013). I følge Byggenæringens Landsforbund dør det hvert år arbeidstakere på norske bygge- og anleggsplasser og rundt 100 får varige men som følge av skade. I juni 2014 signerte flere aktører på et «HMS-Charter for en skadefri bygge- og anleggsnæring» som har en nullvisjon for skader i bygg og anlegg. De som har underskrevet charteret er enige om å samarbeide om «*en forsterket innsats for å gjøre byggeplassen til et sikkert arbeidssted*» og påtar seg et ansvar for å gjøre en spesiell innsats på noen utvalgte områder (Byggenæringens Landsforbund, u.d.).

Sikkerhet er noe som opptar alle bedrifter, uansett arbeidsoppgave. Sikkerhet blir målt kvantitativt gjennom blant annet statistikk på ulykker og nestenulykker. Sikkerhet kan bli brukt til å måle prestasjon på en byggeplass ved å måle endringen i antall ulykker eller problemer relatert til sikkerhet. Dårlig sikkerhet kan ha negativ innvirkning på effektiviteten på en byggeplass. Dersom en ulykke inntreffer kan jobben stoppe opp i området hvor ulykken skjedde, arbeidsmoralen kan synke og produktiviteten vil avta. Dette understøttes også av resultatet til Ingvaldsen og Edvardsen (2007). Sikkerhetsindikatorer kan hjelpe entreprenørene til å se om helse, miljø- og sikkerhetsarbeidet har forbedret sikkerhetsprestasjonen (Hinze, 2005). Sikkerhetsindikatorer i byggenæringen kan deles i reaktive indikatorer og proaktive indikatorer. Proaktive indikatorer er prestasjonsmålinger som er knyttet til utfallet av en ulykke (Toellner, 2001). Eksempler på reaktive indikatorer er skadefrekvenser, hendelsesfrekvenser og erstatningskostnader. De mest brukte reaktive indikatorene er basert på antall fraværsdager pga. skade og antall arbeidsulykker. Forekomsten av hendelser kan beskrives som et isfjell, hvor fatale ulykker og fraværsskader ligger på topp. På bunn ligger usikker adferd og usikre forhold og uønskede hendelser. Dersom det foreligger mange uønskede hendelser og nestenulykker kan det utvikle seg til at ulykker inntreffer. Tradisjonelt sett har fokuset vært på forekomsten av arbeidsulykker, men dersom en organisasjon klarer å redusere antall uønskede hendelser og nestenulykker vil de også redusere sannsynligheten for at en mer alvorlig ulykke inntreffer (Hinze, 2005).

Hyppigheten av hendelser defineres som antall arbeidsulykker per 1.000.000 arbeidede timer.

$$H = \frac{\text{arbeidsulykker} \times 1\,000\,000}{\text{totalt antall timer}}$$

Arbeidsulykkene skilles mellom skader med fravær (H1) og totalt antall skader, inkludert skader der tilrettelagt arbeid er benyttet/medisinsk behandling er utført (H2). F-verdi viser fraværsomfanget, som betyr antall fraværsdager på grunn av skader per 1.000.000 arbeidede timer (Entreprenørforeningen Bygg og anlegg, 2016).

Tradisjonelt sett har byggefirmaer benyttet reaktive indikatorer for å evaluere trender og for å se etter mangler i firmaets sikkerhetsrutiner. Problemet med disse indikatorene er at en ulykke må skje før en måling kan gjøres og det er ikke sikkert at de gir nødvendig innsikt for å unngå fremtidige ulykker [(Toellner, 2001) (Rajendran & Asce, 2013)]. Proaktive indikatorer er knyttet til preventive eller proaktive tiltak (Toellner, 2001). Noen eksempler på proaktive indikatorer er sikker jobb analyse (SJA), vernerunder, observasjoner av arbeidernes opptreden på arbeidsplassen og ledelsens dedikasjon. Målinger av reaktive indikatorer kan hjelpe entreprenørene til å sette inn korrigerende tiltak før en skade eller hendelse inntreffer (Hinze, 2005).

3.4.6 Økonomi

Økonomi kan måles på flere måter. Cox et al. (2003) omtaler to ulike indikatorer for å måle økonomien i et prosjekt. Den ene er *kostnad per enhet*. Det går rett og slett ut på kostnaden av en ferdig enhet, inkludert kostnaden for materialer, arbeidere, avfall og utstyr. Denne metoden er også enkel å implementere og tilstrekkelig for å følge opp grunnleggende oppgaver. Den andre metoden er *kostnad*. Denne metoden går ut på å overvåke prestasjonen ved å se på påløpte kostnader sammenlignet med budsjetterte kostnader for fullført arbeid. Metoden kan benyttes til å forutsi suksess eller svikt i byggeprosessen, men ser ikke på en enkelt operasjon men heller et sammendrag av overholdelse av budsjettet (Cox, Issa, Asce, & Ahrens, 2003).

Formålet med kostnadsoppfølging er blant annet å oppdage mulige kostnadsoverskridelser på et tidlig stadium slik at korrektive tiltak kan igangsettes tidlig og prøve å minimalisere prosjektkostnadene ved å vurdere alle aktiviteter med henblikk på kostnadsreduksjon.

Kostnadsoppfølgingen skal også etablere en kostnadsbevisst holdning hos alle prosjektmedarbeiderne. Kostnadsoppfølging kan grovt sett deles i to, kostnadsrapportering og kostnadskontroll. Kostnadsrapportering innebærer å vite hva som skal gjøres, hva som er gjort og hva som gjenstår i forhold til estimatet som er satt. Kostnadskontroll derimot innebærer å analysere samsvar mellom gjennomføring og kostnadspådrag, for å kunne lokalisere eventuelle problemer slik at korrektive tiltak kan igangsettes for å minimere kostnadsoverskridelser. (Rolstadås, Olsson, Johansen, & Langlo, 2014)

Utelukkende fokusering på økonomi kan slå feil ut. Finansielle målinger er nyttige, men de har en tendens til å måle fortiden og de tingene som er enkle å måle (Sanger, 1998). Neely (1999) identifiserte fire grunner til at finansielle målinger blir kritisert. Disse er at de oppfordrer til kortsiktighet, de mangler strategisk fokus og gir ingen innsikt om kvalitet og fleksibilitet, de oppmuntrer til lokal optimalisering og de fremmer ikke til kontinuerlig forbedring (Neely, 1999). Hovedgrunnen til dette er at de er reaktive indikatorer, de rapporterer om resultater og beslutninger som er tatt i fortiden og er derfor lite nyttig for å forbedre dagens prestasjon (Kagioglou, Cooper, & Aouad, 2001).

3.4.7 Kundetilfredshet

Et prosjekts suksess sett fra prosjektlederens perspektiv kan være forskjellig fra perspektivet til kunden. Den store utfordringen med kundetilfredshet er at den vil være høyst subjektiv fra kunde til kunde og kan endres raskt. Prosjektet og prosjektleder en har et mandat innen en begrenset tidsperiode og et begrenset budsjett. Selv om rammene overholdes og byggverket leveres som forventet er det ingen garanti for at kunden skal være tilfreds. Målinger på dette gjøres i all hovedsak i etterkant og hvor godt inntrykk kunden sitter igjen med avhenger sterkt av hvor godt prosjektorganisasjonen har klart å kommunisere med kundene (Rashvand & Majid, 2014). Rashvand og Majid (2014) peker på interessenters forståelse for prosjektet og dets ulike risikomomenter som et viktig element for kundetilfredshet. Det er med andre ord ikke nødvendigvis en sammenheng mellom de harde fysiske parameterne som tid og kostnad og kundetilfredshet, men snarere mellom kundens forståelse for hvorfor man bruker tid og penger og kundetilfredshet.

3.5 Digitale hjelpemidler

Det finnes i dag en rekke digitale plattformer som kan benyttes for å gjøre hverdagen enklere. I byggenæringen har digitalisering gjort sitt inntog. I dette delkapittelet presenteres noen av de kanskje mest brukte plattformene og hvilken innvirkning de har hatt på produktiviteten.

3.5.1 Digitalisering i byggenæringen i dag

I dag er kanskje den mest signifikante teknologiske trenden digitalisering. Konsekvensen av dette vil påvirke alle nivåer i samfunnet. Graden av digitalisering i dag varierer fra bransje til bransje. I USA er byggenæringen den minst digitaliserte sektoren mens finans- og forretningsindustrien har høyest nivå av digitalisering. Situasjonen i USA er tilnærmet lik som i Europa. Globalt virker det som byggenæringen går gjennom den samme digitaliseringsprosessen som andre industrier. Mulighetene virker å være uendelige og inkluderer hele verdikjeden, fra arealplanlegging til oppfølging i driftsfasen. Digitalisering av byggenæringen innebærer blant annet automatisering av byggeplassen og digital designprosess. Utfordringen med digitaliseringen av bransjen er at det er mange aktører og en lang verdikjede og mange prosesser å «gå gjennom» for å bli en akseptert praksis for hele bransjen. Et annet moment er at det er varierende modenhetsgrad både langs og innen verdikjeden. (Leviakangas, Paik, & Moon, 2017).

3.5.2 BIM (Building Information Modeling)

De aller fleste byggverk av en viss størrelse prosjekteres i dag digitalt. Det kanskje mest kjente digitale verktøyet i dag er Building Information Modeling (BIM). BIM er en av formene av digitalisering, som adopterer ny teknologi og fornyer prosesser i tillegg til smartere måter å jobbe på når bygninger skal designes (Leviakangas, Paik, & Moon, 2017). BIM har et potensial til å bli benyttet i alle stadier i et prosjekts livssyklus. Det kan bli brukt av byggherre til å forstå prosjektbehov, av prosjekteringsteamet til å analysere, designe og utvikle prosjektet, av entreprenøren til å styre byggingen av prosjektet og av byggeledelsen under drift og i avsluttende faser (Grilo & Jardim-Goncalves, 2010).

Det finnes mange anekdotiske bevis på BIMs suksess og dens positive innvirkning på prosjektets ytelse. Derimot er det vanskeligere å finne empiriske bevis på dette, selv om det er

forsøkt de siste tiårene. Bryde et al. (2013) har sett på 35 byggeprosjekter som har benyttet BIM, og har funnet ut at de fleste rapporterer at fordelene med BIM er relatert til reduksjon og kontroll på kostnader, tidsbesparelser og kvalitet. De fant også ut at BIM kan forbedre koordinering og kommunikasjon. Ulempene eller utfordringene ved å implementere BIM ble funnet til å være få, og de fleste handlet om problemer med programvaren. Disse kan løses ved bedre opplæring av alle involverte for at alle aktører skal bli vant til en ny måte å jobbe på (Bryde, Broquetas, & Volm, 2013). For små og mellomstore bedrifter representerer implementeringen av BIM en betydelig økonomisk risiko, så det må være klare og kvantifiserbare fordeler for at disse skal implementere programvaren (Poirier, Staud-French, & Forgues, 2015).

Bruk av BIM til fremdrift og ressursstyring - 4D-BIM

4D-BIM kan defineres som 3D-modell linket til en fremdriftsplan (Dawood & Sikka, 2009). Ved å legge til en fjerde dimensjon, tid, til modellen kan man også benytte BIM til fremdrift og ressursstyring. Målet med fremdrift og ressursstyring i et byggeprosjekt er å lage en god plan som skal gi mulighet for optimalisering av ressurser og forutsigbarhet. Fremdriftsplanen blir ofte utarbeidet basert på for- og detaljprosjektet, da utførende ofte ikke blir kontrahert før etter endt detaljprosjekt. Fremdriftsplanen styrer forventninger om fremdrift og ved at utførende blir kontrahert sent vil den mangle en riktig faglig og realistisk vurdering. Vanligvis benytter involverte aktører forskjellige planleggingsverktøy, som ofte innebærer statiske gant-diagrammer som kommunikasjonsform. Disse kan være vanskelige å lese og forstå for utenforstående. Det kan da oppstå en utfordring i forhold til koordinering mellom disse. Det kan i så fall skape usikkerhet som forhindrer optimalisering og økt risiko for forsinkelser (Consigli AS - Hørt av buildingSMART Norge Tverrfaglig Brukerforum, 2012).

I de tilfellene forskjellige aktører benytter ulike interne planleggingsverktøy kan BIM være en god fellesplattform for kommunikasjon og visualisering av informasjon. I stedet for gant-diagrammer kan BIM visualisere fremdrift fra de ulike fagene grafisk. Det er en stor fordel når gjennomførbarhet skal evalueres. Det blir veldig tydelig i modellen om for eksempel installasjon av fasadeelementer starter før råbygget er ferdig. I tilfeller hvor rekkefølgen av montering spiller en stor rolle kan en 4D-BIM bidra til at dette blir tydelig kommunisert til alle involverte aktører. Dermed vil 4D-BIM være et nyttig verktøy i utførelsesfasen til å

kommunisere fremdriftsplaner til utførende aktører. En 4D-BIM-modell kan være nyttig for både byggherre, rådgivere, entreprenører og leverandører. For byggherren innebærer det å få en visualisering av fremdriften på prosjektet, for rådgivere kan modellen visualisere når produksjonsmodeller og tegninger må være ferdige, og modellering må tilpasses produksjonsmessige størrelser. For entreprenøren kan modellen benyttes til å planlegge rigging for å sikre god logistikk og til visualisering av fremdrift, ressursstyring og kontroll på at det ikke er konflikt i utføring av arbeid. For leverandøren kan 4D-BIM hjelpe med planlegging av leveringstid og leveringssted, slik at materialer blir levert til riktig tid på riktig sted (Consigli AS - Hørt av buildingSMART Norge Tverrfaglig Brukerforum, 2012).

Dawood og Sikka (2009) har undersøkt hvordan 4D-BIM har påvirket tre ulike prosjekter i London. Den kritiske suksessfaktoren for et byggeprosjekt er at oppstartdato for hver aktivitet skjer i henhold til fremdriftsplanen. En forsinkelse på en aktivitet kan hemme starten på den påfølgende aktiviteten. Dette vil til slutt resultere i en økning av prosjektets varighet. De har analysert hvordan bruken av en 4D-modell har påvirket planleggingseffektiviteten og kommunikasjonen i prosjektene. Planleggingseffektiviteten har blitt presentert i form av prosentvis hit-rate. Hit-ratene indikerer prosentvis pålitelighet for oppstartsdato ved å sammenligne planlagt mot faktisk fremdrift, det vil si prosentandelen av aktiviteter startet og fullført innen den tiden som er satt. Evaluering av aktiviteter som starter og slutter senere enn planlagt har stor betydning grunnet deres effekt på påfølgende aktiviteter. De tre prosjektene som benyttet 4D-teknologi hadde i gjennomsnitt en hit-rate som ligger 17 prosent over bransjens gjennomsnittlige hit-rate. En høy hit-rate gir en klar indikator på påliteligheten til en fremdriftsplan. Kommunikasjonseffektiviteten ble vurdert ut ifra gjennomsnittlig tid spart på ukentlige møter av anleggsledelsen. Dawood og Sikka (2009) fant ut at møtetiden ble gjennomsnittlig redusert med 30 prosent ved å benytte 4D-teknologi. Andre egenskaper ved 4D-teknologi som kom frem i forskningen deres er at 4D er et effektivt prosjektstyringsverktøy for overvåking, planlegging og utførelse av et prosjekt. Flertallet av prosjektlederne som bruker 4D-teknologi kunne melde om redusert byggetid, minke mengden omarbeid og mindre risiko forbundet til fremdriftsplanen. Ved å planlegge i 4D kan man kommunisere og oppdage kollisjoner mellom de ulike fagene i fremdriftsplanen fremfor ute på byggeplassen. Det kan bidra til å spare betydelige kostnader og tid. I tillegg er 4D et verktøy for å redusere risiko. 4D kan hjelpe personer utenfor byggebransjen til å forstå hvordan et prosjekt skal bygges. 4D-teknologi vil gjøre det mulig for rådgivere, designere og anleggsledelsen til å se og endre

utforming umiddelbart og samtidig se konsekvensene av endringer knyttet til ressurser, kostnad og tid. Teknologien kan også bidra til å oppdage eventuelle problemer knyttet til byggbarhet og koordinering i tidlige stadier av prosjektet. Dawood og Sikka (2009) påpeker flere hindringer for implementering av 4D i byggebransjen. Først og fremst er mangelen på tilstrekkelig personell med kunnskap om 4D. Det vil også kreves mye tid og penger til opplæring av arbeiderne. Oppgradering av modellen vil koste penger og kreve mye oppmerksomhet i en allerede travel hverdag. Videre påpeker de at det er en motstand i byggebransjen mot endringer og investering i forskning og utvikling, noe som vil vanskeliggjøre implementeringen av 4D (Dawood & Sikka, 2009).

5D-BIM

En tidkrevende, men nødvendig, aktivitet innen prosjektledelse er likviditetsbudsjettering. Dette innebærer å ha kontroll på prosjektets kontantstrømmer, inn- og utbetalinger slik at man er sikker på å ha dekning på konto når fakturaer skal utbetales. Utfakturerer fra prosjektet gjøres som hovedregel etter en bestemt faktureringsplan, enten basert på framdrift, tid eller milepæler og med en avtalt andel på forskudd. Lu et al. (2016) peker på at det i tradisjonell BIM og i 4D BIM kun tas hensyn til kostnaden og ikke utgiften i utgående kontantstrøm. Dette er upresist fordi utgiften, og dermed kontantstrømmen, kommer når fakturaen skal betales, og ikke når kostnaden oppstår gjennom forbruk av den innkjøpte ressursen. For inngående kontantstrømmer kan man ikke bruke helt den samme logikken, men det vil ofte være slik at forbruk av materialer og timeverk (fremdrift på byggeplassen) vil være utløsende for når innbetalinger fra byggherre gjøres. Det trekkes fram at 5D BIM er avhengig av god planlegging og oversiktlige kontraktsforhold for å fungere. Tillegg, avvik og endringer vil fortsatt måtte håndteres manuelt, men dette vil normalt være en mindre del av de totale inn- og utbetalingene i et prosjekt. Det vil naturlig nok være kostnader i forbindelse med å etablere en 5D BIM modell og det bør følgelig gjøres en vurdering på om nytten overstiger kostnaden. Besparelser man kan oppnå bør med en rimelig grad av sannsynlighet kunne sies å være større enn kostnadene man pådrar seg ved å inkludere likviditetsbudsjettering i modellen (Lu, Won, & Cheng, 2016).

4 Resultater

I dette kapitlet presenteres resultatene fra utførte studier. Kapitlet starter med en presentasjon av HENT og deretter en beskrivelse av prosjektene som har vært gjenstand for casestudiet. Hvilke prestasjonsindikatorer som måles og hvordan de blir målt beskrives før digitale hjelpemidler i HENT blir introdusert.

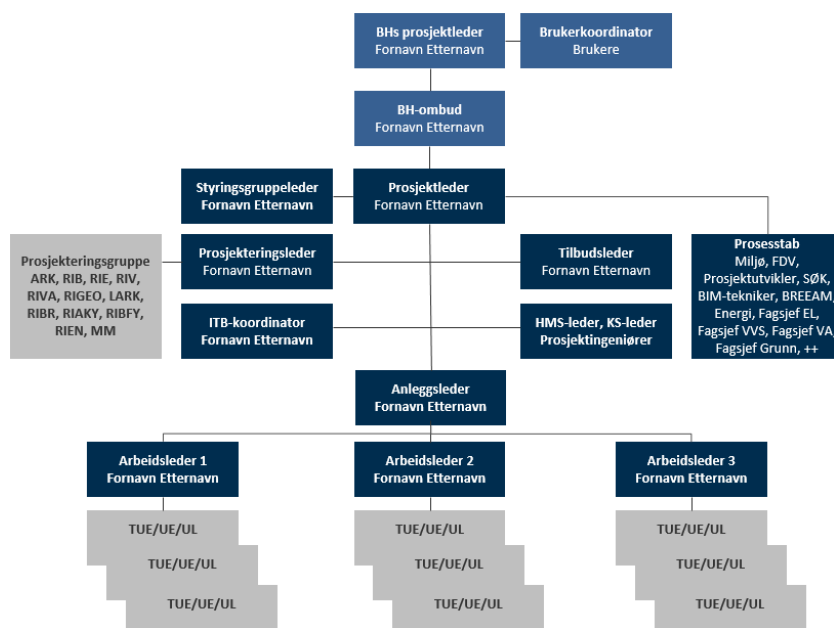
4.1 Om HENT

HENT er en nordisk entreprenør og prosjektutvikler som utvikler og utfører alle typer byggeprosjekter, både for offentlige og private utbyggere. Selskapet har over 900 ansatte og omsatte for 7,5 milliarder i 2016. HENT har sitt hovedkontor i Trondheim, og har avdelingskontorer i Oslo, Bergen, Horten, Hønefoss, Ålesund og Bodø samt kontorer i både Sverige og Danmark (HENT, u.d.). HENT har en intern målsetning om å bli den best likte entreprenøren i Norden.

Det har vært en stor satsning på LEAN for hele verdikjeden i HENT. Et viktig prinsipp i HENT sin tilnærming til LEAN prosjektstyring er å sørge for flyt i alle leveransene mellom alle aktører i prosjektene. Prosjektene til HENT kjøres etter modellen «Trimmet gjennomføring» som er selskapets tilpasning til LEAN-prinsippene. Trimmet gjennomføring kan leses mer om i kapittel 4.1.2 Selskapet har også egenutviklet flere moduler inn mot deres felles plattform for prosjektgjennomføring. Tanken er å eie egen data og fritt kunne bygge rundt med funksjonalitet i fremtiden. BIM er også satset stort på i HENT, per nå har selskapet et pilotprosjekt pågående med tegningsløs byggeplass i forbindelse med armeringsarbeid.

4.1.1 Organisasjon

I prosjektgjennomføringsfasen er HENT organisert som vist i figur 3.



Figur 3: Organisasjon HENT; Tett bygg og innredning

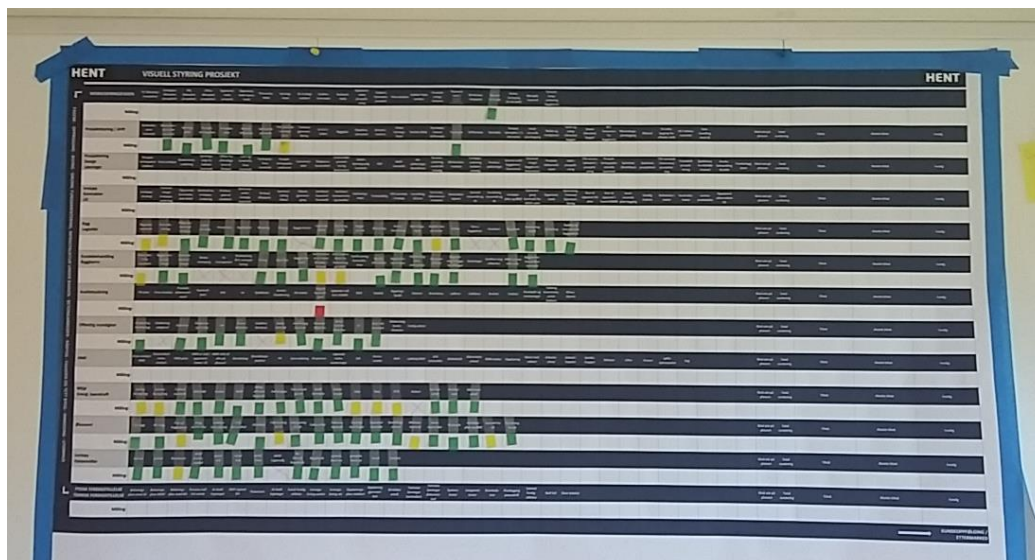
Styringsgruppelederen er budsjettansvarlig for sine prosjekter og rapporterer til sin overordnede som er produksjonsdirektør eller produksjonssjef. Prosjektlederen rapporterer status og utvikling i prosjektet til styringsgruppelederen. Styringsgruppelederen skal godkjenne avvik i forhold til prosjektets budsjett og/eller andre avvik av betydning før de iverksettes. Det overordnede ansvaret for at prosjektet gjennomføres i henhold til kvalitetssystemet og at gjeldende lover, forskrifter, standarder og kontraktens spesifikasjoner blir oppfylt, har prosjektlederen. Dersom faresignaler eller uregelmessigheter i prosjektgjennomføringen oppdages skal prosjektlederen rapportere disse umiddelbart til styringsgruppelederen. I tillegg skal prosjektlederen finne og analysere årsaken dersom prosjektet går dårligere enn antatt. Anleggslederen skal legge stor vekt på kvaliteten i prosjektet og er pliktig til å sette seg inn i prosjektets KS-system og benytte dette i byggeprosessen. Han er ansvarlig for å følge opp HMS, miljø og kvalitet i henhold til planlagt i Trimmet gjennomføring for prosjektet. Basert på hovedfremdriftsplanen skal anleggslederen etablere en styringsplan. Arbeidslederne har egne ansvarsområder i prosjektet. De skal påse at krav i kontraktene i sitt ansvarsområde blir gjennomført i henhold til HENT sitt styringssystem og innenfor de rammene som er satt, i tillegg til at utførelsen følger lov og forskrifter. Arbeidslederen skal utarbeide produksjonsplaner basert på styringsplanen, og involvere baser/formenn hos UE i planleggingen. De har også ansvar for fremdriftsoppfølging i sine kontrollområder og utføre kontroller mellom hver aktivitet (HENT AS).

4.1.2 Trimmet gjennomføring

Trimmet Gjennomføring er HENTs gjennomføringsmodell. Trimmet gjennomføring er innført i alle prosjektets faser, fra anbudsfasen til ferdigstilling. For å øke produktiviteten er det viktig å jobbe mot et felles mål. Plansystem, delmål og kvalitetskontroll underveis i prosjektgjennomføringen står derfor sentralt i gjennomføringsmodellen. Trimmet Bygging er basert på syv forutsetninger for sunn aktivitet. Alle de syv forutsetningene tilstrebes å være innfridd før oppstart av en ny aktivitet. Dersom en eller flere forutsetninger ikke er tilstede får man ikke-verdiskapende aktiviteter som for eksempel feilretting, gangtid, venting og lignede. Man må derfor gjøre en hindringsanalyse hvor man må spørre seg hvilke av de syv forutsetningene som ikke er innfridd i dag for det arbeidet som skal startes på om en uke. De syv forutsetningene går ut på at forutgående aktivitet må være avsluttet og med riktig kvalitet før neste skal begynne, nødvendige materialer, verktøy og utstyr må være tilgjengelig, aktøren som skal utføre aktiviteten må ha nødvendig personell med riktig kompetanse, arbeidsunderlag og informasjon må foreligge, området som det skal produseres i må være klart og tilgjengelig og ytre forutsetninger må være på plass (HENT AS).

4.1.3 Visuell styring

Visuell styring er et forholdsvis nytt konsept i HENT. Mens oppgaven ble skrevet ble det implementert i prosjektet Hønefoss Sør og i selskapet for øvrig. Konseptet går ut på å gjøre en totalvurdering av prosjektet basert på i hvilken grad prosjektstyring, prosjektering, innkjøp, rigg, kundebehandling, kvalitetssikring offentlig myndighet, HMS, miljø, økonomi og hjelpemidler er ivarettatt gjennom prosjektets faser. Disse punktene vurderes ut fra flere indikatorer tilpasset de ulike fokusområdene, for eksempel er «overordnet risikoanalyse» en indikator på godt arbeid med HMS. For hvert enkelt punkt gjøres en bedømmelse der prosjektledelsen skal vurdere hver indikator som enten grønn, rød eller gul. Indikatorer som markeres som grønn betyr at alt er bra, indikatorer med gult merke indikerer at tiltak bør vurderes, mens rødt merke betyr at tiltak skal igangsettes. Tanken er å sikre åpenhet og transparens i gjennomføringen og bidra til at alle er klar over status i prosjektet.



Figur 4: Visuell styring

4.1.4 Hønefoss sør 1-7

Hønefoss Sør er et nybygg av en barneskole fra 1-7- trinn. Byggherre er Ringerike kommune og arkitekten er Vis a Vis. Prosjektet er gjennomført som en samspill/totalentreprise. Alle arbeidene er satt bort til underentreprenører, noe som legger føring for hvilke målinger som utføres. Kontraktssummen for prosjektet er 200 millioner.



Figur 5: Hønefoss Sør. Kilde: (HENT AS, u.d.)

4.1.5 Lilleaker Vest

Lilleaker Vest er et boligprosjekt på Lilleaker i Oslo. Prosjektet er på totalt 31.000 kvadratmeter fordelt på syv bygg og 208 leiligheter og har en kontraktssum på 500 millioner. Byggherre er Lilleaker Boligutvikling og prosjektet er tegnet av Lund Hagem Arkitekt. Prosjektet er utført som en totalentreprise.



Figur 6 Lilleaker Vest. Kilde: (HENT AS, u.d.)

Prosjektet er et pilotprosjekt i HENT-sammenheng med bruk av armering i 3D. Byggeplassen var tegningsfri i denne fasen, og benyttet kun en 3D-modell. Nærmere forklart så utføres armeringsarbeidet helt uten tegninger og det benyttes kun 3D-modeller av stålet, og alt fra prosjektering, bestilling, planlegging og utførelse gjøres i en og samme plattform. Omfanget på arbeidet er ikke mindre enn 11.950 m³ plasstøpt betong. Mer om BIM på Lilleaker Vest kan leses i kapittel 4.3.1.

4.2 Måling av prestasjonsindikatorer

Alle informantene mente at det er viktig å utføre produktivitetmålinger for å ha oversikt over prosjektet og kunne sette inn tiltak tidlig dersom det behøves. Et av funnene som ble gjort er at fokuset på målingene er til dels forskjellig etter hvilken kontrakt man har, om man har egenproduksjon eller benytter underentreprenører. På prosjektet Hønefoss Sør har underentreprenørene en fastpris for å utføre jobben. Det medfører at fokuset til prosjektledelsen i forhold til produktivitetmålinger er å måle på fremdrift og dermed sørge for at alle aktiviteter kan starte til planlagt tid slik at flyten ikke hindres. Prosjektet Lilleaker Vest benytter

timekontrakter på noen av underentreprenørene. Ved å kjøpe timer er man i praksis nært opp mot egenproduksjonssegmentet, til tross for at man benytter underentreprenører. Det blir derfor målt og fulgt opp mer på arbeidsproduktiviteten i det prosjektet enn det gjøres i Hønefoss Sør. Begge prosjektene benytter avviksloggen til å registrere avvik på HMS og kvalitet. En av informantene fortalte at det ikke gjøres så mange målinger hvor resultatet tallfestes, men at det kontinuerlig gjøres vurderinger og evalueringer. En annen informant fortalte at mye av jobben dreide seg om å være proaktiv og hvordan kan man tilrettelegge for underentreprenørene for at de skal yte best mulig, uten at det nødvendigvis gjøres målinger.

4.2.1 Arbeidsproduktivitet

Mange av kontraktene med underentreprenørene basert på timer på prosjektet Lilleaker Vest. Det har derfor vært et større fokus på arbeidsproduktivitet på dette prosjektet enn det har vært på Hønefoss Sør som benytter fastpris på underentreprenørene. På Lilleaker Vest følger de derfor mer opp på mengder og medgåtte timer. Målingene som gjøres baseres på en timeverksfaktor. Dette blir som en type akkord, hvor en setter opp et timebudsjett for å gjennomføre en spesifikk oppgave og måler deretter opp mot budsjettet.

Den ene informanten fra Hønefoss Sør påpekte at dersom de hadde egenproduksjon ville arbeidsproduktiviteten blitt fulgt opp tettere og i mye større grad. Når man sitter med ansvaret for timebruk måler man også mer. Vedkommende fortalte at på prosjekter han har hatt med egenproduksjon, ble det kjørt månedlig «cut off» i forhold til antall timer benyttet kontra mengder produsert i forhold til enhetspriser. Gjennom en uformell samtale med en tidligere prosjektleder i HENT kom det frem at akkorden også benyttes som et mål for produktivitet når man har egenproduksjon.

4.2.2 Fremdrift

Den kanskje mest fremtredende produktivetsmålingen som gjøres i HENT er fremdriftsmålinger. Fremdriften i prosjektene måles etter styringsplanen. Styringsplanen er en detaljert fremdriftsplan og er det viktigste planverkselementet i HENT sine prosjekter. Styringsplanen er utarbeidet med utgangspunkt i hovedfremdriftsplanen som inneholder oppstart og varighet for de overordnede aktivitetene i tillegg til viktige milepæler, men er

detaljert ned på aktivitetsnivå. Det er den som danner grunnlaget for at prosjektene kan overleveres til byggherre med rett kostnad og kvalitet til avtalt tid. Hele prosjektet styres etter styringsplanen, direkte eller indirekte gjennom andre planer som er basert på styringsplanen. Det er derfor viktig at styringsplanen er så god og gjennomarbeidet som mulig. Prosessen med å lage en god styringsplan er kategorisert i tre nivåer og starter allerede før HENT har blitt tildelt jobben. Den endelige styringsplanen som prosjektene styres etter kommer til etter at innholdet er omforent med sentrale underentreprenører i prosjektet (HENT AS).

For fremdriftsplanlegging benytter HENT programvaren *Safran project*. Safran benyttes også til å måle produktivitet og fremdrift i prosjektet. Timeverk og status på fremdrift rapporteres inn ukentlig til anleggsleder. Dette plottes deretter inn i Safran, og man får ut en rapport med status på fremdriften i prosjektet etter styringsplanen. Rapporten viser planlagt bemanning i forhold til faktisk bemanning, planlagt ferdiggrad mot faktisk ferdiggrad i tillegg til en produktivitetsgraf. Samtlige informanter fra begge prosjektene konkluderte med at disse målingene er et nyttig verktøy i arbeidshverdagen. Målingene gir en status i prosjektet og en mulighet til å sette inn tiltak tidlig dersom det er avvik fra planen. Det ble også påpekt at målingene benyttes til å sikre prognoser for videre planlegging av prosjektet. P-faktoren benyttes ikke i så stor grad i praksis, med mindre det er store avvik. Dersom en underentreprenør har en P-faktor som ligger over 1 tilsier det at de bruker mer timer enn planlagt, dersom P-faktoren er under 1 tjener underentreprenøren penger da han benytter mindre timer enn planlagt for å utføre jobben. Den ene informanten som utfører fremdriftsmålingene i Safran på prosjektet Hønefoss Sør fortalte at det er en tidkrevende prosess. Både det å hente inn timer og få underentreprenørene til å sende inn fremdriftsstatus tar mye tid. Dersom noen ikke sender inn status er det ikke mulig å få rapportert foregående ukes fremdrift.

Resultatene benyttes i ukentlige driftsmøter med underentreprenørene. Dersom noen ligger veldig bak skjema arrangeres det møte med kun dem for å planlegge videre fremdrift og for å høre hvordan HENT kan tilrettelegge for underentreprenøren slik at de får gjort jobben sin til riktig tid. Det ble påpekt i en uformell samtale at en grunn for å gjøre produktivitetsmålinger er å kunne se symptomer i tide og deretter sette inn tiltak. Dette ble gjort på et prosjekt med suksess. Vedkommende opplevde at underentreprenøren ikke skjønnte selv at de hadde feilkalkulert bemanning og tidsbruk, og ved hjelp av produktivitetsmålingen kunne de illustrere

for underentreprenøren utfordringen de stod ovenfor. Produktivitetstallet gir prosjektledelsen et håndfast bevis og kan presentere tall svart på hvitt at det er noe som ikke fungerer og tiltak må gjøres før det er for sent og går ut over flyten i produksjonen.

På prosjektet Lilleaker Vest har de tatt i bruk 4D-BIM til fremdriftsplanlegging. Fireukersplaner planlegges i 4D-BIM, noe informantene opplyser at har fungert veldig bra. Man ender opp med en modell som bygges opp etter hvert med fargekoder for status. Områder som er ferdig utført markeres i grønn og under arbeid i rødt. Dersom man er på plan skal man ikke ha noen røde elementer når uken er ferdig. I utgangspunktet har underentreprenørene mulighet til å rapportere fremdrift i BIM-modellen.

4.2.3 Kvalitet

HENT sin ambisjon for kvalitetsarbeid er å «levere riktig kvalitet til riktig tid, hver gang». Det jobbes aktivt for å oppnå den ambisjonen, og det søkes aktivt å redusere antall byggefeil i prosjektene og levere ferdige bygg som svarer til kundens krav og forventinger. Strategien bygger på at god kvalitet er god økonomi. Alle ansatte har et ansvar for å påse at prosjektene leverer i henhold til HENT sin kvalitetssikringsstrategi og et ansvar for å sikre forbedring ved å bruke tidligere erfaringer og melde inn nye erfaringer i systemet «HENT Beste Praksis». Kvalitetsstyring i utførelsesfasen innebærer faste møtepunkter og befaringer. Mellom hver aktivitet gjennomføres såkalte Check-pointbefaringer for å verifisere at foregående aktivitet er ferdig og eventuelle mangler som må utbedres identifiseres på et tidlig stadium. Man får også kontrollert tidlig at nødvendig kontrolldokumentasjon foreligger i tillegg til en verifikasjon på om neste aktivitet er klar til oppstart (HENT AS). Kvalitetssikringen i prosjektet evalueres også gjennom Visuell styring.

HENT har flere systemer for å rapportere kvalitetsavvik. Bedriften har utarbeidet en egen avviksslogg for å registrere avvik innen HMS, kvalitet og feil og mangler. Flere av informantene informerte om at avvikssloggen er et nyttig verktøy i arbeidshverdagen. Den har et enkelt brukersnitt og det er en fordel at den kan benyttes både på håndholdte enheter og datamaskiner. Den er tidsbesparende da man kan registrere avviket ute på byggeplassen med dokumentasjon og det bedrer informasjonsflyten i prosjektet ved at riktig vedkommende får varsel om avviket. En fordel som trekkes frem av flere informanter er tegningsfunksjonen som gjør det mulig å

markere avviket på en tegning. Det gjør det enkelt å finne frem til avviket for den som skal gjøre tiltak for å få avviket lukket. På prosjektnivå utføres ikke spesifikke målinger på kvalitet, men det rapporteres. Rapporterte avvik akkumuleres så til statistikk på bedriftsnivå. Avvik rapporteres månedlig til styringsgrupeleder og byggherre. På bedriftsnivå fører HENT statistikk over antall avvik i alle prosjekter og har en oversikt på intranettet over antall kvalitetsavvik i prosjektene helt tilbake til 2015.

4.2.4 Økonomi

Prosjektorganisasjonen har ansvaret for økonomien i prosjektet, noe som innebærer at prosjektlederen månedlig rapporterer status på inntekter og utgifter, samt en sluttprognose på hvilket økonomisk resultat prosjektet vil gi etter ferdigstilling. Som en del av økonomioppfølgingen inngår løpende likviditetsoppfølging, altså pengebeholdning som resultat av inn- og utbetalinger i prosjektet. Verktøyet for økonomioppfølging i prosjekt heter ØKO og er et excel-basert verktøy. Det består hovedsakelig av en kalkyle på hva det vil koste HENT å innfri kontraktsforpliktelsen, en oversikt over endringer med tilhørende økonomisk konsekvens både mot byggherre og underentreprenører i tillegg til en oversikt over alle påløpte inntekter og utgifter i prosjektet (HENT AS). Prosjektlederen vurderer om man treffer på økonomien, og måler en økonomisk ferdiggrad. Det handler i stor grad om man treffer kalkylen eller ikke.

På Lilleaker Vest føres det statistikk over påløpte kostnader på betong og armering. Enhetsprisen for hvert støp føres inn og slik vurderes hvilke mengder som lønner seg å bestille. Det blir også målt på hvor mange timer som benyttes per kubikk. Ved å ha god oversikt over økonomien har man mye bedre kontroll og kan redusere utgiftene med enkle grep. Det ble blant annet funnet ut at man kan spare 50 kr i bompenger per betongleveranse ved å bestille betongen fra et annet firma.

4.2.5 Helse, miljø og sikkerhet

HMS er en grunnpilar i HENT sin strategiske satsing. Alle prosjekter har en HMS-koordinator tilknyttet prosjektet og HENT har en egen HMS-avdeling som rapporterer direkte administrerende direktør i selskapet. På prosjektnivå føres HMS-avvik inn i avviksloggen slik

at alle i prosjektet har oversikt over antall avvik på HMS, på samme måte som for kvalitet. I avviksløkken har man en oversikt over antall avvik, både avvik som er aktive og de som er lukket med eventuell dokumentasjon på at avviket er lukket. Disse merkes i henholdsvis rødt og grønt i avviksløkken. Det gjøres også forskjell på alvorlighetsgraden på avviket. Alvorlige avvik og nestenulykker rapporteres direkte til sentral ledelse i HENT. Alle avvik, ulykker og uønskede hendelser rapporteres til styringsgruppeleder og byggherre. Deretter regnes H-verdi og F-verdi ut for hvert prosjekt på bedriftsnivå, med tall som hentes fra Avviksløkken. Disse resultatene blir så akkumulert til en statistikk for alle prosjekter i hele selskapet.

Gjennom observasjoner, uformelle samtaler og dokumentstudier ble det funnet at HENT gjør mye forebyggende arbeid for å øke sikkerheten på arbeidsplassen. I utførelsesfasen innebærer dette blant annet mottakskontroll og en kortfattet, prosjekttilpasset sikkerhetsintro når nye aktører kommer på plassen. Det avholdes sikkerhetsintro ukentlig hvor det gis veiledning om hvordan byggeplassen skal være trygg å jobbe på. Sikker jobb analyser (SJA) dokumenteres og følges opp, det gjennomføres ukentlige vernerunder og det går jevnlig med fokus på å avdekke manglende sikkerhetstiltak.

4.2.6 Kundetilfredshet

Gjennom uformelle samtaler ble det funnet ut at i den grad kundens tilfredshet måles i prosjektet, gjøres dette gjennom en analyse i forbindelse med Visuell styring. Indikatorer som dialog med kunden, åpenhet, i hvilken grad HENT har etterspurt tiltak for forbedring og kundetilfredshet vurderes fortløpende av anleggsledelsen. En av informantene sa i en uformell samtale at det var utfordrende å bedømme kundens tilfredshet uten annet enn sin subjektive oppfatning. Gjennom dokumentstudier ble det funnet at det på enkelte prosjekter ble sendt ut et evalueringsskjema til kunden i etterkant av prosjektet. På dette skjemaet skulle kunden karaktersette blant annet samarbeidet, den faglige utførelsen, tilliten til prosjektledelsen, HMS i prosjektet og generell tilfredshet med HENT.

4.2.7 Hvorfor måle - fordeler og ulemper

Samtlige informanter trekker frem kontrollen og oversikten man får i prosjektet ved å utføre målinger som en stor fordel. En ser tidlig om prosjektet er på rett vei eller om det må gjøres

korrigerende tiltak. På prosjektnivå benyttes målingene til oppfølging av produksjonen og til å overvåke prosessen slik at eventuelle tiltak kan settes inn tidlig. Fremdrift, økonomi, HMS og kvalitet blir rapportert til styringsgruppemedlemmer.

En av informantene fortalte at en av fordelene er at man får informasjon tidlig om plassen fungerer, om det blir produsert så mye som det i utgangspunktet må gjøres, om plassen er godt nok tilrettelagt og om det er riktig bemanning. I utgangspunktet kan produktivetsmålingene fortelle om det benyttes feil type skruer fordi operasjonen tar for lang tid, for å dra eksempelet helt til ytterkanten. Målingene gir veldig mye rom for å si hvilke operasjoner som fungerer eller kanskje viktigst, hva som ikke fungerer. En av informantene påpekte at tidligere, da man ikke utførte målinger, visste man ikke om problemene før de oppstod. Samme informant trekker frem at målingene skaper bedre dynamikk mellom prosjektledelsen og underentreprenørene i tillegg til at det medfører en mer rasjonell fremdrift, noe som alle er tjent med.

De fleste informantene ser ikke så mange ulemper med å utføre målinger, foruten tiden det tar. En av informantene opplever at målingene er «nok en ting som må gjøres» og binder opp tiden til nøkkelpersoner i prosjektet, men ser samtidig at resultatene er til så mye hjelp at det ikke er et alternativ å ikke utføre målinger. Det etterlyses derfor mer effektive måter å måle på.

4.3 Digitale hjelpemidler i HENT

Det finnes utallige hjelpemidler for byggenæringen på markedet i dag. HENT har utviklet flere programvarer i egenregi som benyttes i alle faser av prosjektene. Selskapet har blant annet utviklet en portal for støtteverktøy i utførelsesfasen som heter Prosjekt.hent.no. I denne portalen er all informasjon i systemet koblet opp mot prosjekt, noe som muliggjør en kobling mellom modulene slik at man kan jobbe i spesialiserte verktøy i tillegg til å samhandle og visualisere informasjon på tvers av modulene. Portalen bygger på mest mulig transparens i gjennomføringen slik at *riktig informasjon er tilgjengelig til riktig tid for relevant personell*. I portalen ligger blant annet Digital kontrollplan, Avviksloggen og en aksjonsliste hvor alle prosjektets gjøremål ligger samlet. Portalen er tilpasset bruk både på mobil/nettbrett i tillegg til arbeid på PC/laptop (HENT AS). Alle informantene opplever at disse modulene er til stor nytte i prosjektgjennomføringsfasen. I tillegg til de egenutviklede programmene og plattformene benyttes også BIM aktivt, men i varierende grad på de ulike prosjektene.

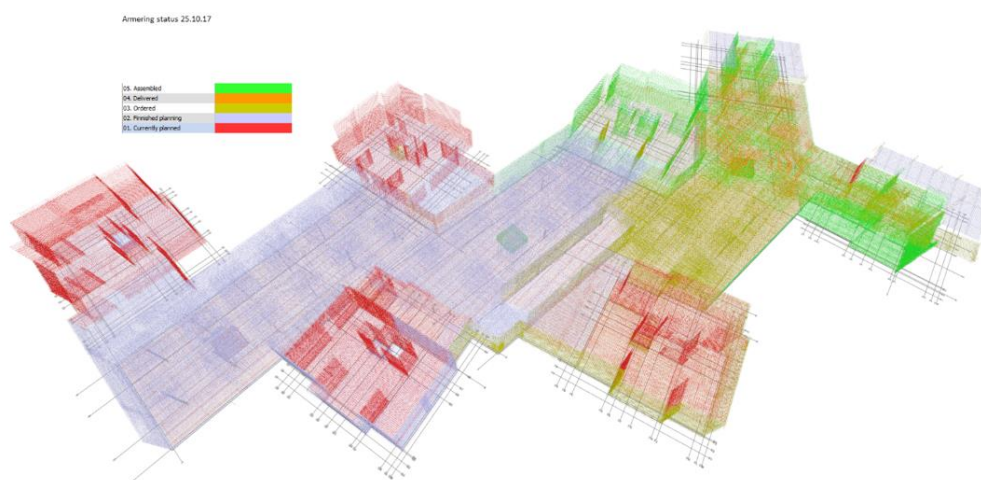
4.3.1 BIM

I 2010 ble BIM et sentralt verktøy for produksjonsavdelingen i HENT. Per i dag benytter HENT BIM-modeller i alle nybyggprosjekter og utvalgte rehabiliteringsprosjekter. Bakgrunnen for det er at modeller gir enklere innsikt, forbedrer kommunikasjon og tilrettelegger for høyere kvalitet på en helt annen måte enn tradisjonelle tegninger. For HENT innebærer en BIM-modell at informasjonen om et bygg lagres i modeller og oppdateres fortløpende slik at den alltid er aktuell og kan nyttiggjøres gjennom hele livsløpet til bygget. Ved å planlegge og bygge virtuelt i prosjektgjennomføringen sørges det for en sømløs informasjonsflyt og samspill mellom alle aktørene i et prosjekt. I tillegg er modellen et hjelpemiddel til å forstå byggets og installasjonenes utforming og geometri slik at man ved aktiv bruk vil kunne levere et bygg av høyere kvalitet. Tanken til HENT er at BIM vil bidra til høyere motivasjon hos ansatte, bedre økonomiske resultater for alle involverte parter og gi positiv omtale av prosjektet (HENT AS).

BIM benyttes i alle fasene av et prosjekt. I prosjektutviklingen benyttes BIM for å skape bedre løsninger og forbedre kommunikasjon, til å kjøre analyser for å vurdere alternative utforminger av bygningen og for å forbedre konseptvalget og gi grunnlag for en mer riktig pris. I prosjekteringen brukes BIM til blant annet tverrfaglig koordinering for å sikre et feilfritt produksjonsunderlag og for å involvere produksjon tidligere slik at man oppnår gode og

byggbare løsninger. BIM i prosjektering benyttes også til å gjennomføre digitale ferdigbefaringer for å sikre at bygget som planlegges er i henhold byggherres og brukeres krav og behov. Det er betydelig billigere å oppdage feil på modellen og luke ut byggefeil gjennom prøvebygging på PC. Modellen er også et nyttig verktøy for anleggsledelsen til å forstå kompliserte produksjonsunderlag og også til å planlegge utførelse. Ved å koble pris opp mot modellen kan man raskt oppdatere, overvåke og analysere hvilke utslag endringer kan gi mot målpris/budsjett. Modellen kan også benyttes til å hente ut mengder for kvalitetssikring og reduksjon av risiko og kan gi et modellbasert grunnlag, for eksempel dør- og vindusskjema (HENT AS).

På Lilleaker Vest utføres som sagt armeringsarbeidet helt uten tegninger og det benyttes kun 3-dimensjonale modeller av stålet. På disse papirløse tegningene har man muligheten til å benytte statusene «foreløpig prosjektert, ferdig prosjektert, bestilt, lager byggeplass og montert». Eksempel på dette kan sees i figur 7. For statussetting av fremdrift benyttes Solibri. Solibri er et verktøy for å analysere, visualisere, kvalitetssikre og kommunisere BIM-modellen, og baseres på IFC, som er et åpent format som alle «BIM-verktøy» kan eksportere til. Det har medført at status fra byggeplassen alltid er tilgjengelig i modellen og rådgiverne har erfart at det har stor nytteverdi da det ikke er noe poeng i å prosjektere løsninger som allerede er løst ute på byggeplassen. Arbeidsleder på betong har opplevd at monteringsjobben blir enklere med modell, usikkerhet knyttet til tegninger ble redusert og det er enklere å kontrollere hva som er gjort og ikke. Byggherre er svært fornøyd med å kunne følge arbeidet i modellen.



Figur 7 Eksempel på status armering i prosjekt (HENT AS)

3D-modellen kan også benyttes til bestilling av materialer. En fordel med å benytte modellen til bestilling er at man får mer forutsigbarhet og man kan bestille materialene tidlig. Man får ofte rabatt når man bestiller store kvantum og i god tid i forveien.

Planlegging og simulering av produksjonsfremdrift med BIM

Det nyeste tilskuddet i HENT er BIM til planlegging av fremdrift. Det er rett og slett en modellsimulering av «Trimmet gjennomføring» gjort med fremdriftsverktøyet Synchro. Man legger til tid til 3D-modellen og får da en 4D-modell som kan bidra til å optimalisere fremdriftsplanen og redusere usikkerheten i gjennomføringen. Alle objektene tegnes inn på tomten og tidsettes. Slik kan også logistikk planlegges for en effektiv utførelse. Denne måten gjør det også enklere å visualisere prosjekterings tidsplan i sammenheng med utførelsens tidsplan. Det kan bidra til å sikre at prosjekteringsgruppen jobber i takt med planlagt produksjon, slik at arbeidstegningene er klar i god tid før oppstart i de ulike områdene. 4D-BIM har også blitt benyttet for å finne den mest produksjonsvennlige montasjerekkefølgen (HENT AS).

På prosjektet Lilleaker Vest benytter de 4D-BIM til å lage fireukers planer. Dette har blitt gjort med stor suksess, og informantene informerte om at planen ble veldig oversiktlig for alle aktørene. På prosjektet Hønefoss Sør har ikke alle informantene hatt like mye erfaring med BIM, men flere var veldig positiv til 4D-BIM og mener at det kan bidra til å effektivisere hverdagen til byggeledelsen ved at man, i teorien, kan følge fremdriften på byggeplassen fra anleggskontoret.

4.3.2 Digital kontrollplan

Digital kontrollplan er en egenutviklet plattform av HENT. Kontrollplanen er den operative oppfølgingen av planverket. Kontrollplanen er laget slik at den er synkronisert med aktivitetene som er gitt i styringsplanen og den kobler ledelseskontroller, befaringer, SJA (Sikker Jobb Analyse) og RJA (Rett Jobb Analyse) mot aktiviteter som skal utføres i prosjektgjennomføringsfasen. Planen ajourføres med dokumentasjon på de ulike kontrollene som utføres og slik sikrer man en enkel oversikt over status i prosjektet (HENT AS).

I planen skal det kvitteres for at de aktivitetene som skal gjøres i hvert kontrollområde er:

1. Klart for oppstart
2. Arbeidet er utført
3. Området er klart for neste aktivitet
4. CheckPoint HENT – det betyr at HENT skal kvittere på at området er klart for neste aktivitet og at det foreligger nødvendig dokumentasjon, som for eksempel sjekklister.

Ved å gjøre en såkalt Check-point befarings mellom hver aktivitet i kontrollområdene forsikres det at foregående aktivitet er ferdig og man får identifisert på et tidlig stadium om det foreligger noen mangler som må utbedres før neste aktivitet i området starter opp (HENT AS).

På begge prosjektene er implementeringen av Digital kontrollplan fortsatt i startfasen. På prosjektet Hønefoss Sør har de kommet litt lengre i innføringen og hadde derfor litt mer erfaring med plattformen. Alle informantene på prosjektet ser fordelene med kontrollplanen, men at den ble innført for sent da prosjektet allerede var i gang med innredningsarbeidene da den kom. En utfordring de har opplevd er å få alle underentreprenørene til å benytte den. En forutsetning for at det skal være et nyttig verktøy er at alle tar den i bruk. Siden kontrollplanen ble implementert såpass sent ble det besluttet i løpet av tiden masteroppgaven ble skrevet å ikke benytte plattformen da det ble mer ekstraarbeid enn nytte å bytte system.

4.3.3 Avviksloggen

HENTs avvikslogg er en egenutviklet modul for oppfølging av avvik innen HMS, kvalitet og miljø. I modulen er det også mulig å registrere feil og mangler som benyttes i slutfasen av prosjekter. Avviksloggen har et enkelt brukersnitt for registrering og viser oversikt over alle registrerte avvik, feil og mangler (HENT AS). Avviksloggen benyttes aktivt på begge prosjektene. Alle informantene opplyste om at denne fungerer veldig bra og gir et oversiktlig bilde av situasjonen i prosjektet. Det er veldig positivt at man kan registrere avvikene mens man er ute på byggeplassen og legge ved eventuell dokumentasjon som blir lastet opp direkte. En av informantene som har lang erfaring i HENT mener at selskapet har gjort en stor forbedring siste året med tanke på digitale hjelpemidler, og trekker i den anledning frem Avviksloggen spesielt. I en uformell samtale med en HMS-koordinator kom det frem at en

fordel med avvikslaggen og Digital kontrollplan er at man har alt samlet på ett sted, det er oversiktlig og man trenger ikke lete etter dokumenter i flere systemer.

En ting som flere informanter etterlyste ved avvikslaggen er muligheten for å registrere avvik innen RTB (Rent Tørt Bygg). Slik det er nå registreres disse under HMS eller kvalitet, noe som kan gi et uriktig bilde av sikkerheten eller kvaliteten i prosjektet. Det trekkes også frem av det er personavhengig hva som rapporteres som avvik og i hvilken grad man rapporterer.

4.3.4 Kan digitale hjelpemidler forbedre og effektivisere hvordan prestasjon måles?

De fleste informantene var positivt innstilt til å benytte digitale hjelpemidler til måling. HENT har allerede startet med å implementere digitale hjelpemidler i utførelsesfasen og dette har vært gjort med suksess. Digitale hjelpemidler kan effektivisere hvordan målinger utføres dersom de benyttes riktig og blir tatt i bruk av alle. En fordel som ble påpekt er sporbarheten når man benytter digitale hjelpemidler. Dersom det skulle oppstå en tvist i etterkant er det enkelt å finne tilbake til for eksempel hva som er rapportert av avvik eller hva som er avtalt i forhold til fremdrift. Et annet moment som ble påpekt i en uformell samtale er at digitale hjelpemidler gjør det enklere å sette seg inn i prosjektet dersom det kommer inn noen nye i prosjektorganisasjonen.

En av informantene trekker frem at ved å benytte digitale hjelpemidler til fremdriftsmåling får man mer presise målinger. Ved å benytte digitale hjelpemidler til målinger går det mer på faktorer og tall. Hvis du for eksempel har støpt 800 av 1000 kubikk så har du utført 80%. Dersom du går ut og tar en visuell måling så er det kanskje enklere å si 90 % fordi det høres bedre og større ut. Det er lett å overvurdere eget arbeid, men det gir en utfordring fordi man undervurderer arbeidet som gjenstår. Man får veldig god oversikt i prosjektet ved å benytte digitale hjelpemidler, både på fremdrift og økonomi. Dette igjen skaper trygghet hos byggherre, da mange av systemene bygger på åpenhet og byggherre kan se selv at prosjektet leverer i henhold til avtale. Andre fordeler med å benytte digitale hjelpemidler til målinger er informasjonsflyten man oppnår. Man får raskt informasjon om statusen i prosjektet og alle blir informert. Bedre informasjonsflyt kan også bidra til å løse andre utfordringer i prosjektene. Ut i fra observasjoner og uformelle samtaler med flere har det blitt nevnt manglende arbeidsgrunnlag og for dårlig/treg prosjektering som en grunn til at effektiviteten er dårlig.

Dette kan BIM bidra til å løse, da det kan bidra til bedre informasjonsflyt mellom prosjektering og utførelse i prosjektet. Dermed kan prosjekterende få status i prosjektet fra modellen, og prosjektlederne i produksjon kan planlegge fremdriften ut fra hvilke områder som er ferdigprosjektert/under prosjektering. Dette ble gjort med suksess på prosjektet Lilleaker Vest.

En utfordring som ble belyst av flere informanter er variasjonen i datakunnskapene til de som skal benytte programvarene. En av informantene opplever at det ofte har mye med generasjonene å gjøre. En annen informant påpekte at det ikke alltid var like enkelt å få alle underentreprenørene til å benytte digitale hjelpemidler, og at man da ikke får effekt av programmene. Det ble også påpekt at det kreves en viss interesse for digitale hjelpemidler for å få dette til å fungere. Dersom det kun blir sett på som ekstraarbeid vil det bli vanskelig å implementere dette for alle. En annen utfordring som ble belyst er viktigheten av at teknologien fungerer. Flere av programmene er avhengig av internett for å fungere, noe som legger føringer for hvordan byggeplassen utformes. En annen ulempe med å benytte BIM til rapportering er at det ofte er store modeller som krever mye plass på enhetene og dermed tar lang tid å laste inn. Solibri, som benyttes til visualisering, kvalitetssikring og samhandling i BIM-prosjekter er offline, og man kan ikke gjøre eller se forandringer før man har internett.

5 Diskusjon

I dette kapittelet blir resultatene diskutert og sett i sammenheng med tidligere forskning som ble presentert i teorikapittelet.

5.1 Innledning

De indikatorene som måles hyppigst i HENT er fremdrift, økonomi, HMS og kvalitet. På noen prosjekter utføres også måling av arbeidsproduktivitet. Dette er parametere som tradisjonelt har vært viktige måleparametere innen entreprenørbransjen og det kommer derfor ikke som noen overraskelse at dette er parametere HENT måler nøye. Målemetodene som benyttes er i stor grad også tradisjonelle og det er i så måte få overraskende funn i henhold til det etablerte teorigrunnlaget. For å systematisere framstillingen og tydeliggjøre diskusjonen blir de ulike indikatorene med tilhørende målemetoder og parametere framstilt hver for seg. For sammenlikning hadde det vært interessant å se hvordan dette gjøres i andre entreprenørbedrifter av tilsvarende størrelse, men fordi denne oppgaven i stor grad er et casestudie om HENT er det kun fokusert på å sammenlikne den faktiske gjennomføringen i HENT med etablert teori.

Det er utviklet flere rammeverk for prestasjonsmålinger i et prosjekt. Selv om HENT benytter enkelte indikatorer som inngår i rammeverkene er det ikke innført et bestemt rammeverk for prestasjonsmålinger. Dette kan henge sammen med flere faktorer. Mange av rammeverkene som er utarbeidet er utviklet for tradisjonell industri fremfor byggebransjen. For industrien er det mye enklere å måle prestasjon da man gjerne har samlebåndsproduksjon og lager samme produkt i store, identiske serier. I byggebransjen derimot er arbeidsdagene sjelden like, og en dag består av mange ulike aktiviteter og med mange forskjellige aktører. For produksjonsbedrifter som selger en vare til forbrukere vil kundens tilfredshet med produktet spille en større rolle enn det gjør for byggherre, da han i stor grad er med på å påvirke sluttproduktet. For byggherre er kanskje prosessen med å anskaffe produktet vel så viktig for kundetilfredsheten som egenskaper ved det faktiske byggverket.

5.2 Indikatorer som måles

For å kunne vurdere et prosjekts prestasjon bør man måle på flere indikatorer. God prestasjon avhenger av flere faktorer. Den ene informanten påpekte at dersom du har dårlig fremdrift og mange avvik gjenspeiler det seg også i prosjektets prestasjon. Ved ulykker stopper arbeidet på plassen opp, dersom det er fraværsskade mister man en arbeider i tillegg til opplæring av nye tar mye tid bort fra produksjon, så ved å følge opp HMS vil man også kunne forbedre prestasjonen. Dårlig prestasjon gjenspeiler seg i økonomien i prosjektet, så å ha en kontinuerlig oppfølging på økonomien er viktig. Samtidig kan man fort få et feil bilde dersom det utelukkende fokuseres på økonomi, og en ikke ser på kvaliteten og fremdriften på det som blir utført. I følge Rolstadås et al (2014) er tid og kvalitet blant de viktigste variablene for å kunne påvirke prosjektets kostnader. Et prosjekt kan fremskyndes og kvaliteten kan økes med ekstra penger. Noe som gjør det viktig å finne den riktige balansen mellom tid, kvalitet og kostnad. Derfor er det viktig å måle på mer enn kun én indikator.

Det må skilles mellom målinger i form av analyse og målinger som gjøres regelmessig og hvor resultatet blir rapportert videre. Målinger og analyser hvor resultatet behøves til daglig oppfølging i prosjektet og målinger som ledelsen trenger er ikke alltid de samme. Målingene som gjøres innenfor HMS og kvalitet er nyttige både for ledelsen i selskapet og for anleggsledelsen. Fremdriftsmålingene som gjøres er hovedsakelig for oppfølging, slik at anleggsledelsen har kontroll på at prosjektet ferdigstilles i tide. I utførelsesfasen er det på mange måter viktigere å måle for å få vite status i prosjektet og hvilke områder som trenger oppfølging enn å lage statistikk. En av informantene sa at det gjøres mange vurderinger og analyser i løpet av en arbeidsdag uten at resultatet av disse nødvendigvis tallfestes og genereres til statistikk. I mange tilfeller er det tilstrekkelig for anleggsledelsen å gå inn å gjøre en analyse på ting uten at det måles for å sammenlikne med andre prosjekter eller lignende. For ledelsen er det på et litt mer overordnet nivå, hvor tall og statistikk spiller en større rolle.

Å utføre målinger kan være tidkrevende og legge beslag på sentrale personer i anleggsledelsen. For å unngå å benytte ressurser på noe som i og for seg ikke bidrar til bedre kontroll eller flyt i prosjektet må man evaluere hvilken nytte man får av målingene og i hvilken grad de skal implementeres. Ved å ha et realistisk forhold til hva man forventer og hvilke ressurser man er villig til å benytte for å oppnå tilstrekkelige målinger er man sikrere på at målingene man gjør

faktisk kommer til nytte. Det må også gjøres en vurdering av hvilke indikatorer man skal måle på. Litteraturen kan peke på utallige indikatorer og målinger som kan gjøres, men det er ikke dermed sagt at alle typer målinger passer i alle organisasjoner eller næringer. Hvilket perspektiv man skal vurdere et prosjekt eller en organisasjons suksess fra må også være klart før man implementerer et målesystem.

5.2.1 Helse, miljø og sikkerhet (HMS)

HMS er et viktig fokusområde i HENT (HENT, u.d.). I følge Hinze (2005) kan sikkerheten på byggeplassen måles ved hjelp av reaktive indikatorer eller proaktive indikatorer. I HENT benyttes både reaktive og proaktive indikatorer som et mål på sikkerheten i prosjektene. Avvik på HMS og rapporterte uønskede hendelser (RUH) registreres i Avviksloggen og følges kontinuerlig opp på prosjektnivå. På bedriftsnivå benyttes registreringene i Avviksloggen til å generere statistikk over H-verdi og F-verdi for alle prosjektene for å kunne se trendene i selskapet. I tillegg til avviksregistreringen gjøres det mye forebyggende arbeid for å øke sikkerheten på arbeidsplassen. Ved fremmøte på byggeplass er det mottakskontroll og det gis en kortfattet sikkerhetsinfo. Det avholdes ukentlig sikkerhetsintro, hvor det opplyses om hvilke krav som stilles og gitt veiledning i hvordan HENTs byggeplass skal være trygg å jobbe på. Sikker jobb analyser gjennomføres for å vurdere om sikkerheten er godt nok ivaretatt gjennom gjeldende arbeidsprosedyrer og planer, eller om det må settes inn ytterligere sikkerhetstiltak. Det gjennomføres vernerunder med underentreprenørene og anleggsledelsen går jevnlig befaringer hvor sikkerheten er i fokus. Dette kan kvalifisere som proaktive indikatorer på sikkerhet i et prosjekt. Antall SJA, vernerunder og lignende kan benyttes som benchmarking mot andre prosjekter i samme organisasjon for å sammenligne sikkerhetsarbeidet. De reaktive indikatorene, som for eksempel antall ulykker, kan sammenstilles med de proaktive indikatorene, som et mål på om sikkerhetsarbeidet som gjøres bærer frukter.

Å gjøre målinger på HMS er svært viktig, ikke bare for prestasjonen i prosjektene men ikke minst for å være sikker på bedriftens ansvar om en trygg arbeidsplass er ivaretatt. Ulykker og uønskede hendelser på arbeidsplassen er svært uheldig av flere grunner. Det mest opplagte er selvsagt at man har ikke har noen liv å miste. Videre gir fraværsskader innvirkning på effektiviteten i et prosjekt, Ingvaldsen og Edvardsen (2007) fant en sammenheng mellom lavt antall fraværsskader og høy effektivitet (Ingvaldsen & Edvardsen, 2007). Ved ulykker og

alvorlige uønskede hendelser stopper arbeidet på plassen opp, ved fraværsskader mister man arbeidere for en periode og må bruke tid og ressurser på opplæring av nye i prosjektet i tillegg til at arbeidsmoralen kan synke og produktiviteten vil avta (Cox, Issa, Asce, & Ahrens, 2003). Dårlig HMS gir også dårlig publisitet for firmaer, som kan føre til tap av nye prosjekter eller sanksjoner fra myndighetene.

Ved å gjøre regelmessige målinger på HMS ser man om det er en trend eller et enkeltstående uhell. Ulykker kan skje, men det må jobbes for å forebygge at uhell inntreffer. I alle sammenhenger der det brukes kraftige maskiner og verktøy er det en sannsynlighet for at en ulykke eller uønsket hendelse kan inntreffe. Dersom samme ulykke skjer gang på gang er det grunn til bekymring og tiltak må igangsettes. Type avvik kan også fortelle mye om situasjonen i et prosjekt, så det er ikke alltid tilstrekkelig å kun ha en statistikk over antall ulykker og uønskede hendelser å forholde seg til. Spesielt ikke på prosjektnivå hvor det største arbeidet med å forebygge at ulykker inntreffer skjer. Det kan derfor sies at på prosjektnivå er det de proaktive indikatorene som er viktigst, for det er der arbeidet med å forebygge ulykker skjer. På ledelsesnivå er man i stor grad interessert i å se trendene i prosjektet, dette ser man ved hjelp av reaktive indikatorer. Hinze (2005) påpekte at reaktive indikatorer er relatert til sluttresultatet av et prosjekt, mens proaktive indikatorer er en indikasjon på sannsynligheten for at et trygt prosjekt vil bli levert (Hinze, 2005). Det er derfor nødvendig å måle på både reaktive indikatorer og proaktive indikatorer, men av forskjellige grunner. Dette har HENT klart å finne balansen på, slik at både prosjektledelsen og ledelsen i HENT har de indikatorene de trenger for å måle at sikkerheten i et prosjekt er tilfredsstillende.

5.2.2 Kvalitet

Dersom man kun måler produktiviteten og fremdriften i et prosjekt kan man få et feil bilde. Det spiller ingen rolle om man produserer effektivt og i henhold til plan dersom man har mange avvik på kvaliteten. Cox et al. (2003) anslår at 6-12% av totalkostnaden for et byggverk er omarbeid (Cox, Issa, Asce, & Ahrens, 2003). En av informantene anslo at dersom man må rette feil tar aktiviteten gjerne tre ganger så lang tid, ved at man må rive, rydde og bygge opp igjen. Det kan ha en enorm innvirkning på produktiviteten, fremdriften og ikke minst økonomien i et prosjekt. Det er derfor viktig å være bevisst på kvalitetsavvik gjennom å regelmessig måle og registrere disse. Dette er en måling som er nødvendig for både ledelsen i organisasjonen og

anleggsledelsen. Mange kvalitetsavvik i prosjektene kan tyde på en dårlig kultur blant ansatte eller underentreprenører som ledelsen må ta tak i. For anleggsledelsen er det viktig å ha kontroll på kvalitetsavvikene i prosjektet. Jo lengre tid det tar før eventuelle avvik avdekkes jo dyrere og mer tidkrevende blir det å rette opp.

Å måle på kvaliteten i et prosjekt kan gjøres på flere måter. Antall avvik og feil kan telles og føres inn i statistikk, eller man kan måle på kostnaden for avvik. I HENT er det antall kvalitetsavvik og feil og mangler som registreres. Avvik på kvalitet og feil og mangler registreres i Avviksloggen. Registrerte avvik i Avviksloggen akkumuleres til et sentralt aggregert mål for kvalitetsavvik i alle prosjektene HENT har. Resultatene er tilgjengelig for alle som har tilgang til intranettet til HENT, likevel opplyste de fleste informantene at dette ikke var noe de benyttet i arbeidshverdagen. Det gir på mange måter mening, da det egentlig ikke er så interessant for prosjektets del hvor mange kvalitetsavvik HENT har totalt sett. For ledelsen derimot kan dette gi verdifull informasjon om kulturen i organisasjonen og hvilke områder som det må settes fokus på.

Gjennom en uformell samtale ble det fortalt at den totale kostnaden for kvalitetsavvik vanligvis ikke blir regnet ut, i hvert fall ikke i så stor grad som det burde. Dersom en underentreprenør gjør en feil må han rette opp i det for egen regning. Hvis avviket medfører forsinkelser eller merarbeid for andre, viderefaktureres regningen til aktøren som er ansvarlig for avviket. Vedkommende mente at det var for lite fokus på kostnaden for avvik, og at dersom det hadde vært mer fokus på å måle kostnaden og antall timer som medgår grunnet avvik ville man i større grad vært påpasselig med å gjøre ting riktig første gang.

En utfordring som ble belyst av en informant er at det ikke alle avvikene alltid blir rapportert. Dersom det har skjedd et kvalitetsavvik rettes feilen opp på plassen uten at det blir rapportert videre. Da vil statistikken over kvalitetsavvik være uendret, men produktiviteten og fremdriften vil synke uten at man har en forklaring på hvorfor. Dette kan henge sammen med at det er mange som er betenksomme med å fortelle at de har gjort feil av frykt for konsekvensene det kan medføre. Et annet moment er at for å kunne avdekke kvalitetsavvik i utførelsesfasen krever det at de som er ansvarlig for oppfølgingen har kompetansen til å oppdage avvikene og er godt

kjent med spesifikasjonen for hva som skal bygges. Dette vil til en viss grad også påvirkes av kulturen i prosjektet og være personavhengig.

Selv om både ledelsen i HENT og anleggsledelsen har behov for måling av kvalitetsavvik i prosjektene, er det til en viss grad forskjell i hvilke behov de har. Ledelsen har behov for et overordnet bilde av situasjonen i prosjektet, mens anleggsledelsen trenger å vite hvilke avvik og ikke minst når de oppstod/ble registrert for å kunne følge opp avvikene og lukke dem. Det er også interessant å se trendene for avvikene. En av informantene sa at de var interesserte i å finne ut hvilke avvik som oppstod for å kunne unngå å gjøre samme feil flere ganger. Dersom man bygger en blokk og gjør en feil i første leiligheten, er det greit å unngå og gjøre samme feil i resterende enheter. På mange måter kan man derfor si at i utførelsesfasen er man mer interessert i hvilken type avvik man har for å kunne lukke dem og unngå at samme skjer flere ganger, mens på bedriftsnivå er man mer opptatt av å se hvor mange og hvilke typer feil som går igjen i selskapet.

I Digital kontrollplan planlegges det hvilke kontroller som skal gjennomføres og hvem som er ansvarlig. Etter hver aktivitet skal utførende rapportere at egenkontroll er utført. Deretter skal en representant fra HENT gjennomføre en ledelseskontroll (ledelsens kontroll på underentreprenørens arbeid) på at arbeidet er gjort i henhold til spesifikasjonen. I kontrollplanen skal det også henvises til dokumentasjon på de ulike kontrollene som er gjennomført. I tillegg til egenkontroller (underentreprenørens kontroll av eget arbeid) og ledelseskontroller skal kontrollplanen omfatte hvilke Sikker jobb analyser (SJA) og Rett jobb analyser (RJA) som skal utføres på arbeidene. En RJA følger samme prinsippet som SJA, bare for kvalitet. Analysen skal gjennomføres før arbeidsoperasjoner som har en særskilt risiko for produksjonsfeil. Disse kontrollene er som sagt registrert i kontrollplanen, og kan dermed fungere som en proaktiv indikator for kvalitetsprestasjonen i HENT. Antall avvik, feil og mangler i et prosjekt er en reaktiv indikator, da det må skje et kvalitetsavvik for at en måling kan skje. De proaktive indikatorene forteller om hvordan bedriften eller prosjektet jobber for å unngå at feil skal skje. Proaktive indikatorer kan være vanskeligere å måle enn reaktive, men i dette tilfellet har HENT utviklet en egen kontrollplan for kvalitetssikring hvor antall kontroller blir registrert. Dersom man skulle ønske å benchmarke kvalitetsarbeidet mot andre prosjekter kunne man sett på hvor mange kontroller og RJA som gjøres på øvrige prosjekter.

5.2.3 Økonomi

Måling av økonomisk status og rapporteringen av resultatene er det hovedsakelig prosjektlederen som har ansvaret for. Det rapporteres en økonomisk ferdiggrad, som sammenlignes med faktisk ferdiggrad. Dersom økonomisk ferdiggrad er langt større enn faktisk ferdiggrad kan man se at man går på en budsjettsmell. Cox et al. (2003) presenterer to ulike måter for å måle økonomien i et prosjekt. Begge prosjektene i case-studiet rapporterer økonomi månedlig, måten det gjøres på er forenlig med metoden *kostnad*. I økonomirapporteringen ser man ikke på hver enkelt arbeidsoperasjon men heller en samlet status på påløpte utgifter og inntekter.

På prosjektet Lilleaker Vest måles det også på *kostnaden per enhet*. Det føres løpende oversikt over kostnadene for armering og betong. Ved å ha så tett oppfølging på løpende kostnader har man store muligheter for å oppdage innsparingsmuligheter og dermed gjøre store besparelser. Kostnader som i det store bildet kan virke bagatellmessig kan vise seg å utgjøre en ganske stor del av prosjektkostnaden. På Lilleaker Vest ble det gjennom denne metoden oppdaget at det var mulig å spare 50 kroner per betongleveranse ved å velge fra en leverandør som ikke måtte passere en bomring. Når man produserer i stor skala vil reduksjoner i enhetskostnad som synes bagatellmessige få store utslag på totalsummen. Det gjør det også mulig å finne optimal leveringsmengde, da enhetskostnaden ofte blir mindre jo større kvantum man bestiller, samtidig som fraktkostnaden per enhet blir mindre jo flere man deler den på.

Kostnadene for armering og betong er forholdsvis enkle å anslå, da det er få elementer å følge med på og disse gjerne leveres av de samme aktørene. Når man begynner med for eksempel innredningsarbeider vil denne jobben bli hakket mer komplisert da det er mange flere elementer som inngår og flere fag som arbeider tett på hverandre. Her vil det være flere kilder til kostnader og ikke minst forvirring om hva som egentlig har forårsaket kostanden. Mye kan løses med god kommunikasjon mellom de ulike aktørene som arbeider på de samme bygningsdelene og tydelig ledelse. Det er ingen tvil om at det er positivt å ha god kjennskap til økonomien i prosjektet. Det må likevel vurderes om den økte ressursbruken for kontinuerlig oppfølging av kostnad per enhet kan forsvares i forhold til den potensielle besparelsen man kan gjøre.

5.2.4 Arbeidsproduktivitet

Når man snakker om produktivitet målinger er det ofte arbeidsproduktivitet man mener. Litteraturen peker på flere ulike metoder for å måle arbeidsproduktivitet. Akkorden kan benyttes som en form for produktivitet måling, men det er viktig å huske på at høy timelønn ikke nødvendigvis henger sammen med høy produktivitet. Det er også avhengig av at prosjektet benytter et akkordlønnssystem. Det må også nevnes at lønnskostnader er en stor del av et prosjekts totale utgift, så dårlig arbeidsproduktivitet kan ha stor betydning for prosjektets lønnsomhet i de tilfellene hvor man har egenproduksjon eller har arbeidere innleid med timepris.

På prosjektet Lilleaker Vest måler de arbeidernes produktivitet opp mot et satt timebudsjett for en spesifikk oppgave. Timebudsjettet er basert på en timeverksfaktor. Den ene informanten forklarte at det blir som en type akkord ved at man setter opp et timebudsjett for å gjennomføre en spesifikk oppgave og deretter måler opp mot budsjettet. Dette opplyste informantene om at ga mye kontroll på prosessen og muligheten til å aksjonere i tidligfase, da målingene viser om det blir levert så mye som er nødvendig for å holde fremdriften oppe. Målingene gir veldig mye rom for å si hvilke typer operasjoner som fungerer eller ikke fungerer, og kan fortelle om plassen er godt nok tilrettelagt og om det er riktig bemanning på plassen. Informantene fra Lilleaker Vest mener at det medfører at man klarer tidlig å se om prosjektet er på feil kurs og dermed raskt kan gjøre korrigerende tiltak.

På det andre prosjektet i case-studiet gjøres det ikke direkte arbeidsproduktivitet målinger. Dette henger sammen med at det er to forskjellige kontraktstyper på de to prosjektene. Informantene på prosjektet som ikke utførte arbeidsproduktivitet målinger mente at det ikke var nødvendig å gjøre da underentreprenørene har fastpris og fremdriften måles ukentlig. Den ene informanten sa *«dersom du har en kontrakt på tre millioner, så er det egentlig likegyldig for min del om det brukes 4000 timer eller 4500 timer så lenge det blir levert som avtalt innenfor de rammene som er satt»*. Dette utsagnet ble presentert for en informant fra det andre prosjektet, og han var delvis uenig i dette. Han mener at dette går bra så lenge underentreprenøren benytter mindre eller like mange timer som han har priset, problemet starter når antall timer benyttet overskrider tilbudet. Da kan det, ifølge hans erfaring, oppstå diskusjoner og krav på

etterbetaling. Det er nemlig sjelden at underentreprenørene føler at forsinkelser er kun deres egen skyld.

Dersom man skal måle arbeidsproduktivitet må man være bevisst på hva resultatet skal benyttes til. Måling for læring internt i prosjektet vil være noe annen enn måling for benchmarking mot andre prosjekter. Sammenligning mellom prosjekter kan være utfordrende siden prosjektene sjelden er like eller har samme forutsetninger. Å måle arbeidsproduktivitet kan være tidkrevende og komplisert. Dersom man skal benytte en av metodene som Dozzi & AbouRizk (1993) har presentert, krever det at en fra anleggsledelsen overvåker arbeidet i en periode. En utfordring i utførelsesfasen som ble belyst av en av informantene er tidspresset. Hverdagen er hektisk med mange avbrytelser og problemer som må løses. Tid er derfor ikke en overflødig ressurs for anleggsledelsen. Man må derfor spørre seg om nytten man får av å gjøre arbeidsproduktivitetmålinger er stor nok til å forsvare tidsbruken. En av informantene fra prosjektet som har underentreprenører med fastpriskontrakter sa at dersom han var ansvarlig for medgåtte materialer og timer ville det blitt målt i mye større grad mot blant annet medgåtte timeverk sammenlignet med kalkulerte. Informanten fortalte også at *«når vi har underentreprenører så blir det litt begrenset hvilke direkte effektivitetsmålinger vi egentlig driver med. Det blir fort knyttet opp mot fremdrift»*. Fremdriftsmålingene som gjøres i prosjektene gjøres ukentlig og gir en god status i prosjektet. Det må vurderes om disse målingene er tilstrekkelige når man har underentreprenører på fastpris og ikke er ansvarlig for medgåtte timer.

Når man ikke er ansvarlig for medgåtte timer i et prosjekt vil ikke det være like aktuelt å bedrive arbeidsproduktivitetmålinger, da produktiviteten til underentreprenøren til en viss grad er av underordnet betydning for HENT, så fremt leveransen leveres til riktig tid, kvalitet og med god sikkerhet. Likevel er det ikke bare underentreprenører som er ansvarlige for fremdriften på plassen. Arbeidsproduktivitetmålinger kan, som den ene informanten påpekte, gi nyttig informasjon om plassen er godt nok tilrettelagt. Dårlig arbeidsproduktivitet kan henge sammen med en for dårlig tilrettelagt arbeidsplass. Det kan være at man har for få vareheiser, logistikken på plassen er dårlig planlagt eller andre forhold som kan innvirke. Dersom arbeidsproduktivitetmålinger ikke skal utføres bør det som et minimum gjøres kontroller for å

se om plassen er godt nok tilrettelagt, og at HENT har oppfylt sin rolle for at arbeiderne skal kunne jobbe optimalt og for at fremdriften på plassen opprettholdes.

5.2.5 Kundetilfredshet

Ward et al. (1991) pekte på at etter endt prosjekt er det menneskene som var i prosjektet man husker fremfor om prosjektet ble levert innen tiden, til rett kostnad og med riktig kvalitet. Det er viktig å evaluere kundens tilfredshet i et prosjekt da en misfornøyd kunde er dårlig for bedriftens rykte og muligheter for flere oppdrag.

En av de interne målsetningene til HENT er å bli den best likte entreprenøren i Norden. For å klare dette må firmaet ha en klar strategi og utføre målinger for å se om alle jobber mot samme mål. Gjennom Visuell styring skal kundebehandling vurderes gjennom blant annet punktene *dialog, åpenhet, etterspørre tiltak for forbedring på HENT og kundetilfredshet*. Dette er punkter som skal vurderes av anleggsledelsen fortløpende. Dette er en form for proaktiv indikator på kundetilfredsheten i prosjektet, da man evaluerer status fortløpende og dermed forteller hvordan organisasjonen jobber. Rashvand og Majid (2014) påpeker at et viktig element for kundetilfredshet er at kunden har forståelse for hvorfor man bruker tid og penger. Dette kan i stor grad oppnås gjennom god dialog og åpenhet med kunden gjennom prosjektet. En ulempe med evalueringen i Visuell styring er at det er anleggsledelsen selv som skal vurdere forholdet til byggherre. Da er det anleggsledelsens subjektive oppfatning som legges til grunn og kunden kan ha en annen mening av situasjonen enn anleggsledelsen. Gjennom en uformell samtale ble det påpekt at det i enda større grad burde fokuseres på kundens tilfredshet. Vedkommende opplevde at det var utfordrende å vurdere riktig da man gjerne er mer kritisk eller streng når man vurderer egen prestasjon enn kunden faktisk vil være.

For noen prosjekter utfylles en evalueringsrapport av byggherre, som skal gi en evaluering av hvordan HENT har ivaretatt sin rolle i prosjektet. Gjennom uformelle samtaler og dokumentstudier kan det tyde på at dette ikke er vanlig praksis for alle endte prosjekter. Evalueringsrapporten fungerer som en referanse for fremtidige oppdrag. Dersom HENT hadde innført evaluering fra byggherre etter alle endte prosjekter kunne det gitt verdifull informasjon om hvordan byggherre opplever HENT i et prosjekt. Denne informasjonen kunne blitt benyttet for å se hvilke områder HENT må satse på for å nå målsetningen sin om å bli den best likte

entreprenøren i Norden. Evalueringen kan utformes som en spørreundersøkelse som sendes til byggherre, både for å gjøre det enklere for byggherre å besvare denne og for å effektivisere prosessen med å behandle dataene for HENT.

5.2.6 Fremdrift

Fremdriften er en av de viktigste faktorene som avgjør et prosjekts suksess. Dersom man ikke klarer å levere det man skal innenfor den tiden som er satt, vil man heller ikke klare å tjene penger eller oppfylle kontraktsforpliktelsen. Den kanskje viktigste og mest synlige prestasjonsmålingen som gjøres i prosjektene er fremdriftsmålingene i Safran. Denne målingen utføres på begge prosjektene i case-studiet. Samtlige informanter opplyste om at disse målingene er veldig nyttige og illustrerende for å få oversikt og kontroll i prosjektet. Som Rolstadås et al. (2014) påpeker kan fremdrift registreres i både tid og volum (Rolstadås, Olsson, Johansen, & Langlo, 2014). På begge prosjektene registreres fremdriften i volum og antall enheter (kvantum) ferdig. Ferdiggraden for hver aktivitet vurderes opp mot styringsplanen. Dersom aktiviteten er ferdig når den skal i henhold til planen markeres aktiviteten som 100 %. I de tilfellene hvor aktiviteten ikke er ferdig må det vurderes prosentvis ferdiggrad. En svakhet med denne metoden er at den aldri blir bedre enn personen som skal utføre vurderingen. Den fordrer at vedkommende har god kjennskap til hele byggeprosessen og alle fagområdene. Uansett hvor lang erfaring den som skal utføre målingene har, vil en visuell måling aldri bli 100% korrekt. Informantene mente at målingen er korrekt *nok* til dens formål som er å vurdere om prosjektet er i rute i forhold til planlagt ferdigstilling.

I løpet av tiden oppgaven ble skrevet gikk det på det ene prosjektet fra at anleggslederen gjorde vurderingen til at underentreprenørene selv anslo hvordan de lå an. Slik får man de som har kompetansen til det å selv anslå ferdiggraden. Dersom underentreprenørene selv rapporterer fremdrift får de mer eierskap til prosessen og det vil bli vanskeligere å komme i ettertid å krangle på forsinkelser. HENT må selvfølgelig kontrollere statusene som blir rapportert for å unngå at det under- eller overrapporteres. I samme måling i Safran rapporteres faktisk bemanning opp mot planlagt bemanning. Det blir satt opp et bemanningshistogram som kanskje er vel så viktig for HENT som selve fremdriftsmålingen da man fort ser om en aktør har for lite bemanning til å klare å nå de fristene som er satt. I en uformell samtale ble det sagt at bemanning forteller mye om hvor problemet ligger. Dersom en aktør ikke greier å holde fristene og faktisk

bemanning er lavere enn planlagt, har man en forklaring på hvorfor og har da mulighet til å aksjonere mot aktøren før dette får utviklet seg til en situasjon der tidspress øker faren for ulykker og feil.

Målingene gir en indikator på om prosjektet blir ferdigstilt innen den tiden som er satt til disposisjon. Informantene sa at målingene var nyttige for alle aktørene i prosjektet. Flere opplevde at målingene viste et symptom tidligere enn underentreprenørene selv så dem. I de tilfellene kunne man arrangere et møte med underentreprenøren og forklare at tiltak må gjøres før det går ut over fremdriften til prosjektet.

Fremdriftsmålingene i Safran er tidkrevende for den som utfører disse. Informanten som er ansvarlig for å utføre målingene anslo at han brukte en halv arbeidsdag hver uke på å få gjort målingene. Underentreprenørene sender inn status selv, enten per epost, sms eller kommer innom anleggskontoret med dokumentet. Dette medfører mye rot da det er mange underentreprenører som har arbeid på plassen samtidig. Det går også mye tid bort på etterlysning av status hos enkelte av underentreprenørene som ikke har meldt status innen fristen, da det ikke går an å generere rapport uten alle statusene. Informanten påpekte at det var mulig at det fantes bedre og mer effektive måter å gjøre dette på, men denne metoden er den han kan. Informantene fra det andre prosjektet nevnte ingenting om tidsbruk på fremdriftsmålingene. Det er derfor rimelig å anta at det ikke oppleves som et like stort problem der. Det må tas med i beregningen at det kun ble sett på to prosjekter i HENT. Hvordan målingene gjøres og hvordan tidsbruken oppleves på andre prosjekter kan avvike fra resultatene fra datagenereringen på prosjektene som var gjenstand for casestudiet. Likevel er det grunn til å undersøke om det er mulig å gjøre målinger på en mer effektiv måte. Enten ved bedre opplæring, legge mer press på underentreprenørene til å sende inn status til rett tid eller ved å finne nye og mer effektive målemetoder.

Som en del av Trimmet gjennomføring skal det gjennomføres en hindringsanalyse før oppstart av enhver aktivitet. Hindringsanalysen er en av analysene som gjøres uten at resultatene tallfestes. Analysen kan tidlig fortelle om et område er klart for neste aktivitet, slik at eventuelle tiltak kan igangsettes slik at fremdriften kan opprettholdes. Hindringsanalysen fungerer som en proaktiv indikator på fremdriften og produktiviteten i prosjektet, da den identifiserer områder

som kan være et hinder for fremdriften før forsinkelsen oppstår. Ut fra observasjoner og gjennom uformelle samtaler er inntrykket at det er litt varierende i hvilken grad denne analysen faktisk gjøres. En utfordring er å gjøre analysen tidlig nok, slik at tiltak for å få området klart for neste aktivitet er gjort før aktiviteten skal starte. Nødvendig bemanning og materialer må også være klart før aktiviteten skal starte opp. Dette skal aktørene krysse av for i digital kontrollplan, men dersom det ikke gjøres tidligere enn samme dag som aktiviteten skulle hatt oppstart, gis det liten tid til å utbedre eventuelle hindringer.

HENT har allerede implementert mange digitale hjelpemidler som i teorien kan effektivisere hvordan fremdriftsmålinger utføres. På det ene prosjektet i case-studiet benytter de BIM i mye større grad enn på det andre. Der har man muligheten til å rapportere fremdrift i modellen. Informantene fra prosjektet sa at underentreprenørene i utgangspunktet kan rapportere fremdrift i modellen, men det handler mye om kompetanse. På Lilleaker Vest hvor det er mulig å rapportere fremdrift i modellen, gjøres Safranmålingene i tillegg.

5.3 Hvorfor måle prestasjon

Det har vært mye fokus på den synkende produktiviteten i norsk byggenæring. For å øke produktiviteten i et prosjekt er det ikke tilstrekkelig å kun måle produktiviteten, man må identifisere grunnen til at produktiviteten er lav. Dette kan man gjøre ved å måle på flere ulike prestasjonsindikatorer. Et prosjekts suksess avhenger av flere faktorer. Produktiviteten kan si mye om fremdriften i et prosjekt, og dermed indirekte si noe om økonomien. Kvaliteten på det man produserer og sikkerheten på arbeidsplassen vil vanskelig kunne gjenspeile seg i en ren produktivitetsmåling.

To svært sentralt spørsmål en bør stille seg før en skal utføre prestasjonsmålinger er hvorfor man skal måle og hva resultatet skal benyttes til. Svaret på disse legger i stor grad føringen for hvordan målingene bør utføres og om det i det hele tatt er hensiktsmessig. Resultatet vil trolig være avhengig av hvem man spør. Hvilke resultater anleggsledelsen i prosjektet behøver for å styre prosjektet på best mulig måte er ikke nødvendigvis de samme som ledelsen i selskapet har nytte av. En sentral grunn for å måle prestasjonen i et prosjekt er at dersom det ikke måles, kan det heller ikke forbedres. I følge Liukkonen (1992) kan man avdekke problemer tidlig og sette inn tiltak på et tidlig tidspunkt ved å benytte gode måleparametere (Liukkonen, 1992). Dette støttes av samtlige informanter. Alle mener det er viktig å utføre målinger for å ha kontroll i prosjektet og for å kunne sette inn tiltak raskt. Ved å måle på indikatorene HMS og kvalitet kan man unngå eventuelle følgefeil og slippe å gjøre samme feil flere ganger. Fremdriftsmålingene viser om man produserer i samme tempo som planlagt. Dersom det er avvik fra planen må man identifisere hvorfor og sette i gang tiltak.

En annen grunn til å måle er for å kunne evaluere effekten av endringer som adopteres på metoder, systemer og innsatser opp mot estimer eller en eventuell produksjonsstandard (Dozzi & AbouRizk, 1993). Flere av informantene fortalte at det gjøres mange vurderinger i løpet av en arbeidsdag, uten at resultatet nødvendigvis tallfestes. En av informantene sa at det gjøres kontinuerlige effektivitetsvurderinger i prosjektet, både på hvilke materialer man skal benytte og hvilke monteringsutstyr som skal brukes. Det gjøres da en kost/nytte-vurdering uten at effekten nødvendigvis måles eller tallfestes. Vedkommende kunne vise til flere eksempler hvor dette hadde blitt gjort. Det ene eksempelet på dette var å benytte lifter fremfor gardintrapper til montering. Det ble gjort en evaluering av innleingskostanden på lifter i forhold

til gardintrapper sett opp mot hvor mange arbeidstimer man kunne spare. Momenter som økt sikkerhet ved bruk av lifter ble også tatt med. På bakgrunn av de vurderingene som ble gjort ble det besluttet å leie inn lifter. Ved å ikke måle i hvilken grad endringer har hatt effekt på for eksempel økonomien, fremdriften, kvaliteten eller sikkerheten i et prosjekt, kan det da i teorien vise seg at endringen ikke har hatt den effekten som man først har anslått.

Det må også nevnes at målinger kan benyttes til å opparbeide seg erfaringstall til for eksempel anbudsberegning eller utarbeidelse av fremdriftsplan. Dersom man måler konsekvent i et prosjekt kan man ta med seg erfaringene videre til nye prosjekter. Da kan man optimalisere fremdriftsplanen eller anbudet til neste gang og forhindre at samme feilene gjøres flere ganger. Dette kan til en viss grad oppnås gjennom erfaringsoverføringer etter endt prosjekt. Selv om det i teorien skal gjøres, kan det i praksis tyde på at dette ikke alltid skjer. Dette henger sammen med at etter endt prosjekt må man flytte fokuset til neste prosjekt som skal påbegynnes.

Når man gjør målinger er perspektivet gjerne bakovervendt. Man måler hvordan prosjektet har prestert til nå, ved å se bakover i tid. Dette kan medføre at enkelte ikke helt ser behovet for å utføre målinger, da fokuset til anleggsledelsen ofte er konsentrert på hva som skjer nå og hva som skal skje videre. Derimot kan målinger basert på fortid benyttes til prognoser til resten av prosjektet. Dersom et prosjekt har prestert dårlig til nå, er det ingen grunn til at det skal forbedre seg videre uten at det gjøres noen tiltak. For planlegging av videre fremdrift i prosjektet må man vite status i dag og om produksjonen skjer i henhold til planen. Flere av informantene påpekte at en av grunnene til at de utførte fremdriftsmålinger var for å sikre prognoser og for å kunne planlegge videre vei i prosjektet.

Dersom en bedrift har satt seg noen mål for organisasjonen eller for prosjektet, kan målinger være et verktøy for å se om man når de målene som man har satt seg. Et ensidig fokus på å nå målet en organisasjon har satt seg for eksempel H-verdi kan slå negativt ut i den form av at i stedet for at sikkerheten på byggeplassen blir bedre, tilpasses rapporteringen slik at hendelser man helst skulle fanget opp sklir utenfor systemet. Da når man målet, men sikkerheten på byggeplassen har ikke blitt bedre.

5.4 Digitale hjelpemidler og målinger

Digitalisering handler i stor grad om å forbedre og forenkle aktiviteter og prosesser som gjøres i dag. I en uformell samtale med en BIM-koordinator ble det nevnt at digitale hjelpemidler må erstatte oppgaver som allerede gjøres i dag, dersom det kommer som ett tillegg vil man ikke få full uttelling av hjelpemidlene, de blir overflødig og enkelt for noen å la være å benytte dem. En av informantene var bekymret for at implementeringen av digitale hjelpemidler bare kom som et tillegg til alt som allerede må gjøres. Dersom man ikke klarer å kommunisere og illustrere fordelene med digitale hjelpemidler er faren stor for at enkelte reserverer seg for å benytte disse. En av informantene sa at for at implementeringen av digitale hjelpemidler skal funke kreves det en viss interesse for det, og at man ikke bare ser på det som et ekstraarbeid. HENT har allerede kommet langt i implementeringen av digitale hjelpemidler. Selskapet har innført BIM i flere prosesser, med stor suksess. Dette gjelder dog ikke på alle prosjekter. På det ene prosjektet i case-studiet ble BIM kun benyttet til prosjektering. Digital kontrollplan er i startfasen hva gjelder implementering, men informantene er så langt fornøyde med den. Avviksloggen ble trukket frem av flere som en stor forbedring for arbeidshverdagen.

Fordelene med å benytte digitale hjelpemidler til å utføre målinger i utførelsesfasen er flere. Ved å benytte digitale hjelpemidler på håndholdte enheter kan man registrere avvik eller fremdrift direkte mens man er ute på plassen. Dette vil være svært tidsbesparende kontra å for eksempel måtte fylle ut et skjema for å rapportere. Det vil også gjøre det enklere å registrere, og dermed kan terskelen for å rapportere avvik bli mindre. Resultatene/dataene er også tilgjengelig digitalt for alle som behøver dem. Som flere informanter har påpekt vil digitale hjelpemidler bedre informasjonsflyten i prosjektet. Man får beskjed med en gang, kan gi beskjed og ikke minst er alt samlet på en plass. I en uformell samtale påpekte en at det gjorde det enkelt for nye i prosjektet å sette seg inn i dokumentene, da alt var samlet på samme plass og ikke i fem forskjellige permer. En annen fordel er sporbarheten man får av å benytte digitale hjelpemidler til måling. Når man registrerer et avvik kommer det frem hvem som har registrert det, når og hvor det er registrert og hvem som er ansvarlig for å lukke det. Dersom det skulle bli uenighet i etterkant har man dokumentasjon på når for eksempel et kvalitetsavvik ble registrert. Et digitalt system vil gjøre det enklere å ansvarliggjøre den enkelte, ikke for å kunne dele ut straff men fordi den enkelte blir bedre til å gjøre jobben sin dersom den vet at man blir holdt ansvarlig for jobben som blir gjort. I et digitalt system vil det være enklere å se og følge opp om avvik er lukket eller om fristen som er satt er overskredet.

Ved å benytte digitale hjelpemidler til målinger i utførelsesfasen vil man for noen målinger eliminere menneskelige feil. Kvalitet- og HMS-målingene vil fortsatt være utsatt for menneskelig svikt, da målingene i stor grad dreier seg om de avvikene man kan se. Dersom man ikke har erfaringen eller kompetansen til å avdekke avvik eller unngår å registrere alle avvikene man finner, kan det medføre upresise resultater. Fremdriftsmålingene vil til en viss grad fjerne usikkerhetsmomentet med feilrapportering. Det er en fare for at statussettingen gjøres feil, at de digitale hjelpemidlene ikke blir brukt eller ikke benyttet på riktig måte.

Et digitalt system er sårbart for ytre faktorer. Ved for eksempel manglende internett eller teknisk svikt vil hele systemet falle sammen. Implementering av et digitalt system må derfor ta høyde for at teknologi kan svikte og at det ikke er tilgang på internett overalt. Det bør derfor være en offlinefunksjon på de digitale hjelpemidlene hvor registreringer kan legges inn til tross for manglende internett og deretter lastes opp når man får internettforbindelse.

Den kanskje største ulempen med å benytte digitale hjelpemidler til måling er datakunnskapene til de som skal benytte programvarene. Byggebransjen er en variert bransje som består av arbeidere med stort aldersspenn og varierende ferdighetsnivå på data. En av informantene hevdet at varierende datakunnskaper er et generasjonsproblem og fortalte at mye tid gikk bort i løpet av arbeidsdagen til å bistå med digitale hjelpemidler. Innføring av digitale systemer krever opplæring, av både egen prosjektadministrasjon og av underentreprenører. Opplæring av personell kan være kostbart og kreve mye tid. Det vil også være en fare for at personer med lang og verdifull faglig erfaring ikke får utnyttet sin kompetanse når man innfører digitale hjelpemidler. Dette som en følge av at brukerterskelen for å ta i bruk nye datasystemer kan bli for høy. Det går mot et generasjonsskifte også i byggenæringen, men det kan ta lang tid.

Flere av informantene opplevde at enkelte underentreprenører kvitet seg for å benytte de digitale hjelpemidlene. De påpekte at dette kunne henge sammen med blant annet språkbarrierer, da mange av arbeiderne rundt om på byggeplassene snakker andre språk enn norsk. Det må derfor vurderes om de digitale hjelpemidlene burde være oversatt til engelsk, eller ha mulighet for å velge hvilket språk man vil benytte.

HENT er et selskap med lav gjennomsnittsalder, dette har utvilsomt sine fordeler når det kommer til å innføre digitale hjelpemidler. Informantene fra Lilleaker Vest som benytter BIM i produksjonsfasen har opplevd at det har gått fint, og begrunner det med at gjennomsnittsalderen på prosjektledelsen er lav. De mente at dersom man går til en annen entreprenør med betydelig eldre stab kan innføringen av digitale hjelpemidler bli et større problem. Datakunnskapene er også et problem som trekkes frem av Dawood og Sikka (2009).

5.5 Hvordan kan digitale hjelpemidler forbedre målemetodene?

HENT har som nevnt allerede innført mange digitale hjelpemidler som letter arbeidshverdagen til anleggsledelsen. Målingene som gjøres på HMS og kvalitet er allerede digitaliserte og fungerer bra. En av de viktigste målingene som gjøres i prosjektgjennomføringsfasen er fremdriftsmålingene. Disse målingene er tidkrevende, men svært nyttige for alle aktørene i prosjektet. Det er derfor ikke et alternativ å ikke gjøre disse, men måten de gjennomføres på har rom for forbedringer. Dette kapittelet diskuterer hvordan digitale hjelpemidler kan forbedre fremdriftsmålingene.

En stor fordel med å benytte digitale hjelpemidler til å måle fremdrift er at resultatet man får er i sanntid. Da vil man i teorien kunne sitte inne på anleggskontoret å følge driften ute på byggeplassen. En av informantene fra Lilleaker Vest fortalte at ved å benytte 4D-BIM kunne anleggsledelsen i større grad fokusere på kvalitet og sikkerhet når de var ute på byggeplassen, fremfor å følge med på progresjonen i prosjektet. Fremdriften ble synlig for alle og enkelt å forstå for alle aktørene. For byggherre var det betryggende å kunne følge med på at prosjektet leverte i henhold til den tidsplanen som var satt. Digitale hjelpemidler kan dermed bidra til mer åpenhet i prosessen og slik sett være et bidrag til økt kundetilfredshet.

I et digitalt system som er tilgjengelig for alle på plassen vil det være enklere for neste aktør å planlegge kommende aktiviteter som skal skje i et område, da fremdriften vises i sanntid. Det kan bidra til bedre forståelse for hvordan eget arbeid påvirker andre fag og flyten i produksjonen. En forsinkelse på en aktivitet kan skape store utfordringer for de andre aktørene som er ansvarlig for påfølgende aktivitet og for prosjektvarigheten som helhet.

Som nevnt tidligere vil man til en viss grad eliminere menneskelige feil i målingene ved å benytte digitale hjelpemidler fremfor visuelle målinger, forutsatt at disse er tilpasset oppgaven og brukerne har tilstrekkelig opplæring. Man vil unngå over- eller underrapportering, da de digitale hjelpemidlene har algoritmer som vil regne ut korrekt prosentvis fremdrift ut fra faktisk gjennomført sammenlignet med planlagt gjennomført.

En forutsetning for gode målinger er at styringsplanen det måles mot har et realistisk tidsperspektiv for de ulike aktivitetene. Ifølge Dawood og Sikka (2009) kan lav hit-rate indikere enten at produktiviteten ute på byggeplassen er for lav eller at planen var for ambisiøs. Prosentvis hit-rate kan derfor gi planleggerne en antydning på planens kvalitet som kan tas med videre til neste plan som skal utarbeides. Dette er selvfølgelig så fremt at det ikke er andre forhold som gjør at fremdriften ikke opprettholdes som planlagt. Prosentvis hit-rate kan også fortelle i hvilken grad arbeiderne klarer å forholde seg til fristene som er satt. Dersom startdato ikke opprettholdes er det stor sannsynlighet for at sluttdato også forskyves. I neste omgang vil påfølgende aktivitet også avvike fra planlagt startdato dersom det ikke igangsettes tiltak for å få aktivitetene på plan.

Å investere i digitale hjelpemidler er en langsiktig investering. Den sanne effekten av implementering av digitale hjelpemidler vil sannsynligvis ikke være synlig før etter det har gått en viss tid, da en organisasjon trenger tid til å omstille seg og lære opp ansatte. Det er heller ikke urimelig å forvente at innføring av digitale hjelpemidler vil møte en viss motstand i organisasjonen. Endringer og nye systemer som innføres har en tendens til å skape organisasjonsmessig støy og friksjon innen alle bransjer. Byggebransjen har ord på seg for å være konservativ når det kommer til endringer og det er ingen grunn til at innførsel av digitale hjelpemidler for målinger skal være annerledes. I litteraturen (Dawood & Sikka 2009) påpekes det at endringer i byggebransjen i stor grad har kommet av nødvendighet fremfor et ønske om nyskaping. Det vil i alle tilfeller være krevende å innføre kostbare systemer/metoder med tidkrevende opplæring i en bransje der man kontinuerlig er presset på marginer. Å finne den rette balansen mellom kost/nytte er derfor essensiell. Et nytt system/hjelpemiddel må raskest mulig bidra positivt til inntjeningen for at det skal være en bedriftsøkonomisk fornuftig investering.

For å finne den riktige balansen av kost/nytte må hyppigheten av registrering sees opp mot hvilket detaljnivå som er nødvendig. Dersom man kommer til et punkt hvor arbeideren sitter på telefonen og registrerer status hvert 15. minutt vil man få målinger på fremdrift som er så godt som i sanntid og svært nøyaktige, men produktiviteten på plassen vil synke betraktelig. Hvilket detaljeringsnivå man skal legge seg på avhenger også av grunnen til hvorfor man skal utføre fremdriftsmålinger. Dersom grunnen er å ha oversikt i prosjektet, oppdage tidlige varselsignal

og for å få en prognose for videre planlegging i prosjektet vil et slikt detaljnivå være uhensiktsmessig. Et alternativ kan være å dele bygget inn i mindre områder, som HENT allerede praktiserer med kontrollområder. Under hvert område kan man igjen definere arbeidsområder som for eksempel kan være rom, der den enkelte arbeider er ansvarlig for å rapportere når en prosess er ferdig og kontrollområdet eventuelt kan rapporteres klart til inspeksjon av prosjektledelsen. Forutsetningene for at det skal fungere og benytte digitale hjelpemidler til å måle fremdrift er at alle benytter dem. Det er ingen poeng i å innføre et system som kun noen få velger å benytte. Da vil man ikke få full uttelling av hjelpemidlene, og kostnaden med å innføre dem kan vanskelig forsvares. Det er også viktig at alle får god opplæring og at programvaren har et enkelt og intuitivt brukersnitt. Det må påregnes opplæringstid i implementeringsfasen for å sikre at alle involverte kommer opp på et ferdighetsnivå der de fungerer etter hensikten når hjelpemiddelet skal brukes i praksis.

Av plattformer HENT allerede har tatt i bruk, kan BIM og Digital kontrollplan benyttes til fremdriftsrapportering dersom de kobles opp mot fremdriftsplanen. Digital Kontrollplan og BIM til fremdriftsmåling forklares nærmere i 5.5.1 og 5.5.2. En fordel med å benytte programmer som allerede er implementert er at man sparer tid og kostnader på opplæring. Hovedprinsippet i programmene er allerede kjent fra før, så det bør være enklere å sette seg inn i dersom man lanserer flere funksjoner i samme program fremfor å ta i bruk en helt ny plattform. En av informantene mente at en standardisering av digitale hjelpemidler i byggebransjen kunne være en fordel for alle. Vedkommende mente at dersom man benytter egenutviklede programmer og plattformer så kan det fort bli for mye for underentreprenørene, da de ofte har flere prosjekter samtidig for forskjellige firmaer. Et annet moment er hvor mye tid skal man bruke på opplæring på aktører som bare har jobb ute på plassen i for eksempel bare en uke. Ikke minst vil det være en diskusjon om hvordan man skal dele utviklings- og opplæringskostnaden.

5.5.1 Digital kontrollplan

Ved å benytte Digital kontrollplan til fremdriftsmålinger får man en samlet portal for både kvalitetssikring og fremdriftsstatus. Informantene ble spurt hva de tenker om å koble fremdriftsplanen opp mot Digital kontrollplan. Dette var det delte meninger om. Noen var veldig positive og hadde tro på at det kunne effektivisere fremdriftsrapporteringen. En av informantene uttrykte bekymring for at Digital kontrollplans funksjon som et

kvalitetssikringsverktøy skulle forsvinne om man la inn for mye informasjon. En annen informant var redd det kom til å bli for komplisert med så mye informasjon samlet på en plass.

En fordel med å benytte Digital kontrollplan til fremdriftsrapportering er at den allerede er i startfasen av implementering i HENT. Det kan være fordelaktig å samle mest mulig informasjon på en og samme plattform slik at det er en plattform som gjelder, uansett om det er avvik som skal registreres eller fremdriftsrapportering som skal gjøres. Med all informasjon samlet på en plass, bedres informasjonsflyten i prosjektet. I Digital kontrollplan er det også mulig å registrere avvik eller aksjoner for de ulike aktivitetene. Dersom en underentreprenør har gjort en feil i utførelsen kan dette registreres i kontrollplanen og man kan dermed se hvor eventuelle forsinkelser stammer fra. Da får man både se forsinkelsen og årsaken til den. Andre fordeler med Digital kontrollplan som gjør den egnet til statussetting er at planen kan benyttes på håndholdte enheter, slik at man alltid kan ha med seg plattformen i lommen. Kontrollplanen er online, men kan også benyttes offline ved at programmet synkroniseres når man har tilgang på Internett igjen. Plattformen kan benyttes av flere aktører samtidig uten at det påvirker eller forstyrrer andres arbeid.

Digital kontrollplan er egenutviklet for HENT. Slik får man optimalisert plattformen etter hva som er mest hensiktsmessig for firmaet. Det er også forbundet med en viss ulempe. Ved at plattformen er egenutviklet og brukes kun av HENT, må man benytte lengre tid på opplæring av nye underentreprenører i prosjektet. For underentreprenører som ofte brukes vil dette kunne betraktes som en engangskostnad eller en opplæringskostnad mer eller mindre på linje med opplæring av egen stab. For andre aktører kan dette medføre en betydelig kostnad sett opp imot deres kontrakts størrelse. Det vil også være lite hensiktsmessig å benytte lang tid på opplæring av aktører som skal være på byggeplassen i kort tid. En mulig løsning for å effektivisere opplæringen er å gi aktørene en nettbasert opplæring på Digital kontrollplan før arbeidet deres starter. Dermed vil de være kjent med grunnprinsippene til plattformen før de kommer og det vil ta mindre tid bort fra produksjon.

Et spørsmål man må stille seg er om Digital kontrollplan skal fungere som et verktøy for å rapportere fremdrift, for deretter å plote inn registreringene i Safran, eller om måleegenskapene fra Safran skal implementeres i Digital kontrollplan. Ulempen med å benytte Digital

kontrollplan til rapportering av fremdrift er at man fortsatt må manuelt sette inn registreringene i Safran. Likevel er den største jobben gjort, da plottingen i Safran ble anslått av den ene informanten til å ikke være så tidkrevende.

5.5.2 Building Information Modeling (BIM)

BIM har gjort sitt inntog i byggebransjen de siste årene. Programmet begynner å bli kjent for de aller fleste slik at HENT ikke trenger samme grad av opplæring for underentreprenørene dersom de allerede har benyttet programvaren.

For statussetting av fremdrift benytter arbeidslederne Solibri på Lilleaker Vest. For å få gjøre endringer eller sette status i Solibri må man ha lisens. I følge en uformell samtale med en BIM-koordinator kan man bare ha en eller to ansvarlige, dersom flere jobber samtidig og oppdaterer mister den andre det som er blitt gjort før oppdateringen. Det kan bli problematisk siden informasjon fra mange aktører må da gå gjennom en eller to personer for å få satt status i modellen. Et annet moment er at Solibri er offline og man kan dermed ikke se eller gjøre forandringer før man har tilgang til Internett. Modellene er store og krever mye plass, det tar derfor lang tid å laste ned og opp. Dersom modellene hadde vært online eller live kunne mye tid blitt spart, men det fordrer også at man legger opp til at det er tilgang på nett på byggeplassen.

Ved at alle benytter samme program bedres informasjonsflyten i prosjektet. Rådgiverne kan sitte på sitt kontor å se fremdriften på plassen, slik at de bedre kan planlegge prosjekteringen. Anleggsledelsen kan planlegge produksjonen på byggeplassen ut fra hvilke områder som er under arbeid (og altså snart klart for produksjon) hos rådgiverne. Slik skaper man også større forståelse for hverandres fagfelt, og får en indikator på hvordan eget arbeid kan påvirke prosessen og dermed kan flyten i produksjonen bedres.

En ulempe med å koble fremdriftsplanen til en BIM-modell er det blir mer arbeid med utviklingen av modellen. En alternativ dersom modellen skal benyttes til statussetting er å lage mindre modeller for hvert kontrollområde. Da blir modellene mindre og enklere å laste ned. Det vil også gjøre det enklere for aktøren som skal sette status da vedkommende kun trenger å konsentrere seg om sitt eget område, i stedet for å manøvrere seg gjennom hele modellen.

Det må også vurderes om det er nødvendig med en presentasjon av fremdriftsmåling i 3D. Får man flere eller andre fordeler ved å benytte 3D sammenlignet med 2D? En klar fordel er den visuelle oversikten man får ved å benytte 3D kontra 2D. Det blir intuitivt lesbart også for utenforstående som ikke har erfaring med å lese ganttdiagrammer. Man kan oppfatte status i prosjektet kjapt fremfor å bla seg gjennom mange papirer. I tillegg kan man være sikker på at det man ser/leser til enhver tid er sist oppdaterte versjon av dokumentet noe som ikke alltid kan garanteres med papirdokumenter. Det er også en klar fordel at alle som trenger å vite status på fremdriften selvstendig kan holde seg oppdatert. Det bedrer informasjonsflyten mellom aktørene og man kan raskt få eller gi beskjed om forhold som trenger avklaring. En ulempe er at teknologien er sårbar på andre måter enn det tradisjonelle papirbaserte systemet. For eksempel er man avhengig av strøm og stabil internettilgang, samt at man kan være utsatt for hærverk eller hacking på den digitale strukturen. Fordelene er at arkivet ikke opptar plass, dokumenter kan leses og redigeres av flere samtidig, sporbarheten er god og man sikrer seg mot brann og vannskader ved at dokumentene lagres digitalt og skybasert.

For å utvikle denne ideen ytterligere kan man vurdere å legge til flere dimensjoner til BIM-modellen. Som forklart i teorikapitlet, kan man ha nytte av å legge inn økonomiske forhold i BIM-modellen og på den måten operere med en 5D-modell. Inn- og utbetalinger kan legges inn basert på framdrift og prosjektledelsen kan på den måten enkelt holde oversikt over likviditeten i prosjektet (Lu, Won, & Cheng, 2016). Det er en kjensgjerning at det ofte er likviditet snarere enn totaløkonomi som ødelegger for et prosjekt og likviditetsbudsjettering er en svært viktig del av det totale økonomiske bildet. Problemet med å legge inn for mange elementer i en modell er at det kan bli uoversiktlig og skape forvirring snarere enn klarhet.

6 Konklusjon

I dette kapittelet presenteres en kortfattet konklusjon på forskningsspørsmålene og problemstillingen. Deretter blir anbefalinger som har bakgrunn i det teoretiske rammeverket, resultatene og diskusjonen presentert før kapittelet avsluttes med forslag til videre arbeid.

Oppgaven har sett på hvordan en organisasjon måler prestasjonsindikatorer og hvilke indikatorer som benyttes for å evaluere prestasjonen i utførelsesfasen. Videre ble det undersøkt om digitale hjelpemidler kunne forbedre og effektivisere hvordan målinger gjøres.

HENT måler både på HMS, kvalitet, økonomi, arbeidsproduktivitet, kundetilfredshet og fremdrift i større eller mindre grad. Det benyttes allerede digitale hjelpemidler til å måle/registrere disse indikatorene i dag, men undersøkelsene gjort i forbindelse med denne oppgaven tyder på at det er et potensial for å forenkle og effektivisere måten dette gjøres på. Hvilke indikatorer som følges tettest har naturlig nok sammenheng med lokale forhold på den enkelte byggeplassen, som entreprisform og kontraktsforhold. Undersøkelsene har vist at selv om prioriteringen blant de nevnte indikatorene kan variere litt følges de alle opp på de ulike byggeplassene.

En organisasjon bør måle på flere parametere for å kunne evaluere et prosjekts sanne prestasjon. Dette bør gjøres både for å ha tilstrekkelig god kontroll på status i prosjektet, avdekke forbedringspotensial, samle data til statistikk og gi ledelsen i organisasjonen input til strategi for veien videre. Det må måles på et tilstrekkelig antall forskjellige indikatorer for å se det totale bildet, da mange av indikatorene er gjensidig avhengige av hverandre. Et prosjekt kan levere god fremdrift, men det kan være på bekostning av høy kostnad eller dårlig kvalitet. Det bør også benyttes både reaktive og proaktive indikatorer, siden de reaktive indikatorene kun forteller noe om hvordan et prosjekt har levert til nå, mens de proaktive forteller noe om hva man kan forvente videre i prosjektet.

HENT benytter allerede flere digitale hjelpemidler for å måle i prosjektene. Avvik på HMS og kvalitet måles gjennom plattformen Avviksloggen, som har fungert veldig bra for HENT. I Digital kontrollplan planlegges det hvilke kvalitetskontroller som skal gjennomføres, når

kontrollene skal gjøres og dokumentasjon på at kontrollene er gjort. Digital kontrollplan fungerer derfor som en proaktiv indikator på kvalitet, da den illustrerer hvordan HENT jobber for å forebygge avvik. For å effektivisere dette ytterligere kan det gjøres undersøkelser på om det er mulig å få de ulike programmene til å kommunisere slik at mer informasjon kan samles på den samme plattformen. Effekten av dette vil potensielt være lavere opplæringskostnad, men man skal være bevisst på at funksjonaliteten bevares slik at man ikke mister funksjonalitet og kvalitet kun for å oppnå en felles plattform.

Fordelene med å benytte digitale hjelpemidler til prestasjonsmålinger er mange. Informasjon kan deles, mangfoldiggjøres, spores og lagres uten at det krever fysisk oppmøte, arbeid eller plass. Systemer kan forenkle prosesser som allerede gjøres og i tillegg til tidsbesparelse vil digitale hjelpemidler kunne bidra til at målinger som gjøres blir mer korrekte og rapporteres tilnærmet i sanntid. Ulempene ligger i at digitale plattformer er avhengige av strøm og nettverk for å fungere, og det er for mange systemer en viss brukerterskel som gjør at implementeringen i en organisasjon kan være utfordrende. For å oppnå en vellykket innføring er det viktig at det kommuniseres godt hvorfor det skal innføres digitale hjelpemidler og hvilke oppgaver som vil forenkles som følge av dette.

6.1 Anbefalinger

I dette delkapittelet presenteres noen anbefalinger basert på det teoretiske rammeverket, resultatene fra datagenereringen og diskusjonen. HENT gjør allerede veldig mye bra, men med enkle grep kan organisasjonen effektiviseres ytterligere. De siste årene har HENT hatt en stor LEAN-satsing med fokus på å forbedre både små og store prosesser. Målinger er et verktøy for å forbedre prosesser og se om endringene man har igangsatt har hatt ønsket virkning. Digitale hjelpemidler har gjort sitt inntog i byggebransjen og har potensialet til å spare prosjektledelsen mye tid. Videre følger noen anbefalinger strukturert etter hver av indikatorene som er identifisert gjennom datainnsamlingen.

6.1.1 HMS

Både intervjuer, observasjoner, dokumentstudier og uformelle samtaler bekrefter at helse, miljø og sikkerhet er et viktig fokusområde i HENT og at det gjøres mange tiltak for å følge opp og forbedre sikkerheten ute på byggeplassen. HMS blir i dag målt gjennom registreringer av avvik ute på plassen, som på organisasjonsnivå genereres til statistikk over H-verdi og F-verdi. Det må altså skje en ulykke for at man kan få et mål for sikkerheten på byggeplassen, og dessuten er ikke lav H- eller F-verdi nødvendigvis synonymt med god HMS. Gjennom Visuell styring skal prosjektledelsen analysere blant annet prosjektets HMS gjennom en totalvurdering av ulike punkter som for eksempel HMS-plan, SJA og sikkerhetsintro til alle på byggeplassen. Det er altså en evaluering av proaktive sikkerhetsindikatorer som i større grad enn H-verdi forteller noe om sikkerheten på byggeplassen. Et annet moment er at ved å få medarbeiderne til å reflektere og bedømme de ulike punktene får man mer fokus på sikkerheten og mer bevisste medarbeidere. HENT bør derfor fortsette med å benytte både Avviksloggen og Visuell styring for å måle sikkerheten i prosjektene.

6.1.2 Kvalitet

Kvaliteten i et prosjekt kan sees fra tre perspektiver. Denne oppgaven har sett på leveranse kvaliteten og kvalitet i prosjektgjennomføringen. Kvaliteten på leveransen måles som antall avvik fra spesifikasjonen og dette fungerer bra til sitt formål. Kvalitet i prosjektgjennomføringen vurderes blant annet ved hjelp av Digital kontrollplan og Visuell styring. Det er mennesker som utfører jobben, så det vil alltid være en risiko for at feil, mangler eller avvik fra spesifikasjon kan oppstå som følge av menneskelig svikt. Det må derfor søkes å

reducere risikoen gjennom å ha god kvalitet i prosjektgjennomføringen slik at man oppnår riktig leveranse kvalitet. Ved å få medarbeiderne til å reflektere over kvalitetssikringen i prosjektet skapes en bevissthet som kan bidra til å unngå at feil oppstår. Det er derfor fordelaktig for HENT å fortsette med både å telle antall feil gjennom Avviksloggen og evaluere kvalitetssikringen underveis i prosjektet gjennom Visuell styring og Digital kontrollplan. Det bør også vurderes om kostnaden for kvalitetsfeil skal inkluderes da dette kan ha en preventiv effekt siden det vil tydeliggjøre konsekvensen av kvalitetsavvik i større grad. En kostnad på for eksempel 150 000 kr vil virke mer avskrekkende enn at «prosjektet har tre feil».

6.1.3 Økonomi

Ved å ha et tettere forhold til kostnaden per enhet i et prosjekt kan man identifisere eventuelle besparelser eller minske sløsing på et tidlig tidspunkt. Gjennom løpende oversikt og tett oppfølging av for eksempel riggekostnader kan man eliminere sløsing ved å levere tilbake leid utstyr man ikke trenger, fremfor å identifisere sløsing etter den er betalt. Ved å bevisstgjøre medarbeiderne på dette kan man oppnå en bedriftskultur der det er et pågående og underforstått fokus på å unngå sløsing og spare penger der man kan. Selv om de enkeltstående beløpene kan synes å være bagatellmessige kan de akkumulerte kostnadene over en tidsperiode bli store. Dersom dette kan illustreres og konkretiseres i eksempler vil dette være et godt verktøy for alle funksjonærer i organisasjonen for å identifisere sparepotensial i sine ansvarsområder uten at det oppleves som nedskjæringer.

6.1.4 Kundetilfredshet

Kundens tilfredshet er vanskelig å tallfeste, og gjøres i stor grad ut i fra en subjektiv vurdering. Et prosjekts suksess avgjøres til syvende og sist ut i fra kundens perspektiv. Fornøyde kunder kan generere mer arbeid og positiv publisitet til firmaet. Ved å evaluere kundens tilfredshet gjennom Visuell styring underveis i prosjektet har man muligheten til å jobbe for å skape en bedre relasjon underveis slik at kunden alt i alt føler seg ivaretatt og fornøyd med den jobben som blir gjort. For noen prosjekter har det blitt sendt ut et evalueringsskjema hvor kunden skulle karaktersette hvordan han opplevde HENT på noen utvalgte punkter. Dette er et tiltak som kan gi HENT verdifull informasjon om hvordan de fremstår for kunden og bidra til å nå målet om å bli Nordens best likte entreprenør. Det er et forholdvis enkelt tiltak som kan være av stor

betydning for HENT. Kundetilfredsheten i etterkant av prosjektet kunne blitt evaluert tettere gjennom for eksempel en spørreundersøkelse sendt ut til alle kunder etter endt prosjekt.

6.1.5 Arbeidsproduktivitet

Nødvendigheten med å utføre målinger på arbeidsproduktivitet er nok størst i de tilfellene HENT er ansvarlig for medgåtte timer. I de tilfellene er det viktig å utføre målinger for å være sikker på at man får levert det man betaler for. Ved å sette opp et timebudsjett over forventet tidsbruk for hver arbeidsoperasjon vil man ha mye større kontroll på om det blir levert i henhold til avtalen og man får tidlig vite om det må gjøres noen tiltak for at milepæler skal bli nådd innen fastsatt frist. Dette kan man i stor grad dekke gjennom fremdriftsmålingene som gjøres og med eventuelle stikkprøver eller mer uformell oppfølging. Det er viktig at man her finner den rette balansen slik at ikke kostnaden ved å utføre målinger overstiger nytten man får ut av dem. Kostnaden vil naturlig nok være forbundet med tid funksjonærer bruker men også på tapt produktiv tid for arbeiderne ute på byggeplassen i forbindelse med registrering

6.1.6 Fremdrift

Safranmålingene som gjøres i dag fungerer veldig bra, men tar mye tid for den som skal gjøre statussettingen. Det største problemet var å samle inn timene og fremdriftsstatus fra de ulike aktørene. Etter at dette er på plass er det kun en ren «punchjobb», som ikke tar all verden med tid ifølge ene informanten. Dersom HENT finner ut at måling ved hjelp av digitale hjelpemidler ikke er verdt det bør det som minimum benyttes en form for insentiv ovenfor underentreprenører til å sende inn fremdriftsstatus og ukentlige timeverk innen en gitt frist. Fremdriftsmålingene bør vurderes til å gjøres digitalt, da dette kan minke tidsbruken og øke nøyaktigheten. Dette kan leses mer om under 5.6.7.

Hindringsanalysen er et godt tiltak for å identifisere mulige hinder for at en aktivitet kan starte som planlagt. Ved aktiv bruk av denne før oppstart av enhver ny aktivitet vil man kunne eliminere mange unødvendige forsinkelser.

6.1.7 Digitale hjelpemidler

HENT er allerede langt fremme med implementeringen av BIM på prosjektet Lilleaker Vest. Mens oppgaven ble skrevet var prosjektet fortsatt i råbyggfasen med armering og betong, så det er ikke gjort observasjoner på hvordan dette fungerer i de senere fasene, med flere involverte aktører og flere parallelle aktiviteter. Like fullt må de sies at observasjonene som ble gjort ga et overbevisende bilde på BIMs kvaliteter som verktøy for oversikt, planlegging og ledelse. Erfaringene man gjør seg på dette prosjektet, bør tas med videre i vurderingen om BIM bør implementeres på alle prosjekter i HENT.

Digital kontrollplan er i implementeringsfasen i HENT. Så langt var alle informantene fornøyde med kontrollplanen og hadde tro på at dette kunne effektivisere hverdagen så fremt den ble innført fra starten av i et prosjekt. Det var delte meninger om hvorvidt Digital kontrollplan skal beholde sin funksjon som et kvalitetssikringsverktøy eller om den bør kobles opp mot en fremdriftsplan for å kunne sette fremdriftsstatus i tillegg. Digital kontrollplans sanne potensiale har vært vanskelig å anslå i denne oppgaven da det på det ene prosjektet akkurat var tatt i bruk og på det andre var det besluttet å ikke benytte plattformen. Dersom Digital kontrollplan skal benyttes til å sette fremdriftsstatus burde det testes ut på noen få utvalgte prosjekter før det innføres i hele organisasjonen.

Et sentralt stikkord før man skal ta i bruk digitale hjelpemidler er opplæring. Brukertilskelen på mange programmer eller systemer kan være høy, og det er slett ikke alle som har tilstrekkelig interesse og forståelse til å lære seg nye systemer gjennom prøving og feiling. For mange kan nye systemer virke skremmende og sågar unødvendig, det er derfor viktig å kommunisere hvilke fordeler systemet har og på hvilken måte det vil forenkle eksisterende arbeidsoperasjoner. Det er også viktig at nye systemer og metoder kommer som en erstatning for eksisterende prosesser og arbeidsoppgaver, framfor å komme som et tillegg til disse.

Et annet moment er å treffe riktig kost/nytte for målingene. Man må finne den riktige balansen mellom nøyaktigheten av målingene og tiden man har til rådighet. Et system hvor arbeideren rapporterer etter hver gipsplate som er skrudd vil være lite hensiktsmessig. Dersom man benytter BIM til statussetting burde det vurderes å utarbeide egne modeller for hvert kontrollområde og rapportere ferdig aktivitet romvis. Digital kontrollplan er allerede inndelt

etter kontrollområder og deretter aktiviteter. Det kan vurderes om det bør deles inn etter rom, slik at registreringene blir mer presise.

6.2 Videre arbeid

En naturlig fortsettelse på oppgaven hadde vært å studere hvilke erfaringer de gjør seg på Lilleaker Vest i de senere prosjektfasene og etter prosjektslutt. Særlig vil det være interessant å se om tegningsløs, BIM-basert byggeplass fungerer etter intensjonen i utførelsesfasen, og dersom det er noe som ikke har fungert like godt vil det være nyttig å få dette opp i dagen slik at man kan lære av det til neste prosjekt.

Neste interessante tema å arbeide videre med er å se på hvilke systemer og programvarer som benyttes i dag man kan ha nytte av å sammenstille slik at man får samlet mer informasjon på en, funksjonell plattform.

5D BIM er fortsatt i utviklingsfasen, og det blir interessant å se om dette er en tilnærming til fremdrifts og økonomistyring som vil få feste også i norsk byggebransje generelt, og i HENT spesielt.

7 Referanser

- Albriksen, R. O. (1989). *Produktivitet i byggebransjen*. Oslo: Norges byggforskningsinstitutt
- Amaratunga, D., & Baldry, D. (2002). Performance measurement in facilities management and its relationship with management theory and motivation. *Facilities*, Vol. 20, No. 10, ss. 327-336.
- Ankrah, N., & Proverbs, D. (2005). A framework for measuring construction project performance: overcoming key challenges of performance measurement. *21st Annual ARCOM Conference* (ss. 959-969). London: Association of Researchers in Construction Management, Vol. 2.
- Bassioni, H., Asce, S., Price, A., Hassan, T., & Asce, M. (2004, April). Performance Measurement in Construction. *Journal of Management in Engineering*, Vol. 20, ss. 42-50.
- Bernolak, C. (1996). *Productivity gainsharing*. Geneva: International Labour Organisation.
- Bibsys. (u.d.). *Oria - søketjeneste*. Hentet Februar 20., 2018 fra Webområde for Bibsys: <http://www.bibsys.no/produkter-tjenester/tjenester/soketjenesten-oria/>
- Bryde, D., Broquetas, M., & Volm, J. M. (2013). The project benefits of Building Information Modelling (BIM) . *International Journal of Project Management* 31, ss. 971-980.
- Bråten, M., Ødegård, A. M., & Andersen, R. K. (2012). *Samarbeid og HMS-utfordringer i bygg- og anleggsnæringen*. Fafo.
- Byggenæringens Landsforbund. (u.d.). *Charter for en skadefri bygg- og anleggsnæring*. Hentet April 3., 2018 fra Webområde for Byggenæringens Landsforbund: <http://www.bnl.no/arbeidsforhold/helse-miljo-sikkerhet/hms-charter/>
- Cain, C. T. (2004). *Performance measurement for construction profitability*. Victoria, Australia: Blackwell Publishing.
- Consigli AS - Hørt av buildingSMART Norge Tverrfaglig Brukerforum. (2012). *BSN Prosess 5 - Bruk av BIM til fremdrift og ressursstyring (4D)* . buildingSMART Norge.
- Costa, D. B., & Formoso, C. T. (2004). *Evaluating performance measurement systems for construction companies*. The International Salford Centre for Research and Innovation (SCRI) Research Symposium.

- Cox, R., Issa, R. R., Asce, M., & Ahrens, D. (2003, Mars/april). Management's Perception of Key Performance Indicators for Construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 129, No. 2, ss. 142-151.
- Dawood, N., & Sikka, S. (2009, Juni). Development of 4D based performance indicators in construction industry. *Engineering, Construction and Architectural Management*, Vol. 16, No. 5, ss. 438-458.
- Dozzi, S. P., & AbouRizk, S. M. (1993). Productivity in Construction. *National Research Council Canada*.
- Egan, J. (1998). *Rethinking Construction*. London: Department of the Environment, Transport and the Regions.
- Elsevier. (u.d.). *Ei Compendex*. Hentet Februar 20., 2018 fra Webområde for Elsevier: <https://elsevier.com/solutions/engineering-village/content/EiCompendex>
- Elsevier. (u.d.). *What is ScienceDirect*. Hentet Februar 20., 2018 fra Webområde for Elsevier: <https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect>
- Entreprenørforeningen Bygg og anlegg. (2016). *Definisjon av H-verdi i byggenæringen*. Hentet April 3, 2018 fra Webområde for Entreprenørforeningen Bygg og anlegg: www.eba.no/globalassets/dokumenter/hms/definisjon-av-h-verdi--endelig2016.pdf
- Feigenbaum, A. (1961). *Total Quality Control*. New York: McGraw-Hill.
- Gjønnnes, S. H., & Tangenes, T. (2012). *Økonomi og virksomhetsstyring*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Goodrum, P., & Haas, C. (2002). Partial factor productivity and equipment technology change at activity level in U.S. construction industry. *Journal of Construction Engineering Management*, Vol 128, No. 6, ss. 47-64.
- Google Scholar. (u.d.). *About*. Hentet Februar 20., 2018 fra Webområde for Google Scholar: <https://scholar.google.com/intl/en/scholar/about.html>
- Grilo, A., & Jardim-Goncalves, R. (2010). Value Proposition on Interoperability of BIM and Collaborative Working Enviroments. *Automation in Construction*, Vol 19, No. 5, ss. 522-530.

- Halligan, D., Demsetz, L., Brown, J., & Pace, C. (1994). Action-response model and loss of productivity in construction. *Journal of Construction Engineering Management Vol. 120, No. 1*, ss. 47-64.
- HENT AS . (u.d.). Hentet fra Interne systemer HENT .
- HENT AS. (u.d.). *Hønefoss Sør 1-7 (skole/flerbrukshall)*. Hentet April 4, 2018 fra Webområde for HENT AS: <http://www.hent.no/portfolio-item/honefoss-sor-1-7/?lang=en>
- HENT AS. (u.d.). *Lilleaker Vest*. Hentet April 4, 2018 fra Webområde for HENT AS: <http://www.hent.no/portfolio-item/lilleaker-vest/>
- HENT AS. (u.d.). *Planverk*. Hentet fra Interne systemer HENT .
- HENT. (u.d.). *Om oss*. Hentet April 25, 2018 fra Webområde for HENT AS: <http://www.hent.no/om-oss/>
- Hinze, J. (2005). A paradigm shift: Leading to safety. *4th Triennial International Conference, Rethinking and Revitalizing Construction, Safety, Health, Environment and Quality* , (ss. 1-11). Port Elizabeth - South Africa.
- Holme, I. M., Solvang, B. K., Fløistad, G., Kjeldstadli, K., & O'Gorman, D. (1997). *Forskningsmetodik: om kvalitative og kvantitative metoder*. Studentlitteratur AB.
- Ingvaldsen, T., & Edvardsen, D. (2007). *Effektivitetsanalyse av byggeprosjekter*. Oslo: SINTEF Byggforsk.
- Jonsson, J. (1996). *Construction Site Productivity Measurements*. Luleå: Luleå tekniska universitet.
- Kagioglou, M., Cooper, R., & Aouad, G. (2001). Performance management in construction: a conceptual framework. *Construction Management and Economics, Vol. 19, No. 1*, ss. 85-95.
- Kumaraswamy, M. M., & Thorpe, A. (1996). Systematizing construction project evaluations . *Journal of Management in Engineering, Vol. 12, No. 1*, ss. 34-39.
- Landsorganisasjonen i Norge, Norsk Produktivitetssenter og Næringslivets hovedorganisasjon. (1989). *Om lønssystemer*. Oslo.
- Langlo, J. A., Bakken, S., Karud, O. J., Landet, R. R., Olsen, A. S., Andersen, B., & Hajikazemi, S. (2017). *Prestasjonsmåling i norsk BAE-næring -Sluttrapport oktober 2017*. SINTEF.

- Langlo, J., Bakken, S., Karud, O., Malm, E., & Andersen, B. (2013). *Problemmotat, Måling av produktivitet og prestasjoner i byggenæringen*. Trondheim: SINTEF Teknologi og samfunn.
- Leviakangas, P., Paik, S. M., & Moon, S. (2017, April). Keeping up with the pace of digitization: The case of the Australian. *Technology in Society, No. 50*, ss. 33-43.
- Lin, G., & Shen, Q. (2007, Januar). Measuring the Performance of Value Management Studies in Construction: Critical Review. *Journal of Management in Engineering, vol. 23, No. 1*, ss. 2-9.
- Liu, A. M., & Walker, A. (1998). Evaluation of project outcome. *Construction Management and Economics, Vol. 16*, ss. 209-219.
- Liukkonen, P. (1992). *Increased Productivity - A Question of Obtaining Personnel Commitment and Using Time Right*. Stockholm: The Swedish Employers' Association.
- Lu, Q., Won, J., & Cheng, J. C. (2016, September). A financial decision making framework for construction projects based on 5D Building Information Modeling (BIM). *International Journal of Project Management, Vol. 34*, ss. 3-21.
- Manoochchri, G. (1999). Overcoming obstacles to developing effective performance measures. *Work Study, Vol. 48, No. 6*, ss. 223-229.
- Melvær, K. (2014). *Forskning for forskningsspirer*. Holbergprisen. Hentet fra <https://metode.holbergprisen.no/content/kap3/kap-3-4.html>
- Miller, D. (1984). Profitability = productivity+ price recovery. *Harvard Business Review, Vol. 62 No. 3*, ss. 145-153.
- Mullins, L. J. (2005). *Management and Organisational Behaviour, 7th Edition*. Essex, England: Pearson Education Limited .
- Neely, A. (1999). The performance measurement revolution: why now and what next? . *International Journal of Operations and Production Management, Vol. 19, No. 2*, ss. 208-228.
- Neely, A., Gregory, M., & Platts, K. (1995). Performance measurement system design: A literature review and research agenda. *International Journal of Operations & Production Management, Vol. 15, No. 4*, ss. 80-116.

- NTNU. (u.d.). *Avanserte litteratursøk*. Hentet Mars 2., 2018 fra Innsida: <https://innsida.ntnu.no/wiki/-wiki/Norsk/Avanserte-litteraturs%C3%B8k>
- Olsson, N. (2014). *Praktisk rapportskrivning*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Oswald, A., Proto, E., & SgROI, D. (2015, Oktober). Happiness and Productivity. *Journal of Labor Economics* 33, no. 4, ss. 789-822.
- Park, H., Thomas, S., & Tucker, R. (2005). Benchmarking of construction productivity. *Journal of Construction Engineering Management*, Vol. 131, No. 7, ss. 772-778.
- Poirier, E., Staud-French, S., & Forgues, D. (2015, Juli). Measuring the impact of BIM on labor productivity in a small specialty contracting enterprise through action-research. *Automation in Construction* 58, ss. 74-84.
- Produktivitetskommissjonen. (u.d.). *Om kommissjonen: Webområde for Produktivitetskommissjonen*. Hentet Februar 6., 2018 fra Webområde for Produktivitetskommissjonen: <http://produktivitetskommissjonen.no/om-kommissjonen/>
- Punniyamorthy, M., & Murali, R. (2008). Balanced score for the balanced scorecard: a benchmarking tool. *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 15, No. 4, ss. 420-443.
- Rajendran, s., & Asce, A. (2013, Februar). Enhancing Construction Worker Safety Performance. *Practice Periodical on Structural Design and Construction*, Vol. 18, No. 1, ss. 45-51.
- Rashvand, P., & Majid, M. Z. (2014, Januar/februar). Critical Criteria on Client and Customer Satisfaction for the Issue of Performance Measurement. *Journal of Management in Engineering*, Vol. 30, No. 1, ss. 10-18.
- Rojas, E., & Aramvareekul, P. (2003, Januar/februar). Is Construction Labor Productivity Really Declining?. *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 129, No. 1, ss. 41-46.
- Rolstadås, A., Olsson, N., Johansen, A., & Langlo, J. (2014). *Praktisk prosjektledelse*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Sander, K. (2017, April 11). *Reliabilitet*. Hentet fra studie.no: <https://studie.no/reliabilitet/>
- Sanger, M. (1998). Supporting the balanced scorecard. *Work Study*, Vol. 47, No. 6, ss. 197-200.

- SINTEF. (2015, Oktober 26). *Prestasjonsmålinger i norsk BAE-næring*. Hentet Februar 2., 2018 fra Webområde for Sintef: <https://www.sintef.no/prosjekter/prestasjonsmaling-i-norsk-bae-naring/>
- Son, H., & Kim, C. (2010). 3D structural component recognition and modeling method using color and 3D data for construction progress monitoring. *Automation in Construction* 19, ss. 844-854.
- Stainer, A. (1997). Capital input and total productivity management. *Management Decision*. Vol. 35, No, 3, ss. 224-232.
- Statistisk sentralbyrå. (2018, Januar 19.). *Produktivitetsfall i bygg og anlegg*. Hentet Mars 12., 2018 fra ssb.no: <https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/artikler-og-publikasjoner/produktivitsfall-i-bygg-og-anlegg>
- Store norske leksikon. (2015, juni 17). *Forskningsmetode*. Hentet Mars 20., 2018 fra Store norske leksikon: <https://snl.no/forskningsmetode>
- Store norske leksikon. (2017, mai 22.). *Produktivitet*. Hentet fra Webområde for Store norske leksikon: <https://snl.no/produktivitet>
- Tangen, S. (2005). Demystifying productivity and performance. *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 54, No. 1, ss. 34-46.
- Thomas, H., Maloney, W., Horner, R., Smith, G., Handa, V., & Sanders, S. (1990). Modeling construction labor productivity . *Journal of Construction Engineering Management*, Vol. 116, No. 4, ss. 705-726.
- Tjora, A. (2013). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis* . Oslo: Gyldendal Akademisk.
- Toellner, J. (2001). Improving safety and health performance: Identifying leading indicators. *Professional Safety*, vol. 46, No. 9, ss. 42-47.
- Ward, S., Curtis, B., & Chapman, C. (1991). Objectives and performance in construction . *Construction Management and Economics*, Vol 9, ss. 343-353.
- Warren, R. H. (1989). *Motivation and Productivity in the Construction Industry*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Westerveld, E. (2003). The project excellence model: linking success criteria and critical success factors. *International Journal of Project Management*, Vol. 21, No. 6, ss. 411-418.

- Yang, H., Yeung, J., Chan, A., Chiang, Y., & Chan, D. (2010, Juni). A critical review of performance measurement in construction. *Journal of Facilities Management, Vol. 8, No. 4*, ss. 269-284.
- Yin, R. K. (1994). *Case Study Research - Design and Methods, Second Edition* . Sage Publications .

8 Vedlegg

Vedlegg A - Intervjuguide

Vedlegg A – Intervjuguide

Navn:

Stilling:

Antall år erfaring i bygg- og anleggsbransjen:

Antall år jobbet i HENT:

Hvilke stillinger har du hatt?

Nr.	Spørsmål	Merknader	Hint
1	Hvor godt kjenner du til HENTs rutiner for produktivitetmålinger?		
2	Hvorfor mener du det er viktig/ikke viktig å utføre produktivitetmålinger?		
3	Hvilke typer produktivitetmålinger utføres innen ditt ansvarsområde?		<ul style="list-style-type: none">- HMS- Fremdrift- Kvalitet- Økonomi- Arbeidsproduktivitet
4	Hva benyttes resultatene fra målingene til?		Hvordan følges det opp? <ul style="list-style-type: none">- Bedriftsnivå- Prosjektnivå
5	Hvilke fordeler/ulemper ser du ved å utføre produktivitetmålinger?		
6	Hvilke digitale hjelpemidler har du nytte av i produksjonsfasen? Hvordan opplever du de?		<ul style="list-style-type: none">- Fremdriftsplanlegging- Økonomi- BIM- Avviksregistrering

7	Tror du digitale hjelpemidler kan effektivisere/forbedre hvordan vi måler produktivitet i dag?		Hvordan kan de hjelpe? Hva kan forbedres?
8	Hvilke fordeler/ulemper ser du ved å benytte digitale hjelpemidler til produktivitetmålinger?		
9	Er det noe annet tilknyttet dette temaet du vil ta opp?		