

Innføring av guidende prinsipper for å redusere sløsing i byggeproduksjon

Martin Morterud &
Nicolai Bredmose Haugen

*For mastergrad i
Industrielløkonomi og teknologiledelse*

VEILEDER

John Skaar

Universitetet i Agder, 2024

Fakultet for teknologi og realfag
Institutt for ingeniørvitenskap

Forord

Denne masteroppgaven er slutten på et femårig studium innenfor industriell økonomi og teknologiledelse, ved Universitetet i Agder. Masteroppgaven er en obligatorisk oppgave som utgjør 30 studiepoeng og er gjennomført i tidsrommet januar 2024 til mai 2024.

Det er med stor glede og takknemlighet vi presenterer denne masteroppgaven med tittelen «Innføring av guidende prinsipper for å redusere sløsing i byggeproduksjon». Denne oppgaven har ikke bare vært utfordrende, men også en spennende og lærerik reise. Dette har vært en fin mulighet til å fordype seg i teori og bygge på tidligere erfaringer fra emner som BYG225 – Prosjektledelse med Lean Construction, IND419 – Design and Engineering Management og IND422 – Risiko og mulighetsledelse.

Vi ønsker å rette en stor takk til vår veileder John Skaar fra UiA, for god og faglig veiledning gjennom hele prosessen. Vi vil også rette en stor takk til våre medstudenter som vi har delt kunnskap og erfaringer med gjennom hele studieløpet. Faglige diskusjoner i lunsjen har vært avgjørende for å forme våre tanker og forbedre kvaliteten på masteroppgaven.

Vi ønsker å rette en stor takk til Consto Sør, som har gitt oss tilgang til å bruke deres prosjekt i oppgaven. Det samme gjelder prosjektdeltakerne som har vært med på å muliggjøre denne oppgaven.

Martin Morterud & Nicolai Bredmose Haugen

Grimstad 14.05.2024



Martin Morterud



Nicolai Bredmose Haugen

Sammendrag

Til tross for at bygg og anlegg er den største bransjen i Norge, er det samtidig allment kjent at det er en bransje med mye ineffektivitet, også kalt sløsing. Dette skaper et mulig konkurransefortrinn for entreprenører som klarer å redusere sin egen sløsing. Denne masteroppgaven vil se på hvordan prinsippledelse kan brukes for å redusere sløsing til et arbeidslag i produksjonen. Oppgaven skal utføre to feltarbeid på to ulike produksjoner fra prosjektet Baneheia Park som leveres av Consto Sør. Målet har vært å undersøke om prinsipper formulert ut ifra ulike former for sløsing, kan få håndverkere til å redusere sløsing i sin egen produksjon. Ut ifra dette målet ble følgende forskerspørsmål formulert: *Hvordan kan guidende prinsipper redusere håndverkernes sløsing i sin egen produksjon?* Dette forskerspørsmålet ble testet ved å innføre ulike guidende prinsipper, formulert basert på hvilke typer sløsing som hadde størst potensiale for reduksjon. Deretter ble det observert om disse prinsippene bidro til at håndverkerne fant løsninger som reduserte sløsing.

Forskerne benyttet seg av observasjoner, intervjuer og samtaler for å identifisere hvor i produksjonen det var størst potensialet for reduksjon av sløsing, samt stoppeklokke for å se hvilken effekt de guidende prinsippene hadde på tiden.

Basert på funnene dannes det antakelser om at de guidende prinsippene bidro til at håndverkerne kunne identifisere sin egen sløsing, som igjen kan ha bidratt til å redusere produksjonstiden. Til tross for dette kan man anta at de guidende prinsippene ikke ble en aktiv del av deres tanker og at håndverkerne ikke ble selvstendig drevet av prinsippene. Denne antagelsen kommer på grunnlag av at håndverkerne ikke klarte å bruke prinsippene til å se alle løsningene forskerne så. Andre sentrale funn deler likheter med tidligere forskning, som resulterte i en endring av metode, der forskerne ønsket å finne ut hvorfor det ikke kommer flere endringer ved flere iterasjoner av samme prinsipp. Ved å sammenligne observasjonene med en tilnærming til forbedringsarbeid vil det bli presentert mulige forklaringer. Modellen til forbedringsarbeid diskuteres ut ifra likheter og forskjeller hvor det avslutningsvis legges frem et forslag til en oppdatert modell tilpasset oppgavens tilnærming til prinsippledelse.

Abstract

Despite being the largest industry in Norway, the construction sector is widely recognized for its inefficiencies, also known as waste. This presents a potential competitive advantage for contractors who manage to reduce waste. This master's thesis aims to explore how principle-based leadership can be utilized to reduce waste within a construction team's production process. The study will conduct fieldwork at two different sites within the Baneheia Park project, delivered by Consto Sør. The objective is to investigate whether formulated principles, derived from various forms of waste, can encourage craftsmen to reduce waste in their own production processes. From this objective, the following research question was formulated: *How can guiding principles reduce craftsmen's waste in their own production processes?* This was tested by introducing different guiding principles based on where the greatest potential for waste reduction existed in the production process, and observing the solutions craftsmen implemented based on these principles.

Researchers utilized observations, interviews, and interaction to identify areas within the production process with the highest potential for waste reduction. Additionally, stopwatches were employed to measure the effect of the guiding principles.

Based on the findings, assumptions were made that the guiding principles enabled craftsmen to identify their own waste, potentially leading to a reduction in production time. However, it is assumed that the guiding principles did not become an active part of their thinking process and that craftsmen were not autonomously driven by the principles. This assumption is drawn from the fact that the "obvious solutions" in relation to the guiding principles were implemented, but no further changes were made after multiple iterations of the same principle. These key findings share similarities with previous research that resulted in a methodological change, as researchers sought to understand why there were no further changes after multiple iterations of the same principle. A possible explanation from theory could be found by comparing the observations in the thesis to an approach to improvement work. Similarities and differences to this model are discussed, and a proposal for an updated model tailored to principle-based leadership in construction production is presented.

Innholdsfortegnelse

| | |
|--|------|
| Sammendrag | iii |
| Abstract | iv |
| Figurliste | vi |
| Tabelliste | viii |
| 1. Introduksjon | 1 |
| 1.1. Forskerspørsmål | 2 |
| 1.1.1. Avgrensninger | 3 |
| 1.2. Bakgrunn for oppgaven | 3 |
| 1.3. Utfordringer | 3 |
| 1.4. Mål | 4 |
| 1.5. Oppgavens utforming | 4 |
| 2. Teori | 5 |
| 2.1. Sløsing | 5 |
| 2.1.1. Syv former for sløsing | 6 |
| 2.1.2. Making-do | 8 |
| 2.1.3. Verdistrømanalyse | 10 |
| 2.2. Prinsipper | 12 |
| 2.2.1. Prinsippledelse | 13 |
| 2.3. Produksjon i byggebransjen | 14 |
| 2.3.1. Flaskehals | 16 |
| 2.3.2. Forbedring i produksjon | 16 |
| 2.4. Tilleggsteori etter endring av metode | 17 |
| 2.4.1. Forbedringsarbeid | 17 |
| 3. Metode | 20 |
| 3.1. Valg av forskningsdesign og metode | 20 |
| 3.1.1. Aksjonsforskning | 21 |
| 3.2. Datainnsamling | 22 |
| 3.2.1. Litteratursøk | 22 |
| 3.2.2. Kvalitative intervjuer | 23 |
| 3.3. Observasjon | 25 |
| 3.3.1. Deltakende observasjon | 27 |
| 3.4. Reliabilitet og Validitet | 28 |
| 3.4.1. Reliabilitet | 28 |
| 3.4.2. Validitet | 29 |

| | | |
|--------|--|----|
| 3.5. | Forklaring, Justering og refleksjon av metode..... | 30 |
| 4. | Case..... | 34 |
| 4.1. | Forsøk 1..... | 34 |
| 4.2. | Forsøk 2..... | 36 |
| 5. | Resultater/Funn..... | 39 |
| 5.1. | Forsøk 1..... | 39 |
| 5.1.1. | Observasjon og målinger..... | 39 |
| 5.1.2. | Innføring..... | 46 |
| 5.2. | Forsøk 2..... | 49 |
| 5.2.1. | Observasjon og målinger av nåværende tilstand..... | 49 |
| 5.2.2. | Valg av guidende prinsipper..... | 59 |
| 5.2.3. | Innføring av guidende prinsipper..... | 62 |
| 6. | Diskusjon..... | 67 |
| 6.1. | Utfordringer..... | 67 |
| 6.2. | Forsøk 1..... | 67 |
| 6.3. | Forsøk 2..... | 70 |
| | Forslag til videre forskning..... | 81 |
| | Referanser..... | 82 |

Figurliste

| | |
|--|----|
| Figur 1-1 Omsetning bygge- og anleggsbransjen | 1 |
| Figur 1-2 Oversikt over oppbygning av oppgaven | 4 |
| Figur 2-1 Egenprodusert illustrasjon av verdistrømanalyse (Rother & Shook, 2009) | 11 |
| Figur 2-2 Forholdet mellom hvordan man forstår verden og hvordan man handler i den (Skaar et al., 2020)..... | 12 |
| Figur 2-3 Læringskurve (Ritter & Schooler., 2001) | 17 |
| Figur 2-4 Illustrasjon av forbedringsarbeid over tid (Paris, 2016) | 18 |
| Figur 2-5 Ønsket forbedringskurve (Paris, 2016)..... | 19 |
| Figur 3-1 Deduktivt Forskningsdesign (Isaksen, 2023) | 20 |
| Figur 3-2 Intervjukart..... | 24 |
| Figur 3-3 Revidert intervjukart (observasjonskart)..... | 25 |
| Figur 3-4 Mengde sløsing | 27 |
| Figur 3-5 Forklaring av metode | 30 |
| Figur 3-6 Induktivt forskningsdesign (Isaksen, 2023) | 31 |
| Figur 3-7 Abduktivt forskningsdesign (Conaty, 2021)..... | 32 |
| Figur 4-1 Oversiktsbildet over hele prosjektet | 34 |
| Figur 4-2 Himlingsplan første etasje fylkeshus | 35 |
| Figur 4-3 Telt for produksjon av elementer og prekuttet spiler på pall | 35 |
| Figur 4-4 Elementer på pall | 36 |
| Figur 4-5 Spileelement..... | 36 |
| Figur 4-6 Spilehimlingsmal | 36 |
| Figur 4-7 Arbeidstegninger av fasade sør | 37 |
| Figur 4-8 Arbeidstegninger fasade øst..... | 37 |
| Figur 4-9 Arbeidstegninger fasade vest | 37 |
| Figur 4-10 Markert case område | 38 |
| Figur 5-1 Spilehimlingsområde | 39 |
| Figur 5-2 Produksjonsområde | 40 |
| Figur 5-3 Demonterte spileelementer | 41 |
| Figur 5-4 Demonterte spileelementer | 41 |
| Figur 5-5 Elementoppheng før | 42 |
| Figur 5-6 Verdi i produksjon før..... | 43 |
| Figur 5-7 Observert sløsing..... | 45 |
| Figur 5-8 Elementoppheng etter | 48 |
| Figur 5-9 Elementoppheng etter | 48 |
| Figur 5-10 Lokasjon til plateproduksjon | 50 |
| Figur 5-11 Aktivitet 1 | 51 |
| Figur 5-12 Aktivitet 2 | 51 |
| Figur 5-13 Aktivitet 3 | 52 |
| Figur 5-14 Produksjonslinje før | 52 |
| Figur 5-15 Produksjonstid per plate før innføring av prinsipper | 53 |
| Figur 5-16 Oversikt over avstander fra lagring av plater til monteringsplass..... | 53 |
| Figur 5-17 Bæring av plater | 54 |
| Figur 5-18 Mal til forboring | 55 |
| Figur 5-19 Tilpasset plate på enden | 56 |
| Figur 5-20 Montering av plate..... | 57 |

| | |
|--|----|
| Figur 5-21 Monterte plater før kutting..... | 57 |
| Figur 5-22 For stor glipe mellom vegg og himling | 58 |
| Figur 5-23 Illustrasjon tegnet på gips av glipen mellom vegg og himling..... | 59 |
| Figur 5-24 Mengde sløsing observert | 61 |
| Figur 5-25 Håndverkerne venter på gaffeltruck | 63 |
| Figur 5-26 Fasadeplater fraktet med gaffeltruck..... | 63 |
| Figur 5-27 Avstander mellom fasadeplater og produksjonen før og etter flytting | 64 |
| Figur 5-28 Jekkekonstruksjon | 65 |
| Figur 5-29 Produksjonslinje etter | 66 |
| Figur 5-30 Produksjonslinje etter | 66 |
| Figur 6-1 Forbedringsmodell | 72 |
| Figur 6-2 Forbedringsmodell fra oppgaven | 73 |
| Figur 6-3 Ønsket forbedringskurve (Paris, 2016)..... | 74 |
| Figur 6-4 Potensiale for reduksjon av sløsing før | 75 |
| Figur 6-5 Potensiale for reduksjon av sløsing etter | 76 |
| Figur 6-6 Forbedring over tid ved flere prinsipper | 77 |

Tabelliste

| | |
|---|----|
| Tabell 2-1 Liste over Ohno sine syv former for sløsing med egne eksempler fra byggeplass (Ohno, 1988) | 7 |
| Tabell 3-1 Forskningsdesign (LTH) | 32 |
| Tabell 4-1 Monteringsanvisning av Cembrit-plater i forhold til vindlaster (Cembrit, 2024) .. | 38 |
| Tabell 5-1 Elementoppheng per halvtime før | 42 |
| Tabell 5-2 Observert sløsing | 44 |
| Tabell 5-3 Guidende prinsipp | 45 |
| Tabell 5-4 Elementoppheng per halvtime etter | 48 |
| Tabell 5-5 Oversikt over observert sløsing i produksjonen | 60 |
| Tabell 5-6 Utvalgte guidende prinsipper for å redusere sløsing..... | 61 |

1. Introduksjon

Byggebransjen er den største næringen i Norge målt på antall bedrifter, ifølge det kongelige kommunal- og regionaldepartement i sin stortingsmelding (Meld.st28, 2011-2012, p. 25), med over 33% av alle norske selskaper innenfor denne næringssektoren. Selv om denne bransjen er den som er størst, er den fortsatt den bransjen som er en av de minst produktive. Ut ifra Statistisk sentralbyrå (SSB, 2024), har den verdiskapende aktiviteten til byggebransjen hatt en nedgang på 3% fra desember 2022 til desember 2023. Til tross for en nedgang i verdiskapende aktiviteter har allikevel omsetningen økt med 9,8% fra 2021 til 2022 og med hele 30% fra 2016 ifølge tall fra Statistisk sentralbyrå (SSB, 2023), som illustrert i Figur 1-1. Høyere andel prefabrikasjon og vanskeligheter med å måle forbedringer i kvalitet kan ha en innvirkning på denne nedgangen (Todsén, 2018).



Figur 1-1 Omsetning bygge- og anleggsbransjen

Til tross for utfordringene med målinger er bygg og anleggsbransjen blant de største på verdensbasis (Bølviken & Koskela, 2016, pp. 3-4), og det er allment kjent at det er en bransje med mye sløsing. Det er spesielt tiden som sløses med, og undersøkelser viser at tapt tid i produksjon kan utgjøre mellom 10-30 % av arbeidstiden (Mjelve, 2016). Det presenteres som et paradoks at ikke reduksjon av sløsing har blitt en dominerende strategi for å

forbedre produktiviteten i bransjen (Bølviken & Koskela, 2016, pp. 3-4). På bakgrunn av mye sløsing i bransjen ligger det et stort potensial til forbedring både for små og store aktører. I senere tid har det vært flere studier som har sett på hvordan man kan identifisere og redusere sløsing i produksjonen i byggeprosjekter (Fosse, 2014; Mjelve, 2016; Skaar, 2019), som videre styrker påstanden om mengden sløsing i bransjen og dens potensiale for forbedring.

Prinsipper strekker seg inn i ulike deler av livene våre og bidrar til å legge grunnlaget for handlinger (Nes, 2022), verdier og hvordan vi samhandler med verden rundt oss. Av den grunn finnes det prinsipper for hvordan vi skal handle i ulike situasjoner. Uavhengig av kontekst brukes prinsipper av bedrifter, religioner, militæret etc. for å sikre enhetlighet i vår tilnærming til situasjoner og for å minimere usikkerhet i beslutninger. Prinsippene som presenteres av disse aktørene brukes som en veiviser, og bruken av disse hjelper å navigere komplekse situasjoner som oppstår på veien mot ønskede mål.

Ledelse basert på prinsipper er en type ledelse som anvender prinsipper istedenfor regler og strenge retningslinjer som en guide for beslutningstaking og handlinger (Covey & Gullledge, 1992). I prinsippledelse blir prinsipper beskrevet som «true north» og gjør det mulig å ta gode beslutninger og gjennomføre gode handlinger uansett hva slags situasjon og omgivelser man befinner seg i. Dette åpner muligheten for at ledere kan påvirke organisasjonen og arbeidsprosessene med sine egne verdier, uten å trenge detaljerte beskrivelser.

1.1. Forskerspørsmål

Ut ifra problemområdet om sløsing i bygg og anleggsbransjen presenteres følgende forskerspørsmål: *Hvordan kan guidende prinsipper redusere håndverkernes sløsing i sin egen produksjon?*

Antakelsen i denne oppgaven er at guidende prinsipper vil hjelpe håndverkerne å se løsninger de kan iverksette for å redusere sin egen sløsing, og at tiden i produksjonen, som

et resultat av dette, reduseres. Forskerspørsmålet er formulert for å undersøke om denne antakelsen stemmer.

1.1.1. Avgrensninger

Oppgaven vil kun se på hvilke løsninger håndverkerne tenker seg frem til basert på de guidende prinsippene, og hvordan produksjonstiden endrer seg med de nye løsningene. I denne oppgaven vil ikke kostnader bli vurdert og den vil ha et brutto syn på verdi, i stedet vil observasjoner på løsninger og tidtaking på aktiviteter være faktorer som bestemmer utfallet. Det vil dermed ikke beregnes timeverk for håndverkere i produksjonen, men tiden for gjennomføringen av produksjonen. Denne oppgaven er klar over at faktorer som motivasjon og kultur vil påvirke prinsippledelse, men er begrenset i oppgaven da det var ønskelig å få mer resultater fra feltforsøkene. Dette blir kommentert i kapittelet diskusjon, men oppgaven går ikke i dybden på dette.

1.2. Bakgrunn for oppgaven

Begge forskerne som gjennomfører oppgaven, har både praktisk og teoretisk bakgrunn fra bygg og anleggsbransjen og har sett med egne øyne hvor stort omfanget av sløsing er i bransjen. Det var derfor stor interesse å se etter en mulighet for hvordan man kan redusere denne sløsing, slik at man kan ta med seg erfaringene videre i arbeidslivet. Oppgaven ble utformet i samarbeid med veileder og PHD-student John Skaar, som skriver sin doktorgradsavhandling om prinsipper. Consto Sør ga oss tilgang til prosjektet Baneheia Park, der forskerne fikk mulighet til å prate med prosjektlederne til underentreprenørene for å finne produksjoner til oppgaven.

1.3. utfordringer

Det er flere utfordringer knyttet til det oppgaven ønsker å gjennomføre, der den fremste utfordringen er i hvilken grad håndverkerne er villige til å prøve å forstå hva to studenter ønsker å gjennomføre. Hvilket forhold håndverkerne har til sløsing og i hvilken grad de ønsker å endre på sin egen produksjon for å redusere dette kan også bidra til å forme oppgaven.

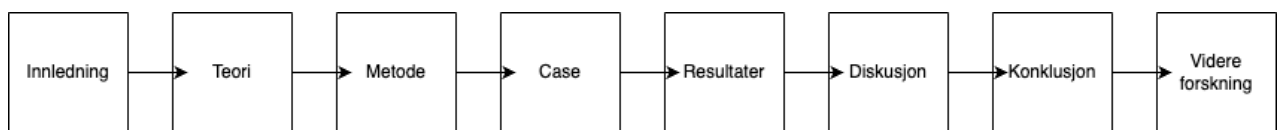
Kommunikasjon kan også bli utfordrende, da flere av prosjektdeltakerne ikke prater norsk og kanskje ikke har tilstrekkelige kunnskap i engelsk. Dette kan føre til at informasjonen som formidles blir endret under oversettelse og får en annen betydning for håndverkerne enn hva forskerne ønsket.

1.4. Mål

Målet med oppgaven er å undersøke om guidende prinsipper kan hjelpe håndverkerne å identifisere sløsing i sitt eget arbeid uten direkte påpekning på løsninger. Basert på funnene kan det dannes en antakelse om hvorvidt det er mulig å bruke guidende prinsipper for å redusere sløsing.

1.5. Oppgavens utforming

Oppgaven er delt inn i syv hovedkapitler som vist i Figur 1-2. Underkapittel om Case, Resultater og Diskusjon er delt inn i Forsøk 1 og Forsøk 2.



Figur 1-2 Oversikt over oppbygning av oppgaven

2. Teori

Dette kapittelet vil belyse hvilken teori som har blitt benyttet i oppgaven og hva som skal bli diskutert i samsvar med forskningen som har blitt gjort. Tillegsteori ble lagt til etter det ble en endring i metoden som blir beskrevet i kapittel 3.5.

2.1. Sløsing

Sløsing og verdi er to begreper som er tett sammenkoblet, men det er ingen generell akseptert definisjon av begrepene (Bølviken et al., 2014, pp. 812-813). Til tross for at ikke sløsing som begrep har noen generell definisjon (Denzer et al., 2015), er det et fellestrekk i flere artikler at sløsing defineres som aktiviteter som koster tid og ressurser, men ikke skaper noen direkte verdi. Hvilke former for sløsing som betraktes avhenger av bransje og hvilke prosesser som gjennomføres. Innenfor begrepet sløsing er det også to forskjellige syn på hvordan man betrakter sløsing og verdi (Bølviken et al., 2014, pp. 812-813). Det en-dimensjonale synet ser på sammenhengen mellom sløsing og verdi som et enten eller forhold. Her betraktes sløsing som alt som ikke har noen verdi. Dette kan føre til en argumentasjon som går i sirkler, da verdi kan bli sett på som alt som ikke er sløsing. Argumentet for det to-dimensjonale synet, mener verdi og sløsing finnes i forskjellige, men kryssende verdener. Et eksempel fra dette synet er at et fantastisk produkt kan bli laget med mye sløsing, og i kontrast kan et dårlig produkt bli laget uten sløsing.

På en eller annen måte handler verdi om fordeler, nytteverdi, funksjonalitet og produktets evne til å kunne møte ønsker og behov (Bølviken et al., 2014, p. 812). For å få tilgang til dette produktet er det ofte assosiert en bakdel i form av en kostnad som eksempelvis penger eller andre ressurser. Om denne kostnaden skal bli tatt hensyn til ved betraktningen av verdien til et produkt, deles inn i to forskjellige syn. Brutto-verdi ser ikke på disse kostnadene, mens netto-verdi trekker fra eller deler på kostnadene for å definere verdien til et produkt.

Womack og Jones kategoriserer aktiviteter i tre kategorier (Womack & Jones, 1997):

- Verdiskapende aktiviteter

- Ikke-verdiskapende aktiviteter, men nødvendige (Muda 1)
- Ikke-verdiskapende aktiviteter, som er unødvendige (Muda 2)

De verdiskapende aktivitetene er alle aktiviteter som transformerer materiale for å nå kundens krav (Denzer et al., 2015, p. 727). På grunn av dette er alle aktiviteter som ikke bidrar til å transformere materiale for å nå kundens krav kategorisert som ikke-verdiskapende aktiviteter. De ikke-verdiskapende aktivitetene er videre delt inn i Muda 1 og Muda 2. Muda 1 er de ikke-verdiskapende aktivitetene som er nødvendig, disse er nødvendige fordi de muliggjør senere verdiskapende aktiviteter. De ikke-verdiskapende aktivitetene som ikke er nødvendige blir kalt Muda 2 og er aktiviteter som kan unngås som ikke har noen verdiskapning. HMS, rigging og planlegging er klassifisert som Muda 1, mens eksempler på Muda 2 inkluderer omarbeid og ventetid.

2.1.1. Syv former for sløsing

Taiichi Ohno, en av de sentrale rollene som bygget opp Toyota sitt produksjonssystem (TPS)(Ohno, 1988), mente at det første skrittet for å kunne anvende TPS var å fullstendig identifisere all sløsing. Ved å kunne eliminere all sløsing ville driftseffektiviteten forbedres betydelig. Selv om denne prosessen reduserte arbeidskraften var ikke dette det målet, men derimot var ideen å bruke arbeidskraften mer effektivt. Ohno sine syv former for sløsing blir representert med eksempler fra byggeplass i Tabell 2-1.

Tabell 2-1 Liste over Ohno sine syv former for sløsing med egne eksempler fra byggeplass (Ohno, 1988)

| TYPE SLØSING | EKSEMPEL FRA BYGGEPLASS |
|----------------------|--|
| Overproduksjon | Bestille mer materialer enn hva produksjonen trenger |
| Venting | Arbeidere i produksjonen som venter på informasjon eller godkjenninger før de kan fortsette med arbeidet. |
| Transport | Flytting av materialer rundt på byggeplassen før det brukes i produksjonen |
| Overprossesering | Informasjon eller aktiviteter bruker flere steg enn det som er nødvendig |
| Unødvendig lager | Store mengder materialer lagret på byggeplass som ikke er nødvendig for produksjonen i nærmeste fremtid |
| Unødvendig bevegelse | Unødvendige avstander mellom lagringssted for materialer og arbeidssted |
| Feilretting | Omarbeid som kommer i form av midlertidige løsninger eller igangsettelse før nødvendig informasjon er gitt |

Disse syv formene for sløsing oppstod fra industriell masseproduksjon av biler og har hatt en betydelig innflytelse på produksjonspraksis over hele verden (Bølviken & Koskela, 2016, pp. 3-4). Konseptet med sløsing og de ulike formene blir tatt i bruk på ulike nivåer, fra forretningsmodeller til helt konkrete oppgaveutførelser. Til tross for at listen over sløsing presentert av Ohno fortsatt er i bruk, er det utvalgte former for sløsing som er mest representert innenfor forskjellige bransjer (Koskela et al., 2013). Ohno presenterer overproduksjon som den primære formen for sløsing under produksjon av biler, men basert på unikhetene i byggeproduksjon argumenteres det for at oppgavereduksjon og making-do

er primære former for sløsing. Oppgavereduksjon referer til å ikke utføre en oppgave i samsvar med spesifikasjonene.

2.1.2. Making-do

Begrepet Making-do er inspirert av «Complete kit» (Kalsaas, 2017, pp. 243-246), som Ronen definerte i sin artikkel på følgende måte (Ronen, 1992, pp. 2457-2466): «Samlingen av komponenter, tegninger, dokumenter og informasjon som trengs for å fullføre en gitt montering, demontering eller prosess». Det konkluderes i artikkelen hvor ineffektivt det er å starte med en aktivitet som ikke har alt klart. På norsk kan begrepet betraktes som «nødløsning». Making-do referer til situasjoner der man starter arbeidsoppgaver uten at alle de nødvendige innsatsfaktorene som kreves for å gjennomføre oppgavene er klare (Kalsaas, 2017, pp. 243-244). Disse innsatsfaktorene kan være verktøy, maskiner, materialer, tilgang på arbeidssted, arbeidskraft og informasjon/tegninger.

I tillegg til Ohno sin liste over syv former for sløsing, som vist i Tabell 2-1 (Ohno, 1988), foreslår Koskela at making-do hører til som en egen kategori (Koskela, 2004, p. 8). Han argumenterer at formene overproduksjon og unødvendig varelager, som Ohno presenterer som hovedtyper av sløsing (Kalsaas, 2017, pp. 244-245), er vanligere i bilindustrien enn i byggebransjen. Overproduksjon og unødvendig lager skaper en buffer for produksjonen. Det argumenteres at making-do er en kontrast til denne bufferen da arbeid blir begynt uten at de nødvendige innsatsfaktorene er til stedet for å gjøre arbeidet ferdig.

Lengre tid på gjennomføring, større mengde materialer og varer i arbeid, økt antall ikke-verdiskapende aktiviteter, redusert motivasjon blant arbeiderne og behov for komplekse kontrollsystemer er alle mulige konsekvenser av making-do (Kalsaas, 2017, pp. 245-246; Koskela, 2004; Ronen, 1992). Ronen presenterer videre tre hovedårsaker til hvorfor making-do oppstår.

1. Antagelser om at produktiviteten øker dersom man bruker ressurser som arbeidskraft og utstyr med høyest mulig utnyttelsesgrad, fører ofte til et ønske fra leder om å starte så fort som mulig.

2. Kunden forventer at arbeidet skal begynne umiddelbart, selv om ikke alle innsatsfaktorene er klare, med intensjon om at gjennomføringstiden blir kortere. Dette skjer hyppigere om kunden ikke har tillit til at leverandøren kan levere produktet innenfor tidsrammene som er satt.
3. Antallet deler og komponenter som skal monteres er svært høy, samtidig som det er mangel på koordinasjonen mellom dem. Dette gjør at det kan være vanskelig å starte riktig oppgaver på riktig tidspunkt.

Allerede i designfasen begynner making-do, fordi kunden ikke har tatt beslutninger på hvilke løsninger og funksjoner de ønsker (Koskela, 2004). Videre blir alt som er uavklart i prosjekteringen videreført ned til gjennomføringen, som igjen hindrer fremgangen. Dette har over tid skapt en kultur der making-do har blitt en kunstform og en egenskap som verdsettes.

Etter introduksjonen av making-do som den åttende kategorien til sløsing (Koskela, 2004), argumenterte Koskela i senere tid for forståelse for at making-do oppstår (Bølviken et al., 2014, pp. 818-819). Da de som er tett på produksjonen har ofte lite eller ingen kontroll over de forutsetningen som mangler. De manglende forutsetningene er ofte på grunn av tiltak gjort på organisatorisk nivå. Valgene blir da enten å stoppe opp produksjonen helt eller å gjennomføre making-do og fikse problemene som oppstår på stående fot. I slike situasjoner vil det både være forståelig og rasjonelt og velge making-do. Til tross for dette bidrar making-do til at grunnårsakene til de oppståtte problemene ikke blir adressert. Dette kan igjen bidra til å øke de negative konsekvensene. Det er tre alternative betraktninger av making-do begrepet som er beskrevet i korthet under (Bølviken et al., 2014, p. 819):

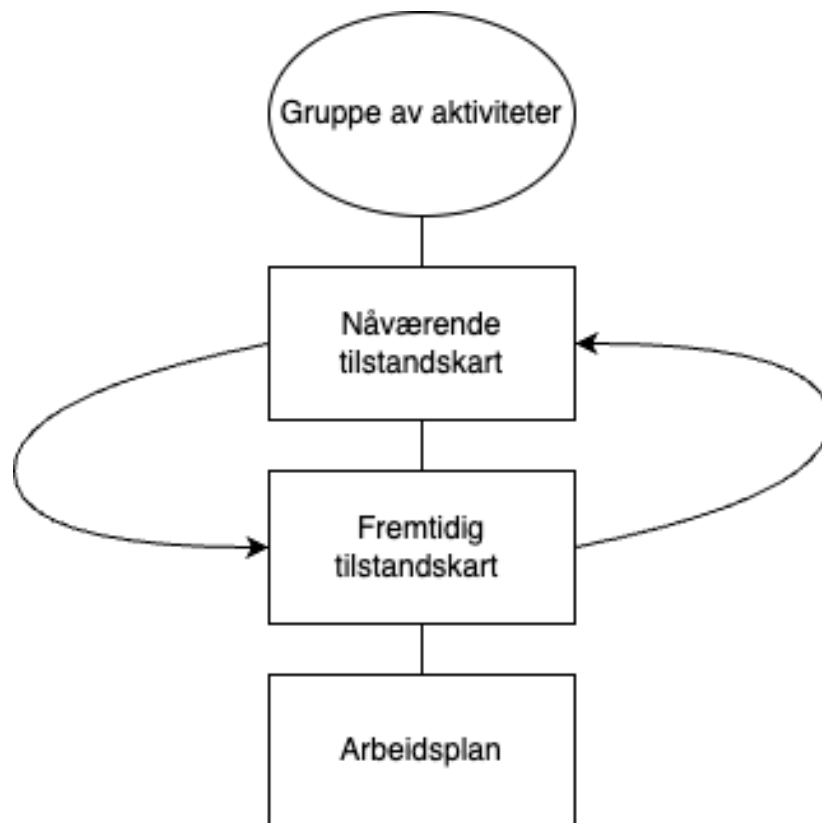
- Making-do bidrar til utføring av oppgaver i arbeidsflyten, men det kan bli sett på som ineffektivt arbeid da det er manglende forutsetninger.
- Making-do kan brukes som en strategi for å redusere de negative konsekvensene av manglende forutsetninger i produksjonen. Det unngår stopp i produksjonen, men kan virke mot sin intensjon da den kan bidra til å skjule sløsing og stå i veien for rotårsaksanalyser.

- Making-do kan være en kompleks form for sløsing, der flere av former for sløsing foregår samtidig i produksjonen.

2.1.3. Verdistrømanalyse

For å identifisere sløsing i produksjoner kan man benytte en verdistrømanalyse for å få en oversikt over aktiviteter og prosesser (Rother & Shook, 2009, pp. 1-6). Før man begynner å kategorisere aktivitetene, er det avgjørende å identifisere alle trinnene i produksjonsprosessen. I denne sammenhengen kan verdistrømanalyse (VSM) være et nyttig verktøy. VSM legger til rette for å gruppere aktiviteter og følge både produkter og informasjon gjennom hele forsyningskjeden. Før man starter kartleggingen av prosessen, er det viktig å ha klare mål man ønsker å oppnå gjennom analysen (Bicheno & Holweg, 2016, p. 153). En utfordring kan være å definere omfanget av verdistrømanalysen, hva den skal omfatte, hvor den skal starte, og hvor den skal avslutte. Konseptet VSM har sin opprinnelse fra TPS (Womack & Jones, 1997, pp. 19-21).

Verdistrømanalyse inneholder fire steg som illustrert i Figur 2-1 (Rother & Shook, 2009). Første steg i prosessen er å gruppere aktiviteter slik at det blir en produksjonslinje, før man lager et nåværende tilstandskart over hvordan materialer flyter gjennom denne. Videre blir det laget et nytt kart over hvordan man ønsker den fremtidige tilstanden skal være. Arbeidsplanen inneholder de verktøyene og tiltakene som må bli gjort for at den nåværende situasjonen skal tilnærme seg den fremtidige.



Figur 2-1 Egenprodusert illustrasjon av verdistrømanalyse (Rother & Shook, 2009)

Kartlegge nåværende og fremtidig tilstand er de to punktene fra verdistrømanalysen som blir hensiktsmessig og bruke i denne oppgaven. En kartlegging av den nåværende tilstanden vil illustrere flyten i produksjonslinjen som ikke bare gjør det lettere å identifisere sløsing (Rother & Shook, 2009, pp. 1-2), men også opphavet til sløsing.

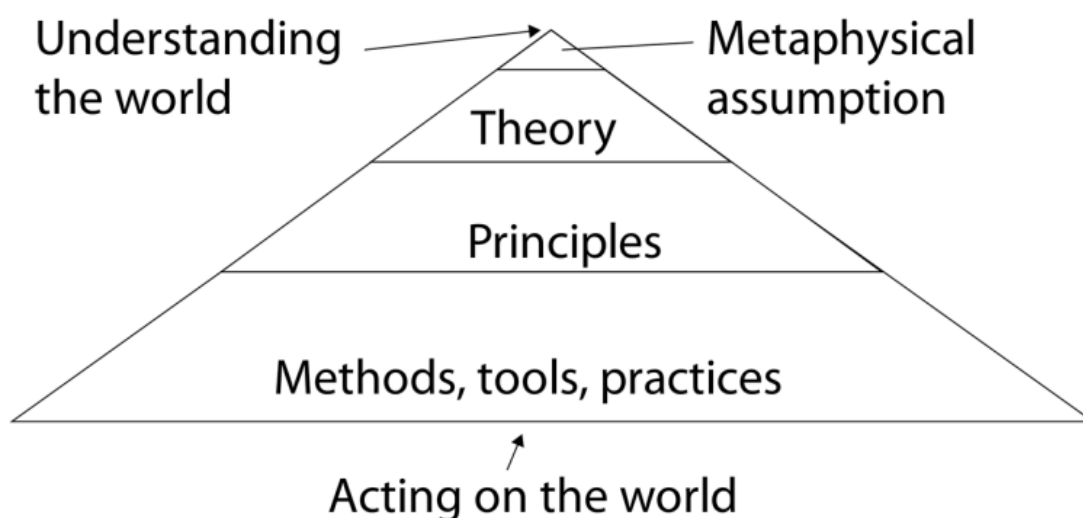
Til tross for at ideen bak verdistrømanalyse kom fra masseproduksjon i fabrikk (Morato & Ferreira, 2024), har det de siste 10 årene vært økende antall forskning og forsøk på å innføre dette i byggebransjen. Denne overgangen byr på noen utfordringer da produksjonstiden på byggeplass tar betraktelig lenger tid enn ved masseproduksjon på fabrikk (Ramani & Ksd, 2021, pp. 218-219). I tillegg finnes det mer variasjoner og eksterne faktorer som påvirker produksjonen på byggeplass. For å kunne illustrere den faktiske flyten til produksjonen i den nåværende tilstanden, vil det være nødvendig å ta tiden på aktivitetene flere ganger for å så beregne gjennomsnittet av disse tidene.

2.2. Prinsipper

Ifølge Store norske leksikon defineres et prinsipp som «en regel som legges til grunn for handling» (Nes, 2022). Prinsipper kan fungere som en god veiledning, uten å hevde å være lover eller regler (Skaar et al., 2020). Ved å bruke disse veiledende evnene kan prinsipper hjelpe å ta stilling til hva som er rett og galt. Siden prinsipper også er handlingsorienterte, ligger det en ambisjon om å endre og forbedre den nåværende situasjonen innlemmet i konseptet til prinsipper.

Prinsipper er tett knyttet til sine underliggende teorier (Skaar et al., 2020), og har derfor et beskrivende element til tross for at det ikke trenger å være eksplisitt formulert i prinsippet. Teorier kan ha begrensninger for hvilke kontekster de er gyldige innenfor, det kan da brukes prinsipper spesielt tilpasset konteksten de skal brukes i, som er mindre spesifikke enn teorien de er basert på.

Koskela og Kagioglou presenterer et hierarki i form av en pyramide som illustrerer forholdet mellom hvordan man forstår verden og hvordan vi handler i den (Koskela & Kagioglou, 2005). Skaar et al. presenterer en lignende figur som baserer seg på denne og illustreres i Figur 2-2 (Skaar et al., 2020).



Figur 2-2 Forholdet mellom hvordan man forstår verden og hvordan man handler i den (Skaar et al., 2020)

Helt på toppen av pyramiden reflekterer vår forståelse av verden rundt oss (Skaar et al., 2020), mens bunnen presenterer hvordan vi skal handle i den. Ettersom man gradvis beveger seg nedover lagene i pyramiden går det gradvis fra forståelse til handling. Ser man prinsipper i lys av denne pyramiden er de mer handlingsorientert enn teorier, men mer generell og teoretisk enn metoder og praksiser. På grunn av dette vil prinsipper kunne ha ulike praktiske implikasjoner i ulike situasjoner, samtidig som konteksten kan holdes lik over tid. Metoder, verktøy og praksiser er mer låst til hvilke situasjoner de kan brukes. Prinsipper etablerer en form for bro mellom hvordan man handler og den underliggende teorien de er bygget på, men også fra hvordan vi handler tilbake til underliggende teorier.

2.2.1. Prinsippledelse

Ledelse kan beskrives som en kompleks kombinasjon av menneskelige kvaliteter og handlinger (Bass, 2019, pp. 1-2). Verdien og målet med ledelse er å inspirere og motivere mennesker til å samarbeide mot et felles mål. Ledelse baserer seg i stor grad på makt og tillit mellom mennesker (Sørhaug, 1996, pp. 21-24). Ser man på disse begrepene som størrelser vil begge disse true hverandre, men samtidig forutsette hverandre. Selv om makt gir en mulighet til å dominere tillit og tvinge frem ønskede handlinger hos andre mennesker, vil denne makten over tid være hjelpeløs alene.

Transaksjonsledelse innebærer at ledere setter mål og målsetninger der aktiviteter og oppgaver blir organisert i samarbeid med ansatte (Tavanti, 2008). Denne type ledelse baserer seg på antakelsen om at ansatte og systemer fungerer godt under en strukturert kommandokjede. I kontrast med denne type ledelse handler prinsippledelse om å anvende prinsipper som en veiledning til å ta beslutninger og handlinger i organisasjoner (Covey & Gullledge, 1992). Disse prinsippene blir beskrevet som en generell veiledning som skal gjøre det mulig å ta gode beslutninger og gjennomføre gode handlinger i ulike situasjoner og omgivelser.

En av utfordringene til masteroppgaven er i hvilken grad håndverkerne har erfaring med prinsippbasert ledelse. En fremgangsmåte for å håndtere dette er å omformulere de generelle prinsippene og gjøre de mer tilpasset situasjonen, som en tidligere studie har sett på (Skaar, 2019). Omformuleringene ble konstruert ut ifra det generelle Lean prinsippet

«skap flyt». De omformulerte prinsippene var enklere å forstå for prosjektdeltakerne enn det generelle prinsippet. Et interessant funn i studien viser at den første iterasjonen, der de ble utfordret med et omformulert guidende prinsipp, var det som følte mest naturlig for arbeiderne, dette viste seg i løsningene som ble gjort. Videre ble det forsøkt flere iterasjoner på det samme prinsippet, noe som utfordret løsningene som allerede hadde blitt gjennomført. Dette skapte mer motstand blant arbeiderne, da de ikke så det samme potensialet i å forbedre løsningene fra den første iterasjonen. Basert på dette ble refleksjonen fra forskerne at desto flere iterasjoner som blir gjennomført, desto mindre åpenbare muligheter og løsninger vil avsløre seg.

2.3. Produksjon i byggebransjen

Prinsipper strekker seg også inn i byggebransjen (Knaack et al., 2014), der det blir formulert prinsipper som veiledning innenfor design og gjennomføring av prosjekter (Ballard et al., 2009). Last Planner System er et produksjonskontrollsystem innenfor design og byggebransjen. Systemet kan bli karakterisert i form av prinsipper som veileder handlinger og beslutninger, funksjoner som gjør det mulig å utføre dem, og verktøy og metoder som blir benyttet for å følge prinsippene og funksjonene. Produksjonen i bygg kan strekke seg fra enkle og saktegående prosjekter med lite risiko (Ballard & Howell, 1998), til komplekse, dynamiske og risikofylte prosjekter med kort byggetid. Ballard og Howell lister opp Lauri Koskela sine karakteristikk som differensierer byggebransjen: Stedbasert produksjon, unikheten i prosjektene og midlertidige flerorganisasjoner. Til tross for at disse tre er typiske karakteristikk for byggebransjen, er det også andre bransjer og sektorer som innehar en eller flere av disse. I motsetning til bygging av skip og fly, hvor produksjonen er stasjonær, er produksjonen i byggebransjen lokalisert på stedet hvor det bygges. Denne stedbaserte produksjonen deles ofte med produksjonen og utvinning av råmaterialer som eksempelvis gruvedrift og fiskeindustri. Selv om unike prosjekter er vanlig i byggebransjen blir andre bransjer også påvirket over stadig større etterspørsel om å kunne produsere skreddersydde produkter på kort tid. I tillegg er midlertidige flerorganisasjoner en karakteristikk som ikke har noen bransjegranser.

Ballard og Howell ser på Koskela sin beskrivelse og foreslår to egenskaper som til sammen kan definere produksjonen i bygg (Ballard & Howell, 1998): (1) det tilhører kategorien stasjonær produksjon, (2) det er forankret på stedet. Boken «Lean Construction» bygger videre på denne definisjonen og presenterer fire kjennetegn ved produksjon i byggebransjen (Kalsaas, 2017, pp. 22-24).

1. Store byggverk som er forankret i bakken

I motsetning til andre produksjoner der produktet beveger seg igjennom produksjonsprosessen, beveger produksjonen seg gjennom produktet (Kalsaas, 2017, pp. 22-24). Denne motsetningen kommer av størrelsen på bygget og at det er forankret i bakken. Denne stasjonære produksjonen skjer «hos kunden» som resulterer i at produkter og materialer må flyttes til byggeplassen, siden produksjonen skjer forankret på stedet dukker det opp usikkerheter og differensieringer mellom prosjekter (Ballard & Howell, 1998).

2. Prosjektproduksjon

I motsetning til samlebåndproduksjon (Kalsaas, 2017, pp. 22-23), der en fastsatt organisasjon produserer det samme produktet, er prosjektproduksjon en tidsbegrenset organisasjon som produserer noe unikt. Til tross for at alle bygg er unike vil det også være standardiserte metoder for prosjektering og utførelse. Her kommer den midlertidige organisasjonen inn, hvor det settes sammen aktører som skal samarbeide mot et felles mål.

3. Bygging er et produkt av montering og bearbeiding

Bearbeiding er prosessen der en råvare eller halvfabrikat gjennomgår endring (Kalsaas, 2017, pp. 23-24), som ved kapping av planker til ønsket lengde. Montering er prosessen der ferdig bearbeidet deler blir ferdigstilt til et produkt. En egenskap til byggeproduksjon er at begge disse prosessene alltid er nødvendige for å bygge.

4. Byggverk har lang levetid og mange interessenter

Bygg som ble produsert for over 1500 år siden er fortsatt i bruk i dag (Kalsaas, 2017, pp. 23-25), og selv om det er fåtall av disse byggene, er det likevel en forståelse av at byggverk skal ha en betydelig lengre levetid enn de aller fleste produkter. Som et resultat av dette, og at

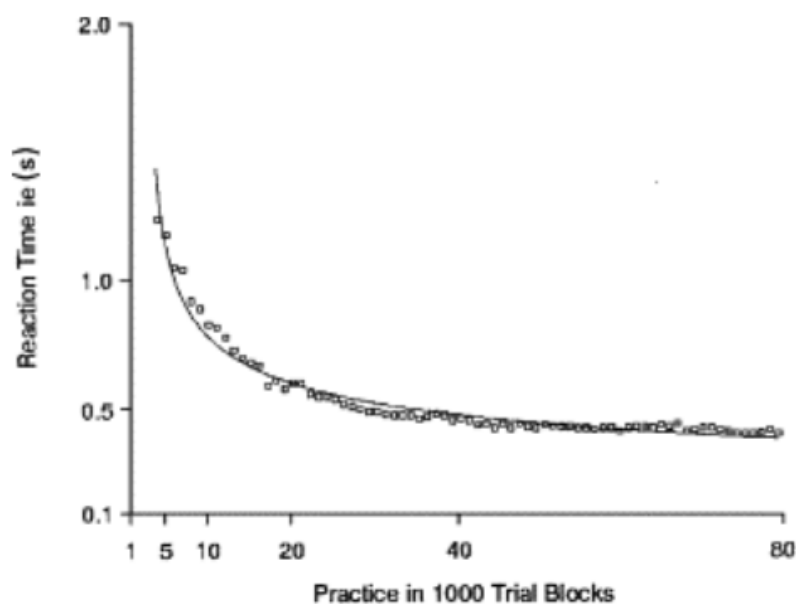
12 til 15% av sysselsetning i Norge er fra byggenæringen, finnes det mange offentlige reguleringer og krav for byggeprosesser, bruk av areal og bruk av naturressurser.

2.3.1. Flaskehals

En flaskehals referer til et punkt i en arbeidsprosess som hindrer fremdrift i produksjonen (Anand, 2023). Flaskehalsen fører til at produksjonen blir ineffektiv og kan resultere i forsinkelser og økte kostnader. Byggebransjen har større risiko for å møte på flaskehalsen under selve utførelsen av produksjonen. Det er to typer flaskehalsen: kortsiktig og langsiktig. Kortsiktige flaskehalsen er midlertidige og påvirker sjeldent produksjonen, mens langsiktige flaskehalsen kan øke produksjonstiden betraktelig. I en undersøkelse utført på den norske byggebransjen angående flaskehalsen og «tidstyver» (Eik-Andresen et al., 2016), har det blitt gjort funn på hvilke flaskehalsen som påvirker bransjen mest, og det var i beslutningsfasen. Faktorer som kommunikasjonsproblemer, venting, koordinering og ledelse var også identifisert som betydelige flaskehalsen. Flaskehalsen kan endre seg fra hvem sitt syn som ser på produksjonen (Wang et al., 2005), og å identifisere flaskehalsen er en nøkkelfaktor til å kunne forbedre produksjonen. Young et al. (Young et al., 2004) understreker at du vil alltid ha en flaskehals, fjerner du en, oppstår det en annen. Planen er å identifisere flaskehalsen og håndtere dem på en mest mulig effektiv måte i produksjonen.

2.3.2. Forbedring i produksjon

Læring er en fundamental del av hverdagen (Ritter & Schooler., 2001). Øving og repetisjon fører til bedre utførelser av oppgaver. De mest betydningsfulle forbedringene skjer i det man har fått utdelt en ny oppgave. Jo mer man gjør en oppgave, vil resultere i en mer effektiv utførelse av selve oppgaven. Å gjennomføre en oppgave veldig mange ganger, vil resultere i at læringskurven i starten er bratt, men etter hvert vil kurven flate ut og resultere i små inkrementelle forbedringer som illustrert i Figur 2-3 .



Figur 2-3 Læringskurve (Ritter & Schooler., 2001)

2.4. Tilleggsteori etter endring av metode

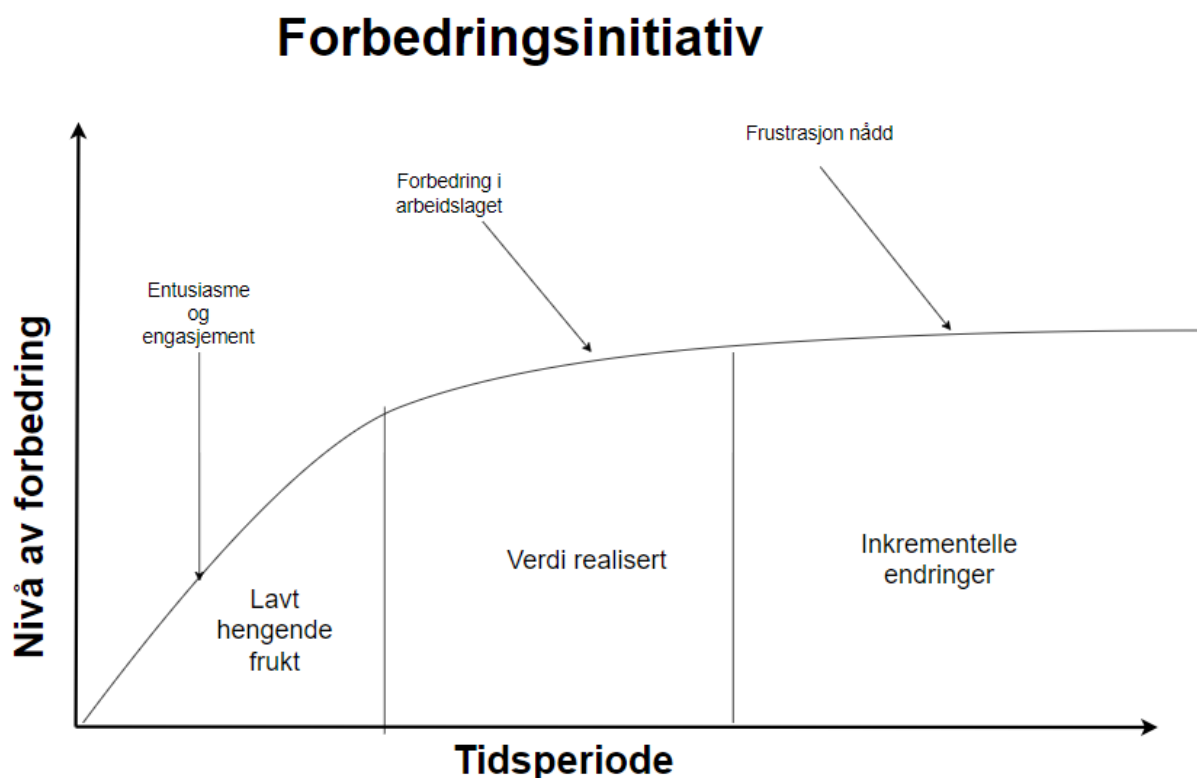
Under blir teorien som ble innhentet etter justeringen av metoden presentert.

2.4.1. Forbedringsarbeid

Det er to tilnærminger til forbedringsarbeid: Innovasjon og kontinuerlig forbedring (Amdal, 2023). Innovasjon handler om å utvikle ny kunnskap som bryter med kunnskapen fra tidligere praksis, mens kontinuerlig forbedring omhandler å ha små inkrementelle endringer knyttet til effektivisering, prosesser og tjenester. Kontinuerlig forbedring blir oppfattet som innovasjon (Aspøy, 2016), fordi mange innovasjoner har små inkrementelle forbedringer istedenfor store nyskapingner. Gjennom historien har det å kunne utvikle nye produksjonsprosesser vært en viktig egenskap for bedrifter for å kunne holde seg konkurransedyktige (Amdal, 2023). Imidlertid har dette endret seg på grunn av økt globalisering, noe som har gjort det vanskelig å skille seg ut. Det som har blitt en viktig faktor for å kunne ha kontinuerlig forbedring, er det å kunne klare å endre prosesser ut ifra skiftende krav, fra både kunder og myndigheter.

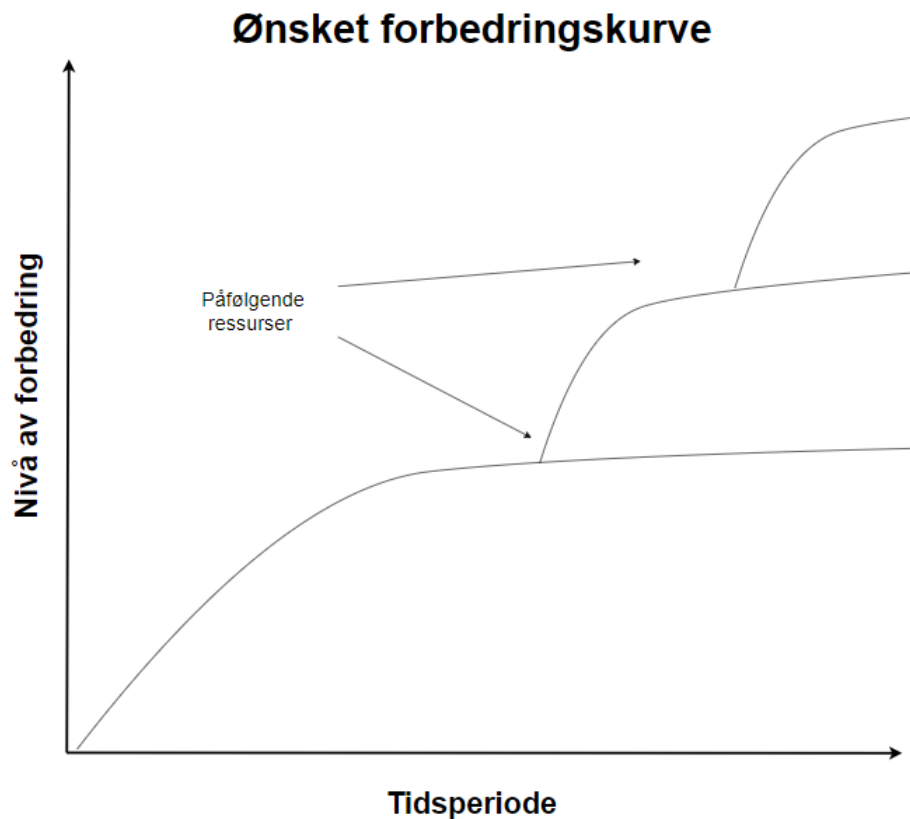
Mennesker er flokkdyr og ønsker å passe inn i kulturen, slik er det også med arbeidslag innad i bedrifter (Paris, 2016). Arbeidslag finner seg sine rutiner og hvordan man arbeider,

og det verste som kan skje er når noen fra ledelsen skal endre denne arbeidsrutinen. Joseph Paris har kommet opp med en modell for å kartlegge forbedringsarbeidet til bedrifter som illustrert i Figur 2-4. Ved at arbeidslagene kan få tatt eierskap til selve forretningsstrategien vil det gi et stort engasjement og entusiasme i starten, noe som vil gjør at arbeidslagene raskt klarer de oppgavene som blir omtalt som lavt hengende frukter. Suksessen med å håndtere disse oppgavene vil være med på å styrke arbeidslagetets samhold og selvtillit. Imidlertid kan det oppstå frustrasjon når arbeidslaget når sitt potensiale og ikke opplever drastiske økninger, men heller små inkrementelle økninger. Med andre ord krever det mer tid og ressurser for å oppnå mindre forbedring, som fremmer frustrasjon innad i arbeidslaget. Evnen for bedrifter til å utvikle seg er ikke bare en kopieringssituasjon, spesielt innen byggebransjen hvor alle prosjekter er unike og lokasjoner er annerledes (Ballard & Howell, 1998). Imidlertid er det viktig å ta med seg hvilke forbedringstiltak som fungerte godt, slik at man ikke starter på null igjen ved neste prosjekt (Paris, 2016).



Figur 2-4 Illustrasjon av forbedringsarbeid over tid (Paris, 2016)

Paris illustrerer i Figur 2-5 hvordan bedrifter systematisk kan arbeide med forbedringer (Paris, 2016). Gjennom å kartlegge sin nåværende tilstand, kan man utvikle et fremtidig tilstandskart som identifiserer mulige risikoområder. Ved å se hvor risikoen er størst kan man få inn de ressursene som trengs ved det nye problemområdet. En vellykket innføring av et slikt fremtidskart vil bidra til å prioritere lavt hengende frukter, som kan bidra til en brattere forbedringskurve.



Figur 2-5 Ønsket forbedringskurve (Paris, 2016)

3. Metode

I dette kapitlet skal det belyses hva, hvordan og hvorfor de beslutningene for valg av forskningsdesign og forskningsmetode har blitt gjort. Arbeidet med denne masteroppgaven ble gjort over en tidsperiode på fem måneder og ble gjennomført i samarbeid med veileder John Skaar. Forskerne fikk bruke deler av produksjonen i byggeprosjektet til Consto Sør. Skrivningen av masteroppgaven ble hovedsakelig gjennomført på Universitetet i Agder campus Grimstad, men også delvis på Consto Sør sine kontorer i Kristiansand.

3.1. Valg av forskningsdesign og metode

Valget av riktig forskningsdesign er avgjørende for fremgang i oppgaven (Johannessen et al., 2016, p. 419), da den i stor grad er med på forme oppgaven fra start til slutt. Det finnes tre hovedtyper av et empirisk forskningsdesign: Deduktivt, abduktivt og induktivt. Etter nøye diskutering ble det konkluderte med at deduktivt forskningsdesign var det mest hensiktsmessige valget for masteroppgaven. Grunnen for denne tilnærmingen er at ved en deduktiv tilnærming så går man fra teori til empiri (Johannessen et al., 2016, p. 47). Det gjør at det blir gjort en undersøkelse fra det generelle mot det konkrete som illustrert i Figur 3-1. I et deduktivt forskningsdesign skal gjeldene teori benyttes og testes mot en valgt hypotese (Somekh & Lewin, 2005, pp. 345-346).



Figur 3-1 Deduktivt Forskningsdesign (Isaksen, 2023)

Basert på det valgte forskningsdesignet kan man velge hvilken metode som egner seg best for å besvare problemområdet. Ordet metode stammer fra det greske ordet «methodos» og betyr «veien til målet» (Kvale & Brinkmann, 2009). For å nå målet i denne masteroppgaven må man vite hva målet er, og i denne oppgaven er målet å besvare forskerspørsmålet som er presentert i innledningen.

De to hovedtypene av metoder er kvalitativ og kvantitativ (Holme & Solvang, 1996, pp. 72-75). Den kvantitative metoden består i hovedsak av en strukturert og bestemt tilnærming til det forskeren undersøker. Det vil si at dette gjerne kan være svar i form av tall som for eksempel ut ifra en spørreundersøkelse. På den andre siden gir kvalitativ metode et grundigere dypdykk inn i problemområdet. Det er gjerne færre datakilder, og datakildene man benytter seg av er ofte i form av tekst. Albert Einstein har et sitat som forklarer hovedgrunnet bak kvalitativ metode (Nyeng, 2012, p. 74): «*ikke alt som teller kan telles, og ikke alt som kan telles teller*». I dette sitatet menes det i all hovedgrunn at selv om kvalitativ metode ikke har tall som dokumentasjon, er den dokumentasjonen vel så god som en kvantitativ metode hvor dokumentasjonen belager seg på tall. Eksempel på kvalitativ metode kan være intervju og observasjoner. I kvalitative intervjuer har den som blir intervjuet friheten til å formulere svarene sine (Lotherington, 1990), i motsetning til strukturerte spørreundersøkelser hvor svarene ofte er gitt på forhånd. Gjennom denne studien er det kvalitativ metode som er benyttet, dette fordi det har blitt gjort litteratursøk, intervju, observasjoner og case (Forsøk 1 og Forsøk 2).

3.1.1. Aksjonsforskning

Målet til aksjonsforskning er å løse spesielle problemer innenfor et lokalsamfunn eller en organisasjon (Johannessen et al., 2021, p. 53), og formålet er at aksjonsforskningen skal kunne medvirke til endring. Det er vanlig at oppdragsgiveren og forskeren samhandler for å identifisere problemene som eksisterer. I oppgavens tilfelle har denne samhandlingen vært mellom forskerne og håndverkerne til to underentreprenører, hvor forskningen baserer seg på å redusere sløsing i produksjonslinjer. For å kunne teste hypotesen og svare på forskerspørsmålet baserer innhenting av data seg på Liker sitt ledelsesprinsipp (Liker, 2003): *Forstå problemet med egne øyne, ikke bare se på dataene*. Det handler om at vi skal få håndverkerne til å forstå hvordan de skal kunne endre seg ved hjelp av guidende prinsipper. Vi skal ikke stå å fortelle håndverkerne hvilke endringer som skal gjøres, men målet er å få de til å se og redusere sin egen sløsing i produksjonen.

3.2. Datainnsamling

I dette delkapittelet blir det gjennomgått hovedpunktene som har vært avgjørende for datainnsamlingen til denne masteroppgaven

3.2.1. Litteratursøk

For å etablere et teoretisk grunnlag og få forståelse om temaet prinsipper, ble det gjennomført et litteratursøk. Litteratursøket ble delt inn i to hovedfaser: Søkeord og utvelgelseskriterier.

SØKEORD: Søkemotorene som ble benyttet var Oria og Google Scholar. Oria er bibliotekets søkeportal ved Universitetet i Agder og Google Scholar er Google sin akademiske søkemotor. Det ble også brukt International Group of Lean Construction (IGLC). Denne søkemotoren inneholder flere akademiske artikler tilknyttet lean construction. Under ligger listen over de første søkeordene som ble brukt:

- Lean Construction
- Waste construction
- Principle leadership
- TFV waste
- Sløsing
- Waste
- Principle

Underveis i studien endret forskerne på søkeordene for å snevre søket mer inn:

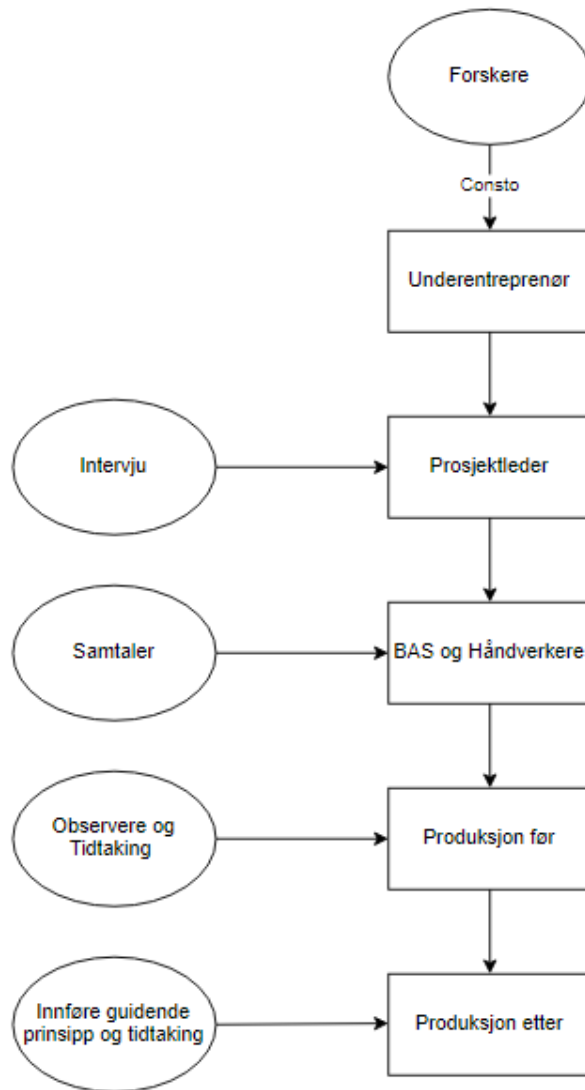
- Prinsippdelse
- Verdistrømanalyse i byggebransjen
- Forbedringsinitiativ/forbedringspotensial
- Læringskurve

Utvelgelseskriterier: Utvelgelseskriteriene ble basert på tidligere forskning knyttet opp mot søkeordene og spesielt guidende prinsipper og sløsing. Det var helst bøker og artikler som var hovedmålet for litteratursøket.

3.2.2. Kvalitative intervjuer

Det har blitt benyttet semistrukturerte intervjuer i denne oppgaven, der spørsmålene er forhåndskrevne og danner grunnlaget for en intervjuguide (Moe, 2021). Med et semistrukturert intervju er ikke alle spørsmålene fastsatt, noe som vil si at alle får spørsmålene fra intervjuguiden, men intervjuobjektene kan få annerledes oppfølgingsspørsmål. Denne metoden ble valgt for å maksimere informasjonen man kan samle inn, samtidig som det gir frihet til å tilpasse oppfølgingsspørsmål basert på forskjellige ledd innad i intervjubedriften. Intervjuguiden har ikke blitt utlevert til intervjuobjektene på forhånd, fordi det ikke var ønskelig at de skulle ha klare svar på forhånd, og eventuelt ha manipulert svarene.

Figur 3-2 illustrerer en oversikt over kommunikasjonen i oppgaven. Det starter øverst med forskerne som tilegner seg teori, forberedelser til intervju og utarbeider en intervjuguide. Vi kontaktet innleid underentreprenør hos Consto sør, som villig deltok i forskningen og de er referert til som underentreprenør. Prosessen begynte med intervju av prosjektlederen til underentreprenøren, etterfulgt av samtale med BAS. Hensikten med intervjuet med prosjektlederen var å kunne finne en produksjonslinje forskerne kunne undersøke.

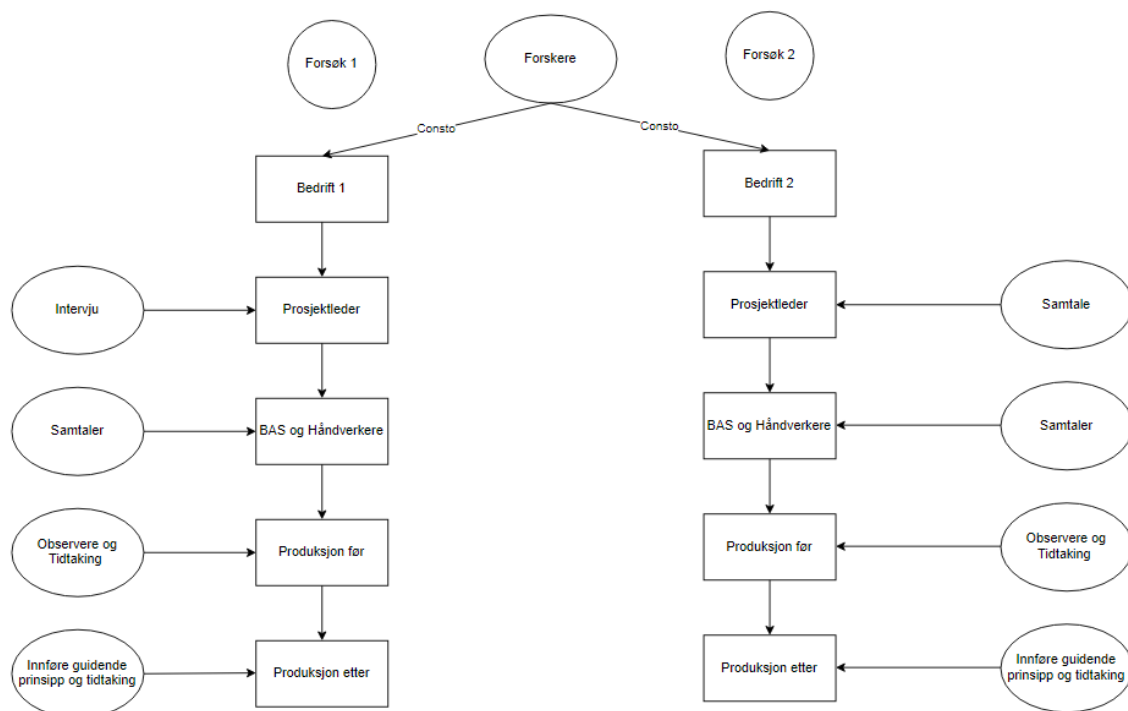


Figur 3-2 Intervjukart

Etter å ha intervjuet prosjektleder fra underentreprenøren og funnet en passende produksjonslinje, dro forskerne ut på byggeplassen for å ha samtale med BAS før produksjonen ble observert. Etter å ha observert sløsing og tatt tider på produksjonen, kunne forskerne innføre guidende prinsipper på grunnlag av sløsing som hadde blitt sett under produksjonen, samt å ha en ny runde med tidtaking for å se eventuelle forbedringer.

Det ble utfordrende å innhente empirien som var ønskelig under det opprinnelige feltarbeidet som resulterte i at forskerne ønsket å gjennomføre et til. Da hensikten med intervjuet med prosjektleder var å finne en produksjonslinje å teste forskerspørsmålet, så

forskerne at det ikke var nødvendig med et formelt intervju, og endret fra intervju til samtale ved den andre underentreprenøren. Disse underentreprenørene blir videre omtalt som bedrift 1 og 2, og til henholdsvis Forsøk 1 og Forsøk 2. Den nye oversikten over kommunikasjon i oppgaven er illustrert i Figur 3-3. Det er de samme stegene under Forsøk 1 og Forsøk 2, eneste som har blitt endret er samtale med prosjektleder i Forsøk 2 istedenfor intervju.



Figur 3-3 Revidert intervjukart (observasjonskart)

3.3. Observasjon

Datainnsamling fra observasjoner som metode, er som regel detaljerte beskrivelser av menneskers aktiviteter, handlinger og atferd (Johannessen et al., 2016, pp. 128-129).

Observasjon som metode egner seg godt, når man ønsker et direkte innblikk i handlingene som skal forskes på. Det er seks sentrale begrep innenfor observasjon som metode og forskerne har benyttet seg av fire av dem:

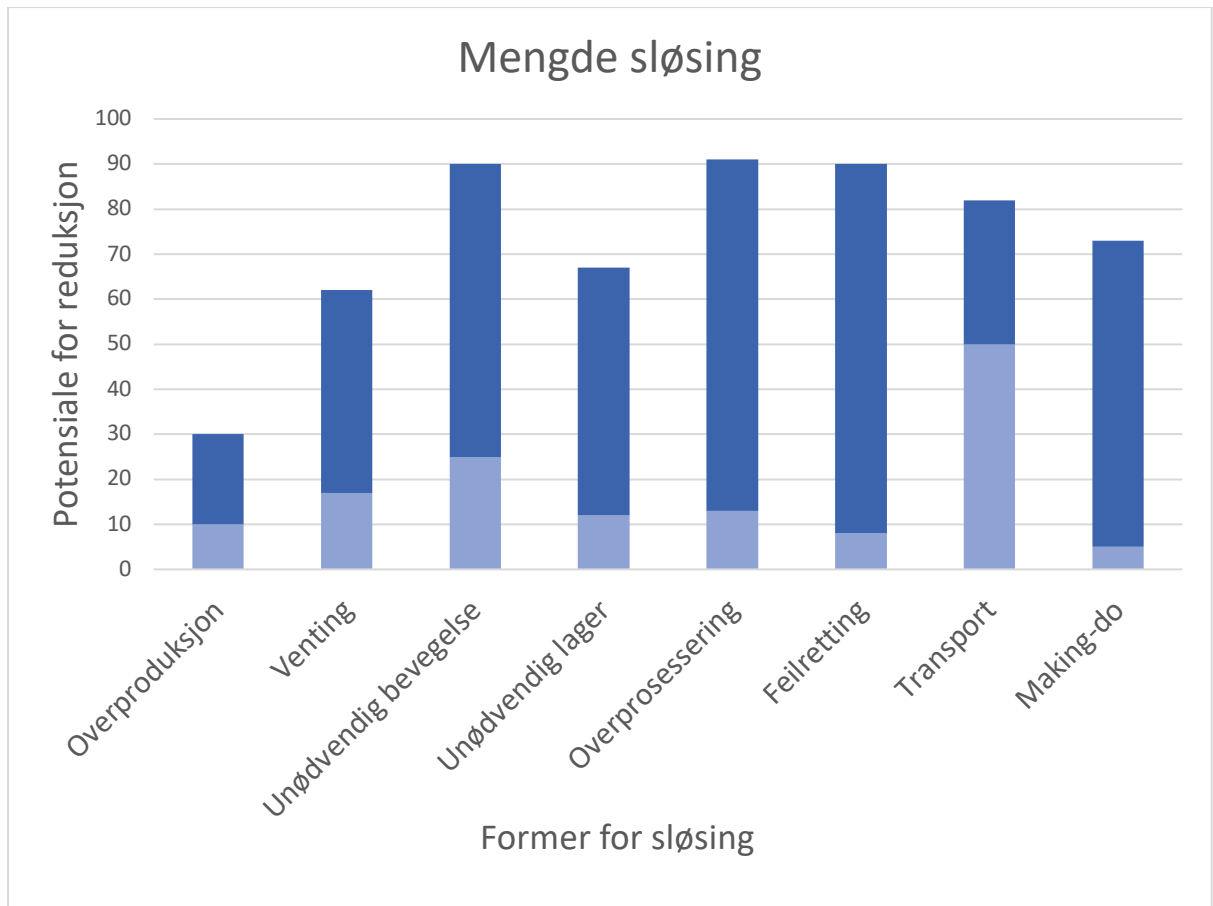
- **Observatøren:** Observatøren er de som utfører studien, og det vil si forskerne i denne oppgaven.

- **Observasjon:** Det blir benyttet observasjon hver dag ved hjelp av sansene våre, dette gjøres også i forskning, men observasjonene må være systematiske. Det vil si at forskerne må beskrive hvem som skal observeres (håndverkerne), i hvilken situasjon de observeres (arbeidet med spilehimling og fasadeplater) og når denne observasjonen skal foregå. Ved å ha gjennomført observasjonen på denne måten har vi kommet frem til resultatene i resultatkapittelet.
- **Feltet:** Det er det området hvor prosjektene skal observeres. I denne studien er feltet Baneheia Park, og prosjektene er spilehimlingen og fasadeplatene.
- **Feltarbeidet:** Det er det arbeidet som blir gjort for innsamling av datamaterialet i et bestemt forskningsfelt. I samfunnsvitenskapelig metode er det ofte deltakende observasjon som blir assosiert med feltarbeidet. Deltakende observasjon er det forskerne gjorde, og det skal bli gjennomgått mer i neste delkapittel

Under observasjonen rangerte forskerne sløsing ut ifra Ohno sine syv former for sløsing og making-do. Hvis det var flere typer sløsing i produksjonen under samme kategori ble de delt inn i hvor stort potensialet det var for reduksjon, dette er illustrert i Figur 3-4.

Oppgaven betrakter potensiale for reduksjon som mengden sløsing i produksjonen der maksgrensen er 100. Dette er for å kunne rangere hvilke former for sløsing som er representert i produksjonen, samt hva forskerne mente var de aktivitetene som utgjorde sløsing i formene. Det kan eksempelvis være sløsing i form av kapp av materialer som blir plassert under overproduksjon som en verdi på 10. Hvis det i tillegg ble produsert flere elementer enn produksjonen trengte og forskerne la det inn under overproduksjon som en verdi på 20, ville det sett ut som første søyle i figuren nedenfor.

Observasjonene og rangeringen er forskernes subjektive betraktninger, som betyr at observasjonen av sløsing og hvor høyt den rangeres vil være avhengig av individuelle perspektiver. Selv om dette kan påvirke påliteligheten til oppgaven er disse subjektive betraktningene nødvendige for oppgaven.



Figur 3-4 Mengde sløsing

3.3.1. Deltakende observasjon

Deltakende observasjon er i all hovedsak feltarbeid (Johannessen et al., 2016). Det betyr at forskeren må gå inn i feltet, være til stede på feltet og til slutt forlate feltet. Det starter først med at forskeren må innlede kontakt med bedriftene og finne ut av de fysiske forutsetningene for byggeplassen. På denne byggeplassen var det viktig med synlighetstøy, hjelm, vernesko og en gjennomgang av HMS og sikkerhetsprotokoll. Dette måtte gjøres før man fikk lov å bevege seg ut på byggeplassen.

Forskerne beveget seg ut på arbeidsfeltet og presenterte seg for alle håndverkerne, og forklarte hvorfor de var der slik at de fikk vite hvorfor to studenter var og tok tider av deres produksjon. Under observasjon av sløsing bestemte forskerne seg for at de skulle ha en «flue-på-veggen» tilnærming til håndverkerne (Johannessen et al., 2016), da denne fasen kunne dra mest nytte av denne tilnærmingen.

Måten man får inn data gjennom deltakende observasjon er ved samtaler med håndverkerne, observere hva som blir gjort og dokumentere arbeidsprosessen. Regelmessige samtaler med håndverkere ble gjennomført under siste del av feltarbeidet, der de guidende prinsippene ble gjennomført. En fare ved denne metoden er hvis man blir for lenge på feltarbeidet og samhandler for godt med håndverkerne, at man ser deres perspektiv (Johannessen et al., 2016). Imidlertid, er risikoen like stor hvis man ikke samhandler nok med de involverte for å få den dataen man ønsker.

3.4. Reliabilitet og Validitet

Reliabiliteten og validiteten til oppgaven blir gjennomgått i dette delkapittelet. Dette for å nevne tidligere forskning på området og om vår forskning er pålitelig og gyldig.

3.4.1. Reliabilitet

Reliabilitet betyr pålitelighet og henvender seg til hvorvidt andre forskere kan gjennomføre den samme studien på et annet tidspunkt, og få et tilsvarende likt resultat (Olsen & Gjertsen, 2010). Det kan være utfordrende å sikre seg en høy reliabilitet under kvalitative undersøkelser påpeker Larsen (Larsen, 2007, p. 80). Valget av observasjoner kan gjøre det vanskelig for andre forskere å ha akkurat de samme forutsetningene som oss, med tanke på hvordan situasjoner blir oppfattet og tolket (Fangen, 2010, pp. 250-251). Observasjon av mennesker kan være vanskelig, for man vet ikke hvordan mennesker reagerer når det kommer forskere med stoppeklokke for å måle effektivitet på arbeidet som gjennomføres. Videre kan forskjellige forskere som observerer det samme arbeidslaget oppleve situasjonen på forskjellige måter. Selv om det er det samme arbeidslaget, vil samtaler med forskjellige forskere variere noe som kan resultere i ulike svar fra håndverkerne. Siden slike menneskelige faktorer er med på å påvirke påliteligheten i studien, er det vanskelig å oppnå en høy reliabilitet.

Det som har blitt gjort for å opprettholde en forholdsvis høy reliabilitet er at det har blitt sett på tidligere forskning på området, og man kan se at forskernes resultater samsvarer med tidligere forskningsfunn. Nøyaktighet i datainnsamlingen har vært en viktig del av forskningen, slik at leseren av studien kan forstå hva som har vært med på å skape

resultatene i studien. Selv om likheter i funn fra tidligere forskning kan styrke reliabiliteten, vil mengden empiri også påvirke denne. Grunnet utfordringene som presenteres senere i oppgaven, fikk ikke oppgaven den ønskelige mengden empiri, som kan bidra til å redusere reliabiliteten.

Under det første intervjuet som ble gjennomført, før Forsøk 1, ble det benyttet en båndopptaker for å kunne ta opp intervjuet. Dette gjorde at alt som ble sagt kunne finnes tilbake til, som er med på å styrke påliteligheten til intervjuet. Videre i både Forsøk 1 og Forsøk 2 ble intervjuene heller gjort om til samtaler under observasjonene. Båndopptaker ble ikke benyttet under samtalene, her ble det heller notert ned det som forskerne anså som viktig fra samtalene. Fordelen med at det ikke ble benyttet båndopptaker var at samtalene fløt fritt, og det ble ikke et formelt intervju der informantene var redd for å uttale seg feil.

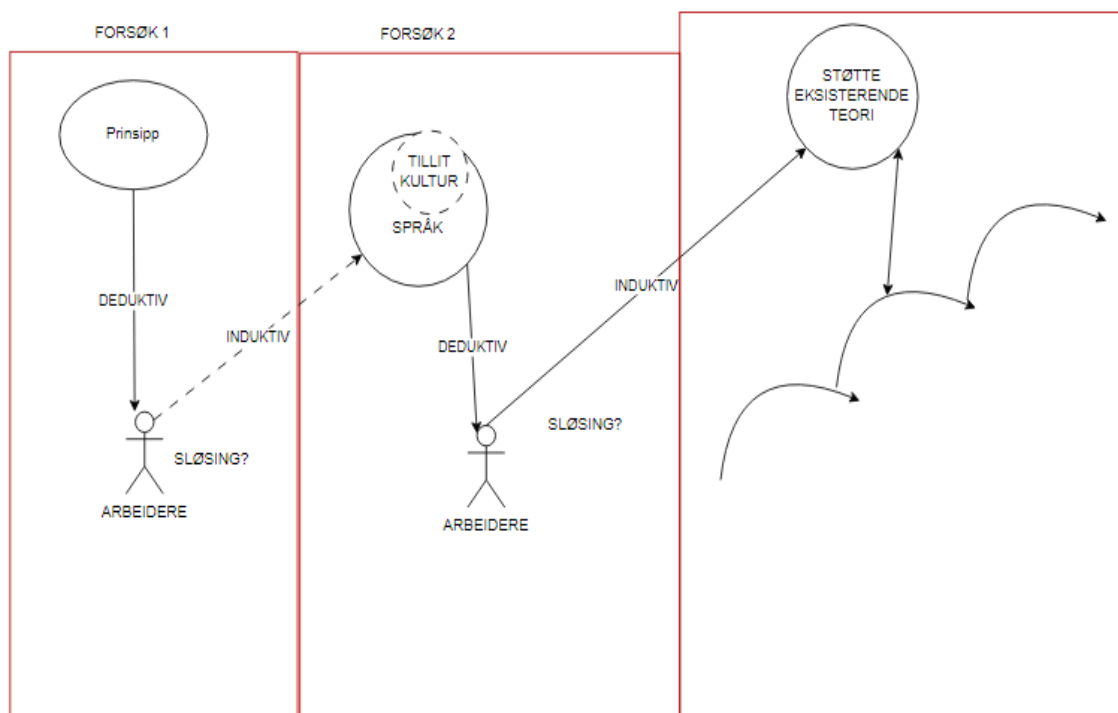
3.4.2. Validitet

Validitet står for hvor relevant eller gyldig den dataen som oppstår fra en studie er (Johannessen et al., 2016, pp. 66-67). Det er vanlig å skille mellom flere former for validitet: begrepsvaliditet, intern validitet og ytre validitet. Av disse er det viktig å se på begrepsvaliditet som handler om relasjonen mellom det som skal undersøkes, og dataene som oppstår. Det betyr at man faktisk måler det man skal måle, og om resultatene faktisk kartlegger det som undersøkes (Fangen, 2010, pp. 236-237). Deltakende observasjon som en metode er noe som sikrer en høy grad for validitet, fordi forskerne ha mulighet til å kommunisere med objektene som blir observert.

Kritikken mot kvalitative undersøkelser er ikke med på å styrke studiens gyldighet. Ofte omfatter de kvalitative undersøkelsene få informanter som kan gjøre at det blir vanskelig å vite om forskeren har en objektiv tilnærming til studien (Kruuse, 2007, p. 31). Det er da vanskelig å avgjøre validiteten til en kvalitativ undersøkelse

3.5. Forklaring, Justering og refleksjon av metode

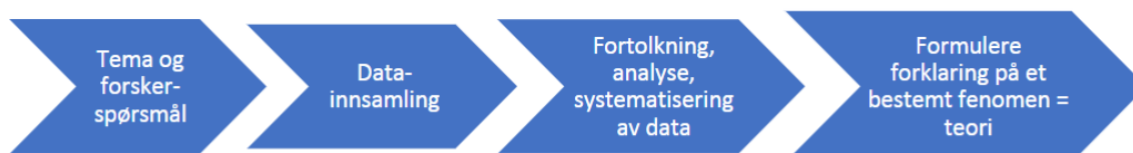
Den opprinnelige forskningsplanen var å gjennomføre et stort forsøk med et deduktivt forskningsdesign. Antakelsen som skulle testes var: *Hvordan kan guidende prinsipper redusere håndverkernes sløsing i sin egen produksjon?* Imidlertid ble det utfordrende å teste denne antakelsen som vist i resultatene. Selv om forskerne mente det var en viktig faktor som sto i veien for resultatet, ble det gjennomført litt induktiv metode for å se på andre faktorer. Til tross for at dette åpnet opp for flere faktorer som kunne ha en forklaring på utfordringen under testing av antakelsen, var forskerne sikre nok på at faktoren som stoppet dette var som først antatt og forsikret seg om at denne ikke skulle stå i veien for Forsøk 2. Under det andre forsøket ble det gjort interessante funn som også var sett i tidligere forskning. På bakgrunn av dette ble empirien innsamlet i denne oppgaven, kombinert med tidligere forskning, brukt til å se om det er teori som kan forklare dette. Forskningsprosessen er illustrert i Figur 3-5.



Figur 3-5 Forklaring av metode

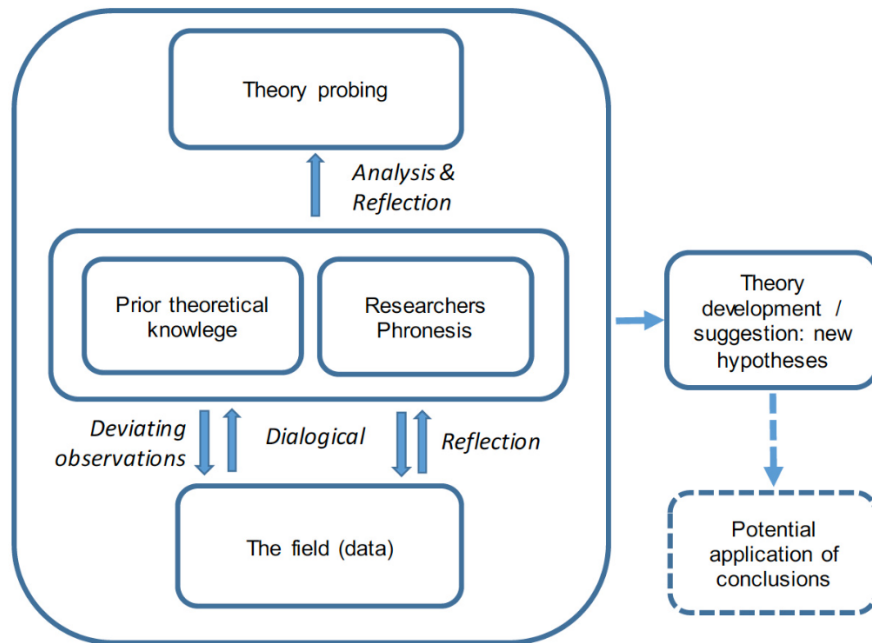
Beslutningen om å endre forskningsdesignet ble gjort på grunnlag av funnene gjort under Forsøk 2 og sammenhengen disse funnene hadde med tidligere forskning, noe som førte til

en justering av metoden der induktivt forskningsdesign ble tillagt i forskningsprosessen. Et induktivt forskningsdesign har som mål å samle inn data som kan generaliseres til begreper eller teori (Johannessen et al., 2021, p. 30). Gjennom det induktive forskningsdesignet kunne forskerne observere hva som ble gjort under innføringen av guidende prinsipper og kunne knytte disse observasjonene opp til teori som illustrert i Figur 3-6.



Figur 3-6 Induktivt forskningsdesign (Isaksen, 2023)

Abduktivt forskningsdesign egner seg godt til en casestudie hvor forskeren er tett på det som skal undersøkes og tett på datainnsamlingen (Conaty, 2021). Dette designet baserer seg på å analysere data gjennom observasjoner av enkelte hendelser. Abduksjon skal hjelpe med å utlede ny teori eller utvikle allerede eksisterende teori. Abduktivt forskningsdesign kan illustreres ved hjelp av Figur 3-7. Ved anvendelsen av abduksjon som et forskningsdesign er det viktig å merke seg at abduksjon ikke starter ved den teoretiske bakgrunnen, men starter med de empiriske funnene. Dette blir forklart i Tabell 3-1 hvor de empiriske funnen blir omtalt som resultat, og videre kunne reflektere over det som har blitt observert, før tilslutt å utvikle nye hypoteser eller utvikle allerede eksisterende teori. Gitt forskernes bruk av både deduktiv og induktiv tilnærming kan man godt si at forskerne har nærmet seg det abduktive forskningsdesignet. Særlig ved å se på tilnærmingen til Conaty i Figur 3-7 (Conaty, 2021), som bygger på at man skal utvikle allerede eksisterende teori eller komme med nye hypoteser som kan testes. Metoden forskerne har brukt inkluderer både å teste hypotese, samt observasjoner som har ført til interessante funn som krevde analysering, refleksjon og kunne knyttes til allerede eksisterende teori. Dette motiverte forskerne til å utvikle den eksisterende teorien og formulere nye hypoteser for videre forskning.



Figur 3-7 Abduktivt forskningsdesign (Conaty, 2021)

Tabell 3-1 Forskningsdesign (LTH)

| Deduktiv | Induktiv | Abduktiv |
|--|--|--|
| Om prisene er for høye, så synker salget «Om A så B» (teori) | Vi har for høye priser «A» (Empiri) | Salget har minsket «B» (Resultat) |
| Vi har for høye priser «A» (Empiri) | Salget har minsket «B» (Resultat) | En årsak til at salget går ned, er at prisene er for høye «Om A så B» (teori) |
| Derfor kommer salget til å minke «Altså B» (resultat) | Årsaken til at salget har minsket, er trolig at prisene har vært for høye «Om A så sannsynlig B» (teori) | La oss kontrollere om der er sann at våre priser har vært for høye «Sannsynlig A» (Empiri) |

Beslutningen om å benytte kvalitativ metode baserte seg på studiens formål med å få håndverkerne til å kunne forstå guidende prinsipper i byggebransjen. Ved hjelp av intervju og deltakende observasjon skulle forskerne få en dypere forståelse av hvordan produksjonslinjer fungerer på en byggeplass. Etter et intervju ble det fort besluttet at forskerne ikke behøvde å ha flere formelle intervjuer. Det ble bestemt at det var bedre å ha samtaler underveis gjennom hele prosjektet fra start av observasjon til innføring av

guidende prinsipper og til produksjonsstopp. Ved hjelp av disse observasjonen kunne forskerne få en grundig innsamling av data knyttet til observasjonene og samtalene.

Til slutt kan forskerne si seg fornøyde med det valgte forskningsdesignet, som kombinerer både deduktivt og induktive tilnærminger i den valgte forskningsprosessen. Dette gjør at den empirien som er funnet i denne oppgaven, kunne bli knyttet sammen med tidligere forskning på en meningsfull måte.

4. Case

Prosjektet denne oppgaven har benyttet er delt inn i tre byggetrinn som inneholder næringslokaler, et fylkeshus og boligblokker som Figur 4-1 illustrerer. Næringslokalene er allerede ferdig gjennomført, så de neste to trinnene skal bygges inntil næringslokalet. Consto Sør er totalentreprenør og i skrivende stund skal bygget overleveres i desember 2024. Næringslokalene og boligblokkene har private byggherrer, og fylkeshuset har kontrakt med Agder fylkeskommune. Produksjonene denne oppgaven tar for seg foregår kun i fylkeshusdelen av prosjektet.

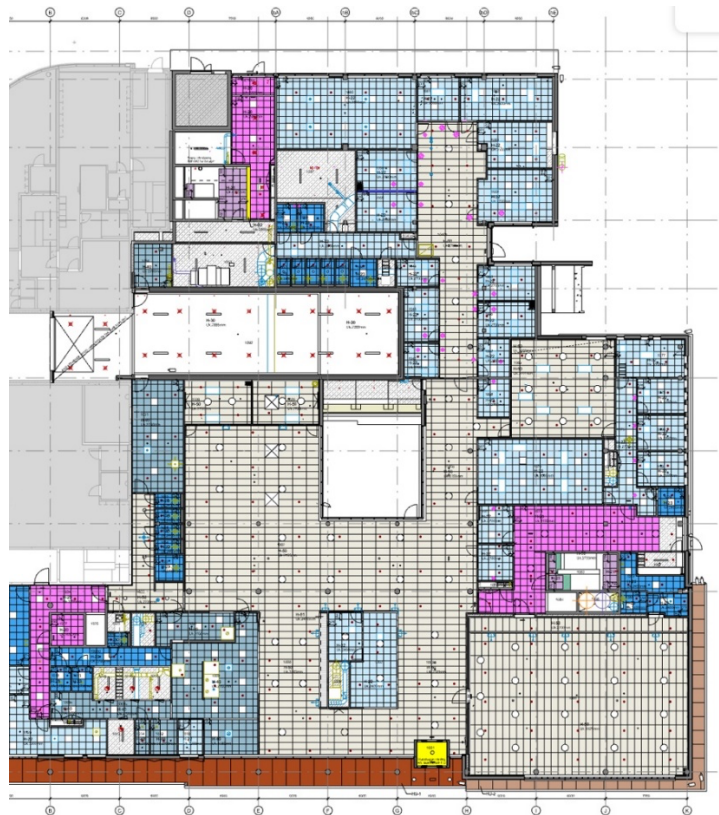


Figur 4-1 Oversiktsbildet over hele prosjektet

4.1. Forsøk 1

Muligheten for å bruke denne produksjonslinjen i oppgaven kom etter intervju med en prosjektleder for en tømrentreprenør. Prosjektlederen virket positiv til prosjektet, som ga oss tilgang til denne produksjonen og muligheten til å kommunisere og ha en innvirkning på arbeidslaget. Entreprenøren skulle produsere omtrent 1600m² med spilehimling i form av

elementer de skulle produsere på plassen. Dette skulle være himlingen i store deler av første etasje i fylkeshuset der område er markert med fargen ■ i Figur 4-2.



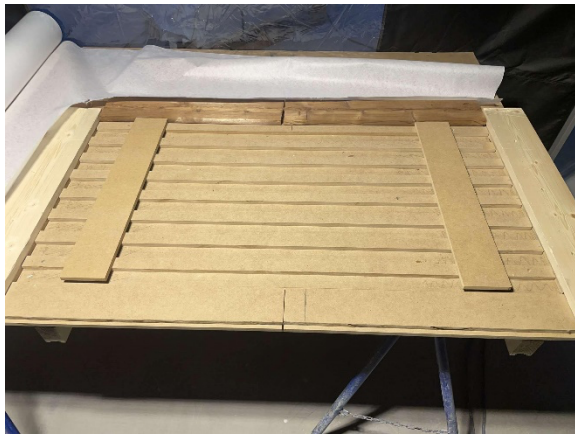
Figur 4-2 Himlingsplan første etasje fylkeshus

Spilene kom prekuttet på mål fra leverandør og ble levert på paller til byggeplass som vist i Figur 4-3.



Figur 4-3 Telt for produksjon av elementer og prekuttet spiler på pall

Produksjonslinjen for spilehimlingen er delt inn i to arbeidslag, der det ene arbeidslaget er ansvarlig for å produsere elementene og det andre laget er ansvarlig for monteringen av elementene. Produksjonen har to arbeidstelt der elementene blir produsert. Arbeidslaget som produserer elementene, er tre personer og benytter seg av en mal som illustrert i Figur 4-6. Det er to av disse malene som to personer håndterer, der de putter spiler imellom, legger duk over, og skyter tre labanker fast med en dykkertpistol. Elementene går videre til neste mann som benytter seg av en krympepistol for å brette duken rundt elementet og får til slutt ferdig element som illustrert i Figur 4-5. Det siste som blir gjort er at elementene blir plassert på en pall slik at det alltid ligger klar elementer som vist i Figur 4-4.



Figur 4-6 Spilehimlingsmal



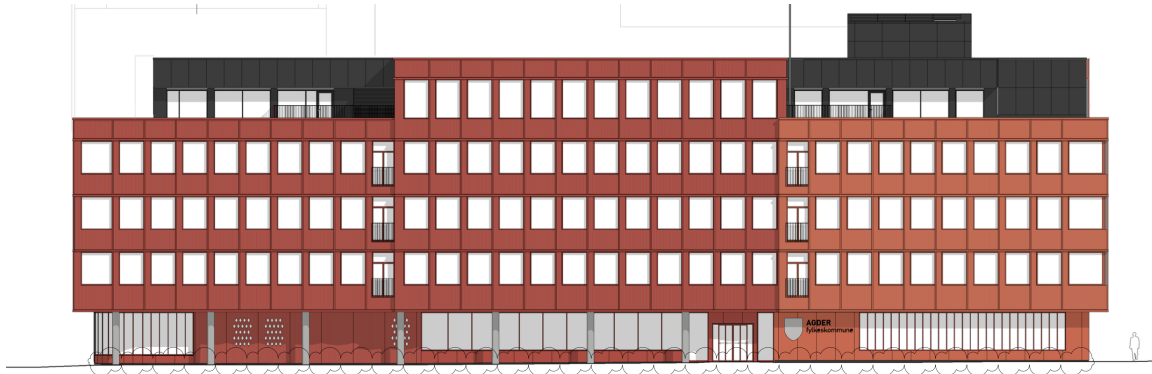
Figur 4-5 Spileelement



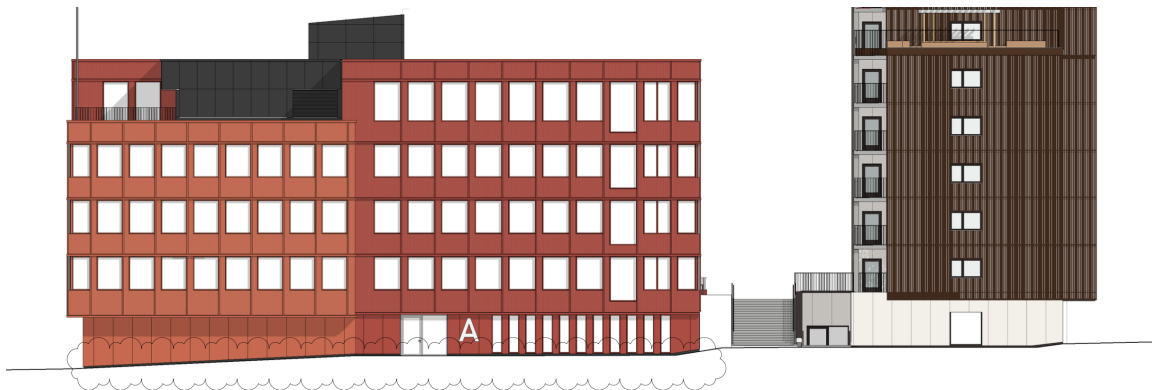
Figur 4-4 Elementer på pall

4.2. Forsøk 2

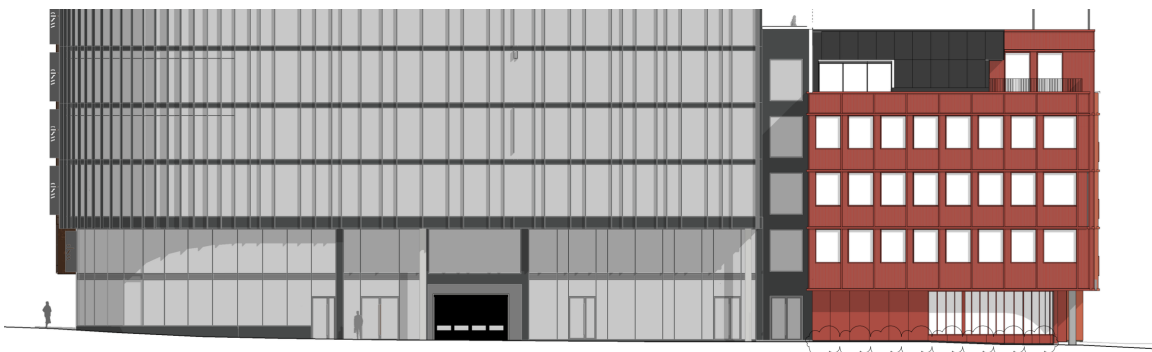
Produksjonen som skal bli observert er monteringen av fasadeplater på bygget til fylkeskommunen. Dette utføres av en tømmerentreprenør i samarbeid med deres underentreprenør. Fasadetegningene er illustrert i Figur 4-7, Figur 4-8 og Figur 4-9 der platene skal monteres i første etasjen over alle tre fasadene, men produksjonen oppgaven ser på er monteringen av fasade vest, øst og deler av sør.



Figur 4-7 Arbeidstegninger av fasade sør



Figur 4-8 Arbeidstegninger fasade øst



Figur 4-9 Arbeidstegninger fasade vest

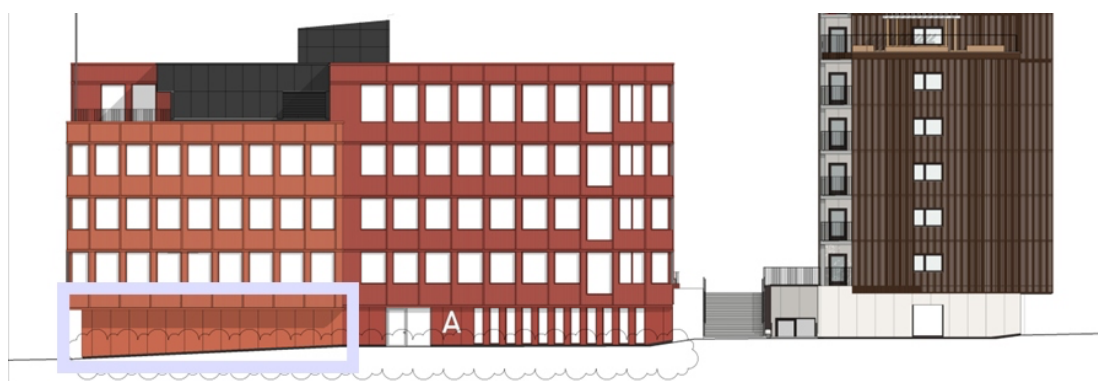
Fasadeplatene er laget av stein og blir levert av Cembrit. Dette krever forboring av platene før de skrues opp. Platene er omtrent 305cm x 120cm og skal ifølge monteringsanvisningen

til leverandøren ha følgende skrue-og lekteavstand i forhold til vindlaster i området som vist i Tabell 4-1 (Cembrit, 2024). Prosjekteringen av vindlaster legger til grunn for at platene skal ha 40 cm lekteavstand og minimum 40 cm skrueavstand.

Tabell 4-1 Monteringsanvisning av Cembrit-plater i forhold til vindlaster (Cembrit, 2024)

| Maks skrueavstand mm | Maks lekteavstand mm | | | |
|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | 300 | 400 | 600 | 629 |
| 300 | 9.99 kN/m ² | 7.49 kN/m ² | 3.53 kN/m ² | 3.21 kN/m ² |
| 400 | 7.49 kN/m ² | 5.62 kN/m ² | 3.53 kN/m ² | 3.21 kN/m ² |
| 500 | 5.99 kN/m ² | 4.50 kN/m ² | 3.00 kN/m ² | 2.86 kN/m ² |
| 600 | 4.99 kN/m ² | 3.75 kN/m ² | 2.50 kN/m ² | 2.38 kN/m ² |

Det oppsto en utfordring med Forsøk 2 sent i feltarbeidet. Den opprinnelige planen var å observere monteringen av fasadeplater på tre ulike fasader, men de to andre fasadene ble utsatt flere uker på grunn av at foregående aktiviteter ble forsinket. Dette resulterte i at forskerne ikke fikk den samme mengden data som var ønskelig. Imidlertid ble det gjort en feil på den fasaden markert i Figur 4-10, som gjorde at de måtte gjennomføre arbeidet på nytt, som resulterte i at forskerne kunne se den samme produksjonen både før og etter de guidende prinsippene var innført. Til tross for disse utfordringene ble forskerne i hovedsak møtt med engasjerte prosjektledere og håndverkere i Forsøk 2, som gjorde arbeidet enklere.



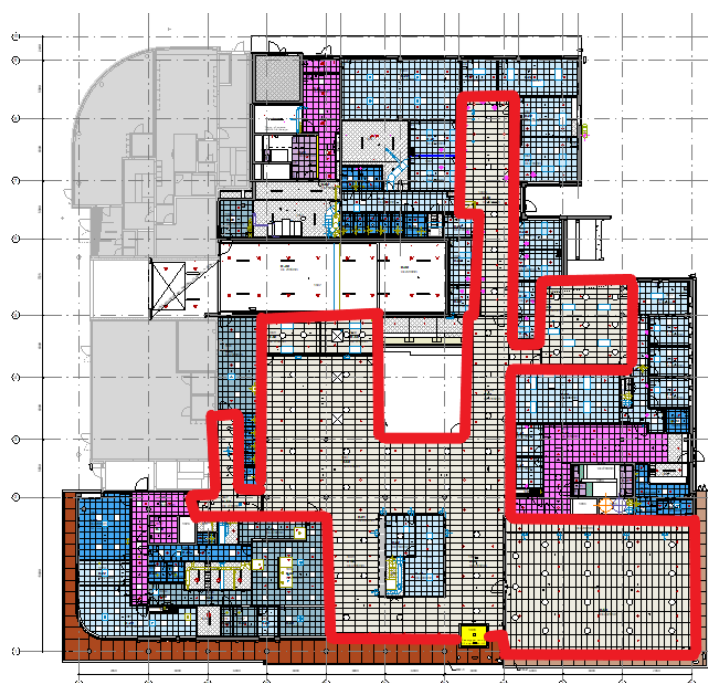
Figur 4-10 Markert case område

5. Resultater/Funn

Dette kapittelet vil gi en oversikt over resultater og funn i oppgaven, delt inn i Forsøk 1 og Forsøk 2. På grunn av utfordringer i gjennomføringen av Forsøk 1, har dette blitt benyttet som en læringsmulighet og kilde til erfaring. Justeringen av metoden midtveis i Forsøk 2 påvirker at resultatene blir presentert på ulik måte.

5.1. Forsøk 1

Spileproduksjonen skulle vare i ca. 16 arbeidsdager. Det røde markerte området som illustrert i Figur 5-1, var det området hvor spilehimlingen skulle monteres.



Figur 5-1 Spilehimlingsområde

5.1.1. Observasjon og målinger

Avviket mellom informasjonen som ble formidlet i forkant av feltarbeidet, stemte ikke med det som ble observert i produksjonen. I forhold til informasjon som var gitt hadde bemanningen blitt doblet (fra fem til ti mann), som gjorde det utfordrende å få alle med på oppgavens formål. I tillegg var det utenlandske arbeidere som ikke pratet norsk og veldig begrenset engelsk. Det ble derfor foretatt en introduksjon av formål og hva som skulle gjøres til BAS som pratet engelsk.

Figur 5-2 illustrerer produksjonsområdet for elementene. De svarte feltene representerer teltene, hvor telt 1 inneholdt malene til spileelementet og telt 2 var til festing av duken. Det gule området markerte stedet for materiallagringen. Siden materiallagringen tok såpass stor plass måtte arbeiderne gå rundt alle materialene, for å komme seg til den andre siden av materiallagringen.



Figur 5-2 Produksjonsområde

Under observasjonen fikk tømmerne instruksjoner om å påbegynne arbeidet med spilehimlingens isolasjon. Denne beslutningen medførte at en stor del av spileelementene måtte demonteres da produksjonen var halvveis, grunnet et behov om å plassere isolasjon over spilehimlingen, som vist i Figur 5-3 og Figur 5-4.



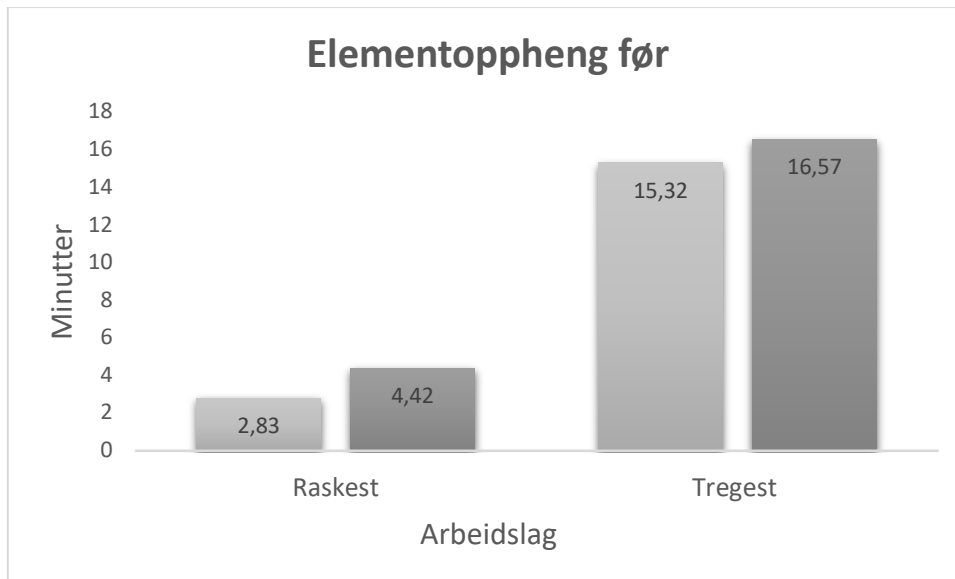
Figur 5-4 Demonterte spilelementer



Figur 5-3 Demonterte spilelementer

I utgangspunktet hadde tømmerfirmaet fått beskjed om å avstå fra isolasjonsarbeidet siden det å isolere over himlingen ikke var nødvendig. En ytterligere misforståelse ved oppstart var feilen på skruene. Disse var ment å være hvite, for å matche duken på spileelementet som vist i Figur 4-5, men skruene som var tilgjengelig var av svart farge. Dette resulterte i da de rette skruene kom til byggeplass ble de nødt til å ta ned skruene, for så å skru opp de skruene med rett farge. Den svake informasjonsflyten i starten av spilehimlingen skapte masse unødvendig produksjon, som igjen gjorde at håndverkerne måtte drive med en del feilretting.

Det ble gjennomført tre stikkprøver på en halvtime av to arbeidslag, for å se hvor mange elementer disse to arbeidslagene klarer på en halvtime. I Figur 5-5 er det presentert raskeste og tregeste montering til hvert av arbeidslagene.



Figur 5-5 Elementoppheng før

For å se potensialet for hvor mange elementer det er mulig å henge opp på en halvtime, utførte forskerne en enkel beregning ved å dele total produksjonstid med den raskeste utføringen og den tregeste utføringen per element.

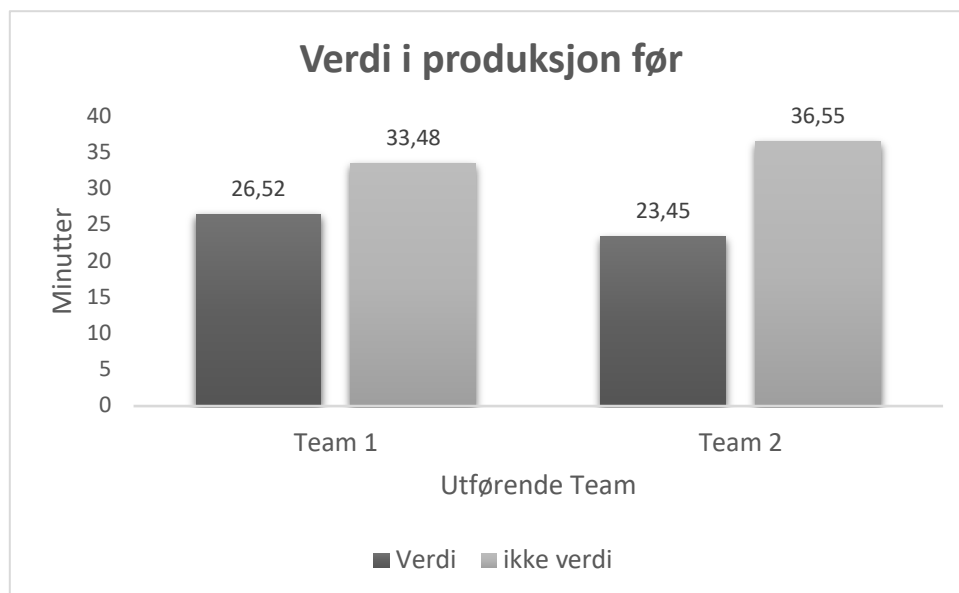
$$\frac{30 \text{ minutter}}{2,83 \text{ minutter}} = 10,6 \quad \frac{30 \text{ minutter}}{16,57 \text{ minutter}} = 1,8$$

Beregningen viste et stort potensial for økt effektivitet, spesielt om arbeidslagene kunne redusere tiden per element ned mot tre minutter. Dette ville resultere i nesten 11 elementer på en halvtime. Imidlertid viste Tabell 5-1 at arbeidslagene var langt unna dette potensialet med henholdsvis tre og fire elementer produsert på en halvtime.

Tabell 5-1 Elementoppheng per halvtime før

| | MÅLING 1 | MÅLING 2 |
|-----------|----------|----------|
| Raskest | 2,83 | 4,42 |
| Tregest | 15,32 | 16,57 |
| Produsert | 4 | 3 |

Videre målte forskerne effektiviteten til de to arbeidslagene over en time, og i Figur 5-6 illustreres det at begge arbeidslagene har godt over halvtimen som ikke er verdiskapende produksjon til prosjektet. Hovedårsaken til denne ineffektiviteten skyldes arbeiderne som sto i liften. Prosessen deres fungerte slik: kjøre opp, montere et element, kjøre ned, forlate liften, og til slutt vandre rundt på byggeplassen før de fant et nytt element. Av og til hadde de en på bakken som kunne levere elementer til dem. Istedenfor å kjøre liften ned for å hente et element ble de stående i liften, og vente til arbeideren på bakken så at de ikke hadde element. Hvis ventetiden ble lengre enn de selv ønsket, benyttet de seg av tutelyden på liften, istedenfor å kommunisere direkte til denne personen.



Figur 5-6 Verdi i produksjon før

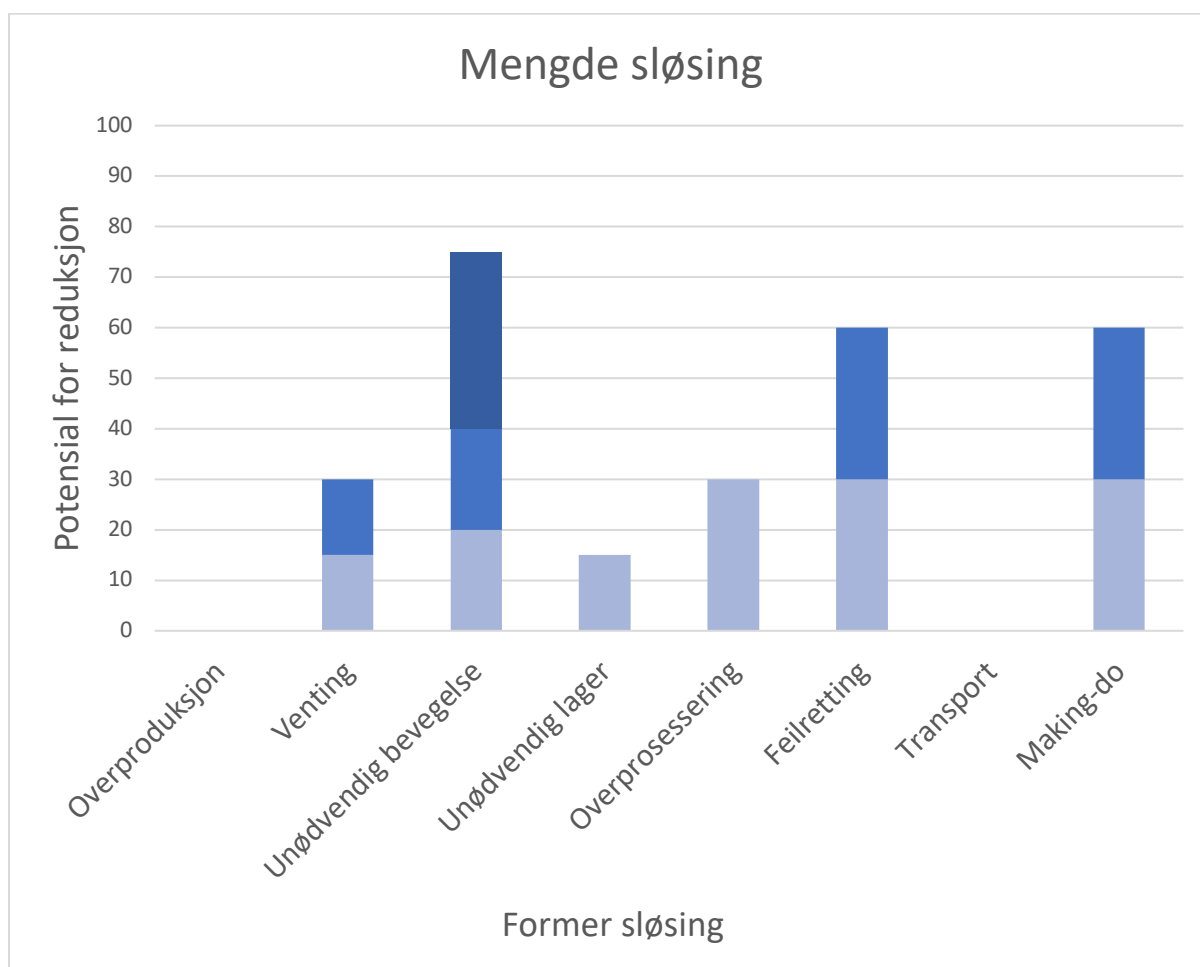
Malen for elementene var til stor hjelp for produksjonen, men det oppsto utfordringer rundt brannsprinklener som ikke var forboret i elementene. Dette førte til at monteringslaget brukte unødvendig tid på å lage hull i stedet for å få montert opp elementer på rad og rekke. En tilsynelatende enkel operasjon som forboring ble dermed en kilde til sløsing, og dette stoppet flyten under monteringen.

I Tabell 5-2 blir alle formene for sløsing som er observert under Forsøk 1 oppsummert. I overproduksjon og transport var det ingen form for sløsing som ble observert. Det var ingen unødvendig kapp knyttet til overproduksjon, da spilene var prefabrikert på forhånd. Det ble kun sett på selve produksjonen og da var allerede alle materialene transportert til

produksjonen. Gjennom hele observasjonen var det minst en håndverker som ventet eller ikke bidro til noe i produksjonen til enhver tid, dette var fordelt over begge arbeidslag. Grunnen til at ikke det slår like sterkt ut i Figur 5-7 er at forskerne vektet produksjonstiden høyere enn timeverket til håndverkerne.

Tabell 5-2 Observert sløsing

| TYPE SLØSING | OBSERVET SLØSING |
|----------------------|--|
| Overproduksjon | Ingen sløsing |
| Venting | <ol style="list-style-type: none"> 1. Venting for han på bakken 2. Venting for dem i liften |
| Transport | Ingen sløsing |
| Overprosessering | Flere håndverkere enn prosessen trengte |
| Unødvendig lager | Masse klare spileelementer |
| Unødvendig bevegelse | <ol style="list-style-type: none"> 1. Bevege seg opp og ned i lift 2. Bevege seg rundt matriallagringen 3. Lete etter verktøy |
| Feilretting | <ol style="list-style-type: none"> 1. Feil skruefarge 2. Isolasjon |
| Making-do | Startet produksjonen uten å ha all informasjon om himlingen |



Figur 5-7 Observert sløsing

Selve monteringen av spilelementene, som vist i Figur 4-6, viste seg allerede å være veldig produktiv. Den største utfordringen i denne produksjonen lå i hvordan håndverkerne beveget seg. Etter observasjoner av situasjonen på byggeplassen konkluderte forskerne med at det guidende prinsippet måtte omhandle redusert bevegelse, for å effektivisere produksjonen, som vist i Tabell 5-3.

Tabell 5-3 Guidende prinsipper

| TYPE SLØSING | GUIDENDE PRINSIPPER |
|----------------------|----------------------------|
| Unødvendig bevegelse | Reduser din egen bevegelse |

5.1.2. Innføring

Etter produksjonslinjen og alle dens aktiviteter hadde blitt observert, ble det avholdt en kort samtale med BAS. I et forsøk på å gi BAS forståelse av sin egen produksjonsflyt, prøvde forskerne å videreformidle at selve monteringen av elementene var den aktiviteten som sørget for fremgang og verdiskapning. Deretter ble han spurt hvilke tiltak han ville gjort for å sørge for å øke antall elementer montert per time. Svaret hans var noe overraskende: «twice as many men», altså å doble bemanningen. Det var allerede mange involvert og å få inn ti mann til hadde bare skapt et stort kaos. Det ble da gjort et forsøk til på å forklare sløsing til BAS og hvordan prinsipper kunne være med å effektivisere selve produksjonen. Det var usikkert om han forsto selve hovedpoenget med hvorfor vi ønsket innføringen av guidende prinsipper.

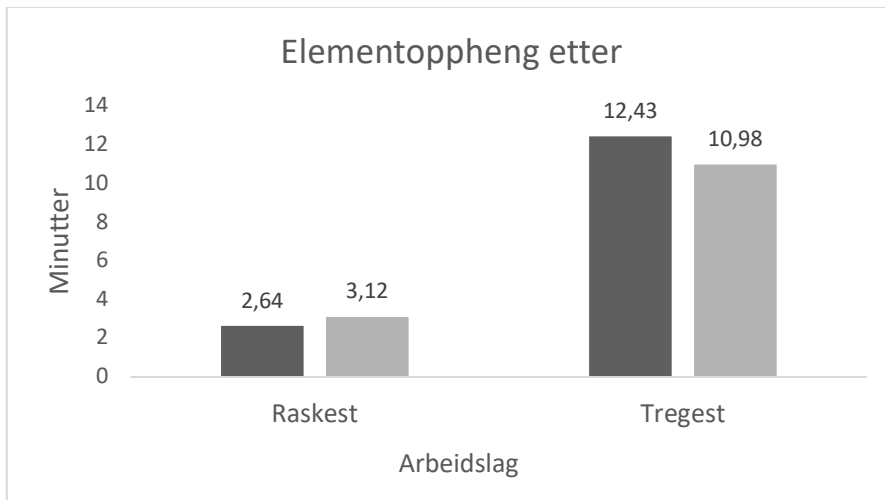
Dagen det guidende prinsippet skulle innføres, ble det avholdt et møte med arbeiderne for å presentere konseptet med redusert bevegelse. De fikk høre at målet var å oppnå økt produksjonseffektivitet ved å arbeide med denne tankegangen. Arbeidernes respons på redusert bevegelse var noe overraskende «Then we can drive the lift more». Det førte til at her var det nødvendig med en dypere forklaring på hva som var ment med redusert bevegelse. Forklaringen som ble gitt, var at de skulle ha produksjonen sin i umiddelbar nærhet til seg selv hele tiden og finne løsninger som bidro til at de kunne bevege seg mindre. Det var imidlertid usikkert hvor godt dette ble forstått, siden forklaringen ble gitt på engelsk, og ikke alle håndverkerne behersket engelsk. Derfor ble det videreformidlet på øst-europeisk språk til dem som ikke forstod engelsk.

I starten observerte forskerne arbeidslagene for å se om det ble gjort noen endringer knyttet til det guidende prinsippet, men arbeidslaget fortsatt som de gjorde tidligere og ingen endringer ble gjort. Etter den første halvtimen, gjennomførte forskerne et nytt møte med arbeidslagene. På dette møtet ble det igjen prøvd å formidle det guidende prinsippet, og BAS prøvde å videreformidle det forskerne mente så godt som mulig til arbeidslaget. Her ble det også presentert to generelle eksempler på løsninger til prinsippet: (1) Ta med deg søppel på vei til pauser (2) Flytt materialer nærmere produksjon.

Den andre halvtimen arbeidslagene ble observert skjedde det heller ingenting. Arbeidslaget arbeidet som de pleide. Igjen prøvde forskerne å forklare for arbeidslagene, men denne gangen tok de vært arbeidslag hver for seg. Forskerne kunne nå se på arbeidslagene at de begynte å bli frustrerte da forskerne stoppet deres arbeidsprosess for andre gang. Det ble igjen forsøkt å forklare hva sløsing er med BAS som tolk, og hva som anses som verdiskapende aktivitet til produksjonen. Arbeidslagene nikker som de forstår hva som blir presenter til dem. Forskerne prøvde en tredje gang og forklare det guidende prinsippet og får anerkjennelse fra arbeidslagene, og det virket som om de hadde forstått hva forskerne mener. Arbeiderne ble også stilt spørsmål: Hvorfor kjører dere liften opp og ned hele tiden? Svaret var: «Because the elements are on the ground».

Under den tredje halvtimen av arbeidslagene skjedde det heller ingenting. Forskerne ble frustrerte, da de har prøvd tre ganger å forklare og innføre det guidende prinsippet for disse arbeiderne. Det nærmeste som kan minne om en endring som skjedde i forhold til det guidende prinsippet, var at de som sto i liften ikke lenger gikk opp og ned i liften for å hente et nytt element, men heller ropte på en «løpegutt» som hentet nytt element til dem. Forskerne ble enige om å gi direkte eksempler på endringer i produksjonen. Følgende ble videreformidlet til arbeidslaget som monterte spilelementer til himling: (1) Ta med tre spilelementer i liften istedenfor en (2) Ha begge drillene til montasje i liften (3) Hullene til brannsprinklene skal bli boret i liften. Responsen på dette var positiv, der de gjennomførte alle endringene som ble videreformidlet. Etter endringene ble gjennomført spurte en av håndverkerne i arbeidslaget hvilke flere endringer vi ville de skulle gjøre. Her ble de oppfordret til å finne egne løsninger ved å se på eksemplene som ble gjennomført. Dette var det siste møte før det ble brukt stoppeklokke for å måle tid igjen.

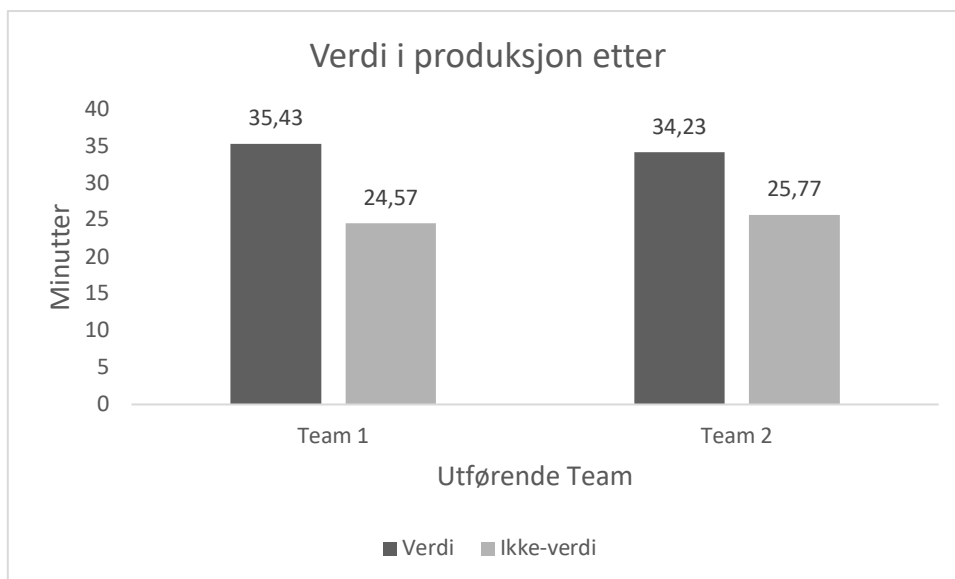
Målingene indikerer en økning i antall elementer som blir montert opp per halvtime, som vist i Tabell 5-4. Det vises også i Figur 5-8 at begge arbeidslagene har begynt å arbeide raskere, samt at tiden på de tregeste elementene har gått ned. Figur 5-9 viser at den verdiskapende tiden på arbeidslag 1 og 2 har økt til over halvtimen fra før innføringen av prinsippet. Den verdiskapende tiden blir målt som den tiden arbeidslagene arbeider aktivt med å montere spilelementer.



Figur 5-8 Elementoppheng etter

Tabell 5-4 Elementoppheng per halvtime etter

| | MÅLING 1 | MÅLING 2 |
|-----------|----------|----------|
| Raskest | 2,64 | 3,12 |
| Tregest | 12,43 | 10,98 |
| Produsert | 5 | 6 |



Figur 5-9 Elementoppheng etter

Verdistrømanalyse skulle i utgangspunktet ha et større omfang enn det som faktisk ble brukt. Planen var å lage enkle tegninger av produksjonen for å lettere kunne identifisere sløsing. Identifiseringen av sløsing var ikke like utfordrende som først antatt, derfor ble det kun brukt et fremtidig tilstandskart av forskerne for å kunne rangere hvor det var størst potensiale for reduksjon av sløsing.

5.2. Forsøk 2

Resultatene fra Forsøk 2 blir presentert nedenfor, der funnene blir presentert i rekkefølgen oppgaven ble gjennomført.

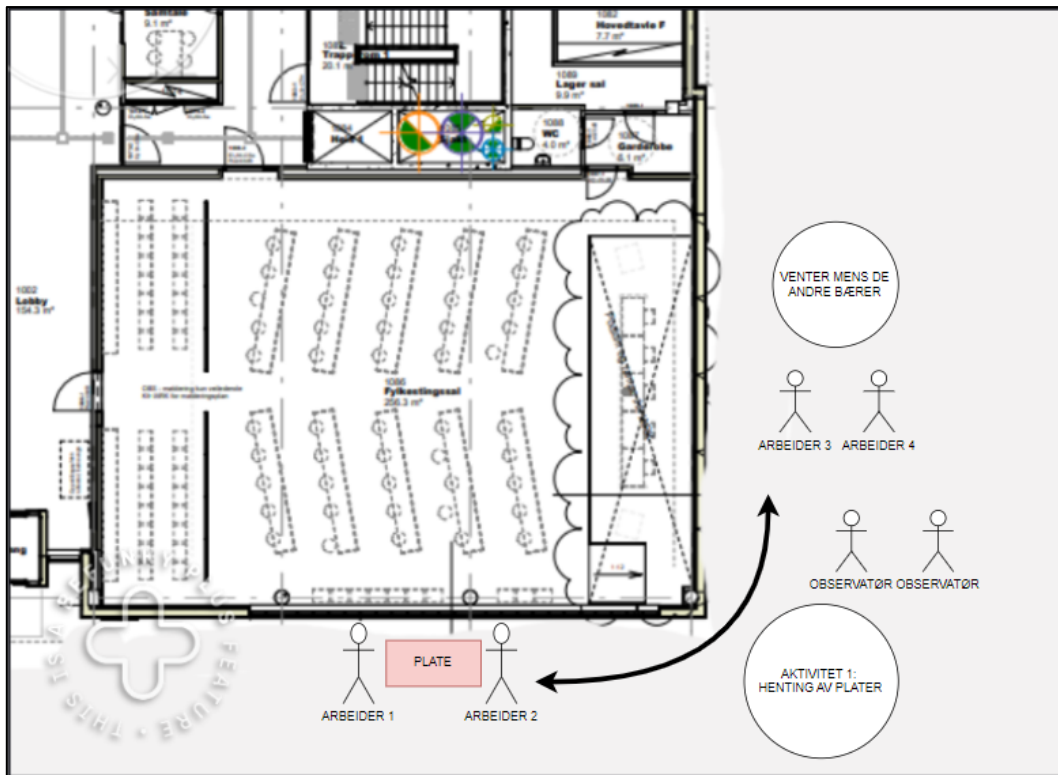
5.2.1. Observasjon og målinger av nåværende tilstand

Før observasjonen og målingene ble gjennomført introduserte forskerne seg selv til arbeidslaget på fire som skulle montere fasadeplatene. Til tross for at arbeidslaget besto eksklusivt av utenlandske arbeidere, var språkkunnskapene gode nok til at kommunikasjonen enkelt kunne foregå på engelsk. Etter en introduksjon av oss selv og en hilserunde med litt småprat, ble det fort en god relasjon mellom forskerne og arbeidslaget, og det var positive holdninger da de forklarte hva de ønsket å gjennomføre i oppgaven. Selv om arbeiderne hadde montert fasadeplater tidligere, var det mer enn tre år siden sist og det var ingen erfaring med nøyaktig disse platene. På grunn av dette hadde arbeidslaget allerede hatt et møte med BAS angående monteringsanvisningen til platene, i tillegg hadde det blitt rigget klart til å begynne produksjonen. Det hadde blitt satt opp et telt og en provisorisk benk der platene skulle forbores som vist i Figur 5-10. Denne riggen ble plassert ute i tilstrekkelig nærhet til produksjonen, og trolig som et støvreduserende tiltak grunnet mye støv fra forboring i steinplater.

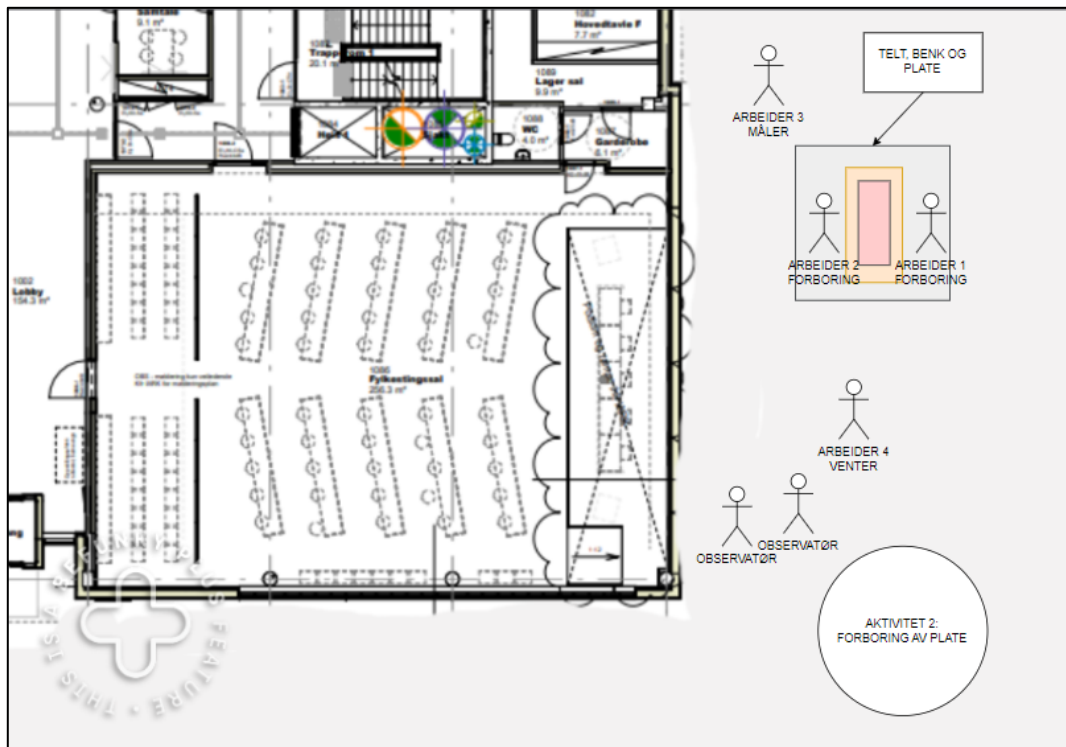


Figur 5-10 Lokasjon til plateproduksjon

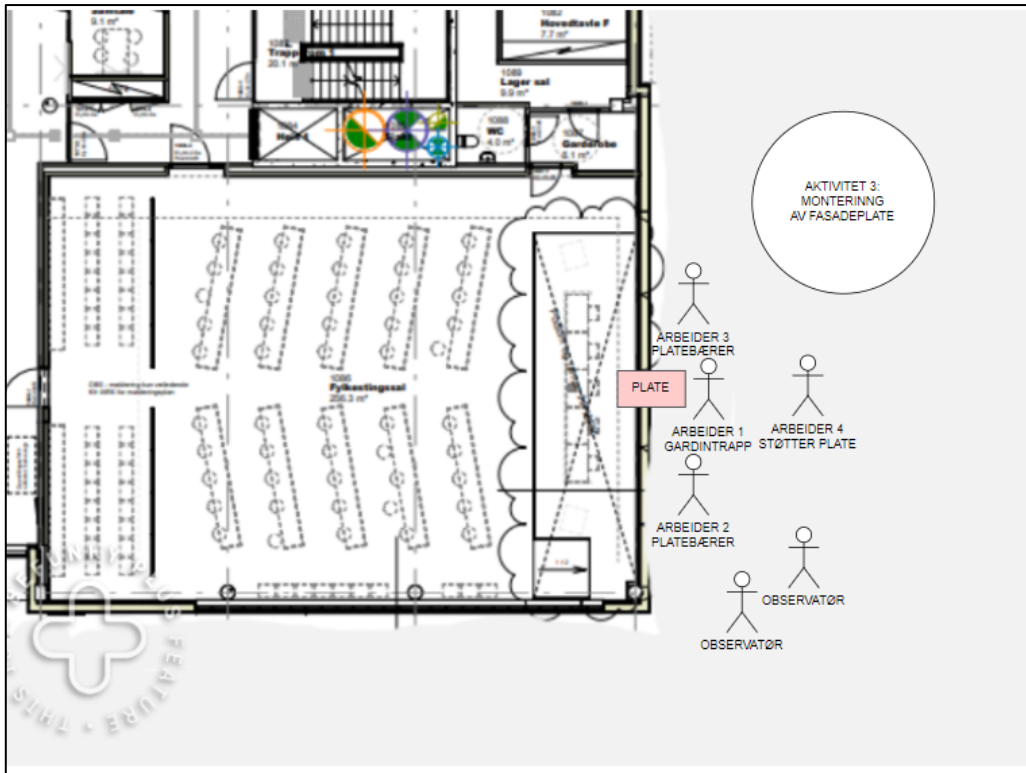
Produksjonen til fasadeplatene ble delt opp i tre hovedaktiviteter: Henting av plate som illustrert i Figur 5-11, forboring av plate som illustrert i Figur 5-12 og ferdig plate på vegg som illustrert i Figur 5-13. Under observasjonen ble det tatt tider med stoppeklokke for å finne tidene til alle hovedaktivitetene. Henting av plate var først ferdig i det platen ble lagt på benken og klar til forboring. I det platen var ferdig boret og ble løftet opp, startet tiden for ferdig plate på vegg. Videre varte denne aktiviteten helt til den siste skruen var festet i platen, og henting av plate begynte igjen. Dette ble gjort under hele produksjonstiden og ble kun stoppet to under spisepausene til håndverkerne. Tidene for aktivitetene er oppsummert i Figur 5-14.



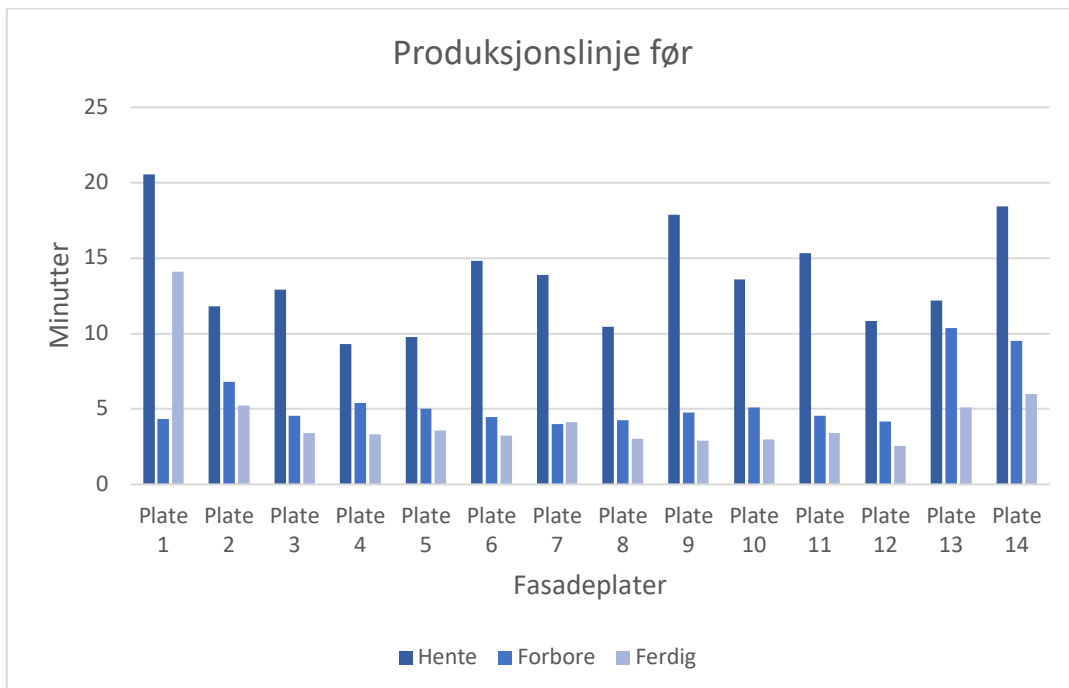
Figur 5-11 Aktivitet 1



Figur 5-12 Aktivitet 2



Figur 5-13 Aktivitet 3



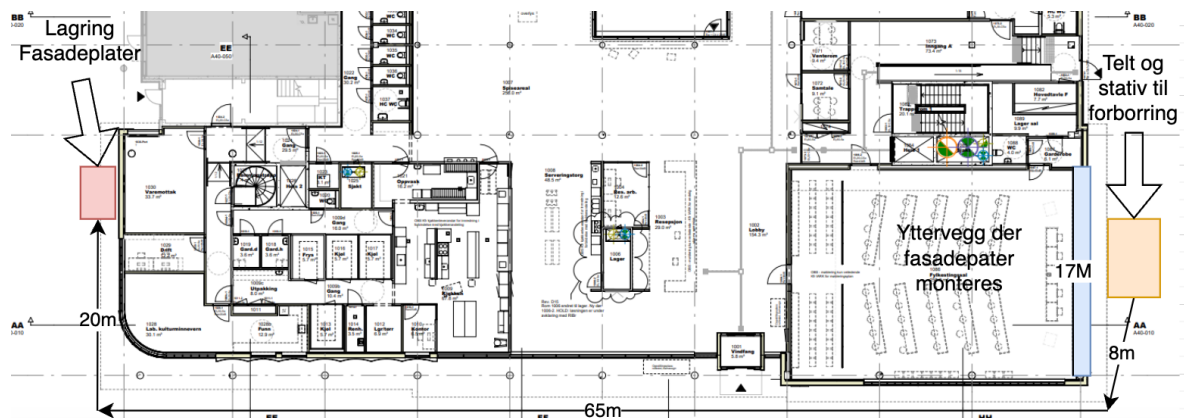
Figur 5-14 Produksjonslinje før

Figur 5-15 illustrerer produksjonstiden på hver plate, der summen av alle plater ender på 5.5 timer og en snitt tid på 23.7 minutter per plate.



Figur 5-15 Produksjonstid per plate før innføring av prinsipper

I tillegg til tidtaking ble det sett hvilke typer sløsing som var til stedet under hele produksjonen. Under henting av platene ble det observert at to av håndverkerne gikk over 180m for å hente platene på andre siden av bygget som vist i Figur 5-16 og Figur 5-17. Dette tilsvarte 360m over to håndverkere per plate.



Figur 5-16 Oversikt over avstander fra lagring av plater til monteringsplass



Figur 5-17 Bæring av plater

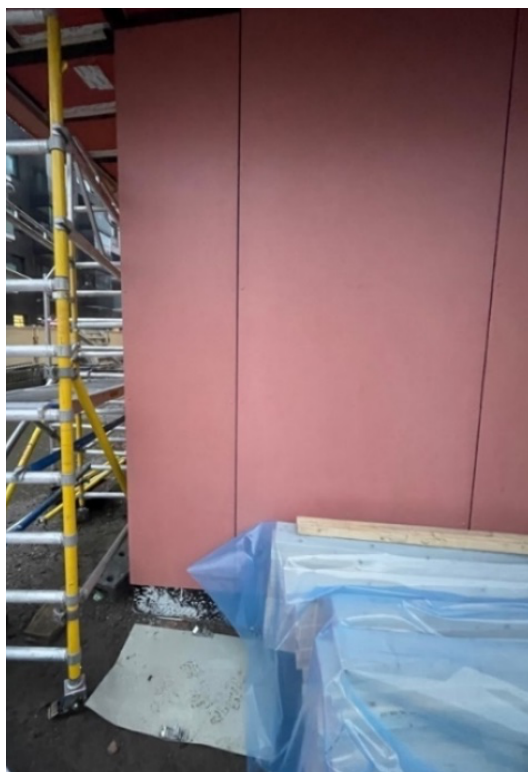
Samtidig som to av håndverkerne hentet ny plate til produksjonen, sto de to andre igjen og ventet til platen ble lagt på benken klar til forboring. Denne tiden med venting ga ingen verdi til produksjonen.

Under den andre hovedaktiviteten, forboring av plate, ble det observert at de brukte to egenproduserte maler som vist i Figur 5-18. Disse var ferdig boret med 60 cm mellom hver skrue vertikalt og var tilpasset slik at den horisontale avstanden fra sidene var riktige. Det var laget en mal til hver av sidene, men skruene i midten av platen ble målt opp manuelt før boring. Malene og drillen brukt til forboring ble plassert på ulike steder etter hver plate var ferdig.



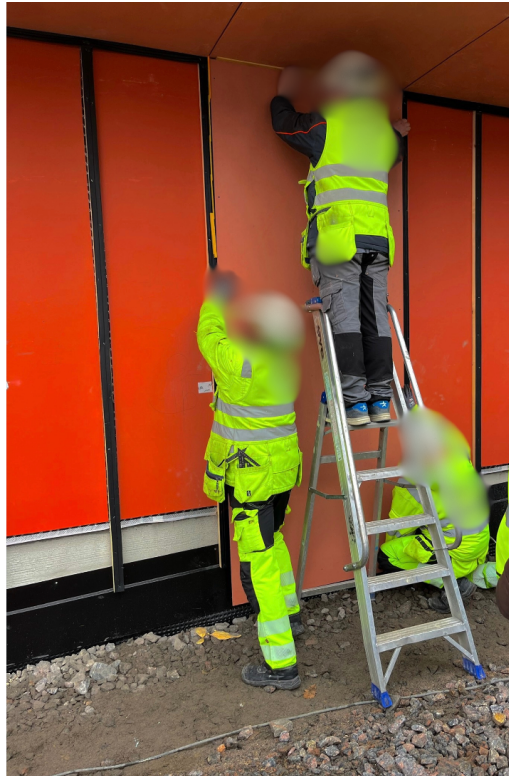
Figur 5-18 Mal til forboring

Samtidig som to av håndverkerne gjennomførte forboringen av platene, klargjorde de to andre utsyr og plassen der platen skulle monteres. Denne oppgaven krevde ikke mer enn et par minutter som igjen resulterte i at to av håndverkerne ventet. På grunn av at platene ble montert fra midten av veggen og utover mot sidene, måtte de to siste platene bli kuttet og tilpasset som vist i Figur 5-19. Den ekstra tiden som oppsto på grunn av denne tilpasningen ble ført under forboring av plate.



Figur 5-19 Tilpasset plate på enden

Under monteringen av platene løftet to av håndverkene opp platen, samtidig var en stående i en gardintrapp og sikret at det var riktig høyde mellom vegg og himling som vist i Figur 5-20. Den siste håndverkeren var med å løfte å tilpasse platen til veggen. Den vertikale glipen mellom platene ble for stor i noen av tilfellene, der det ikke ble oppdaget før i ettertid. Dette resulterte i at det gikk tid til feilretting der platen måtte skrues ut og løftes igjen. Det samme gjaldt for høyden, da det var problemer med å løfte opp platen til riktig høyde på grunn av vekten til platen.



Figur 5-20 Montering av plate

Platene som ble montert ble ikke kuttet i riktig høyde før montering som vist i Figur 5-21, som resulterte i at håndverkerne måtte tilbake å kutte disse etter de var ferdige med hele veggen.



Figur 5-21 Monterte plater før kutting

Etter endt produksjon oppsto den største kilden til sløsing i produksjonen, da prosjektlederen skulle sjekke arbeidet som var gjort. Det var prosjektert skruvavstand på 40cm, ikke 60cm som allerede hadde blitt utført. I tillegg var glipen mellom vegg og himling 8mm som vist i Figur 5-22, ifølge monteringsanvisning skulle denne være 4mm. Selv om dette kunne blitt løst ved å skru ut platene, deretter forbore hver 30cm og heve de 4mm ekstra før de skrues på nytt igjen, ønsket ikke byggherre dette. Prosjektlederen ga føringer til håndverkerne at platene måtte rives og kastes før de måtte montere opp nye plater.



Figur 5-22 For stor glippe mellom vegg og himling

Før produksjonen startet var avstanden mellom vegg og himling tegnet på gipsen som platene skulle dekke som vist i Figur 5-23. Dette var fra en BAS i samme firma som hadde mistolket monteringsanvisningen.



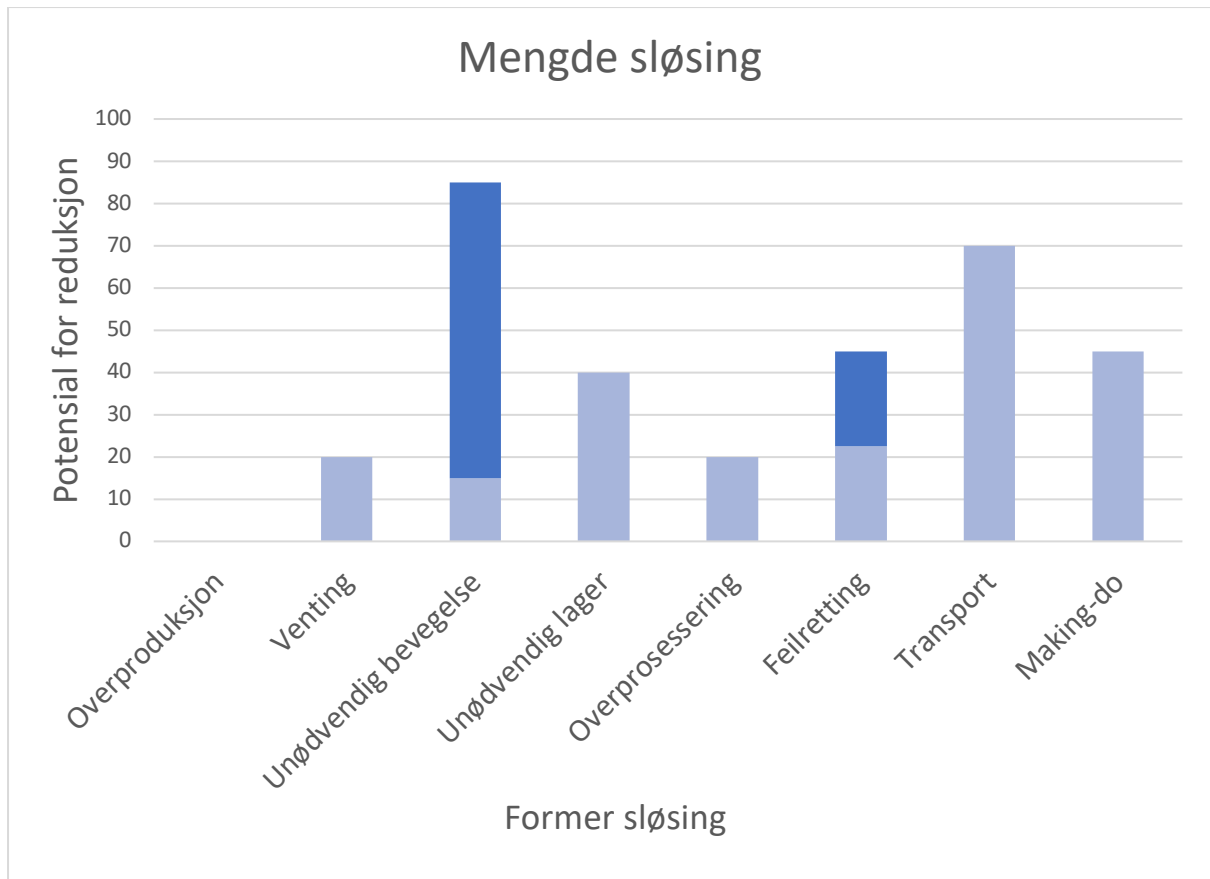
Figur 5-23 Illustrasjon tegnet på gips av glipen mellom vegg og himling

5.2.2. Valg av guidende prinsipper

Etter observasjonen av produksjonen, ble alle former for sløsing kategorisert ut ifra Ohno sin syv former for sløsing og making-do som vist i Tabell 5-5 og Figur 5-24. Sløsing av transport i figuren er basert på hvor materialene ble levert langt unna produksjonen. Det skulle ikke bli levert flere plater, så denne var det ikke mulig å redusere. Videre blir sløsing rangert som forklart i kapittel 3.3.

Tabell 5-5 Oversikt over observert sløsing i produksjonen

| TYPE SLØSING | OBSERVERT SLØSING |
|----------------------|---|
| Overproduksjon | Ingen observert sløsing |
| Venting | Aktiviteter krever mindre bemanning enn det som er satt opp, noe som resulterer i at det alltid er en som venter |
| Transport | Platene ble levert for langt unna produksjon |
| Overprosessering | For mange håndverkere sørger for flere ressurser enn nødvendig |
| Unødvendig lager | Alle platene ble levert samtidig, som brukte mye plass på rigg |
| Unødvendig bevegelse | <ol style="list-style-type: none"> 1. Hente plater langt fra produksjon, som skaper unødvendig bevegelse av materiale og personell 2. Håndverktøy legges overalt, som fører til unødvendig bevegelse ved leting |
| Feilretting | <ol style="list-style-type: none"> 1. Feil avstand mellom skruer vertikalt 2. Feil avstand på vertikal glipe sørger for aktivitet må gjenntas |
| Making-do | Startet produksjon uten å være sikker på skrueravstand |



Figur 5-24 Mengde sløsing observert

Ut ifra alle formene for sløsing som ble observert i produksjonen ble det laget to guidende prinsipper ut ifra formene for sløsing med størst potensiale for reduksjon. Basert på observasjoner var unødvendig bevegelse og feilretting det som hadde størst potensial til forbedring, dermed ble det formulert følgende guidende prinsipper som presentert i Tabell 5-6.

Tabell 5-6 Utvalgte guidende prinsipper for å redusere sløsing

| TYPE SLØSING | GUIDENDE PRINSIPPER |
|----------------------|--|
| Feilretting | Utfør hver operasjon riktig og med oppmerksomhet på kvalitet |
| Unødvendig bevegelse | Reduser din egen bevegelse |

Med disse guidende prinsippene var ønske at håndverkerne skulle se hvilken sløsing det var i sin egen produksjon og finne egne løsninger til å redusere dette. Selv om observatørene hadde egne tanker om hvilke løsninger som kunne bli utført for å redusere sløsing, ble ikke dette formidlet til håndverkerne.

5.2.3. Innføring av guidende prinsipper

Det ble gjennomført et møte før produksjonen begynte, der alle fire håndverkerne og begge forskerne var til stedet. Dette startet med en forklaring på hva oppgaven ønsket å oppnå og hva som var ønsket av håndverkerne. Da det ble forklart hvordan oppgaven betraktet sløsing i produksjonen, kom det noen kommentarer fra håndverkerne som indikerte at forskerne var der for å få dem til å jobbe hardere med mindre pause. Disse kommentarene ble levert med en positiv tone og med et glimt i øye. Her ble det forklart at mindre sløsing ikke nødvendigvis var mindre pauser eller hardere arbeid, men heller hvordan man kan gjøre endringer for å bli kvitt aktiviteter som ikke gir noen verdi til produktet de skulle levere. Det ble en positiv respons på dette, og forskerne antok det var forstått. Deretter ble prinsipper introdusert til gruppen som en overgang mellom teori og praksis. En av håndverkerne kom med et utsagn som ikke var helt riktig, men forskerne antok det kunne oversettes til den gyldne regel: «man skal behandle andre slik man selv ønsker å bli behandlet». Dette ble bygd videre på av forskerne og med forklaringer hvordan dette kan overføres til praksis. Deretter ble de guidende prinsippene videreformidlet sammen med forklaringer på hvordan disse prinsippene kan overføres til praksis. Og hvordan prinsippledelse kan få friheter å finne egne løsninger for håndverkerne.

Etter det var trolig at håndverkerne hadde forstått hensikten, ble de utfordret med prinsippet «reduser din egen bevegelse». Etter litt tenking og snakking imellom dem sa en av håndverkerne at han var lei av å løfte platen fra andre siden av bygget. Det ble etter hvert ringt etter en gaffeltruck for å hente platene og legge dem nærmere produksjonen som vist i Figur 5-25 og Figur 5-26.



Figur 5-25 Håndverkerne venter på gaffeltruck

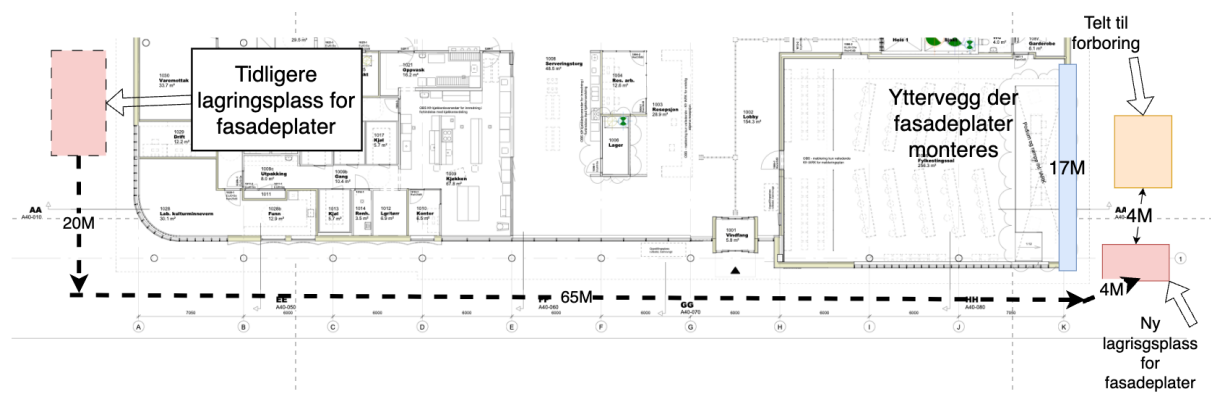


Figur 5-26 Fasadeplater fraktet med gaffeltruck

Ved å flytte fasadeplatene nærmere produksjonen ble avstanden for å hente en fasadeplate redusert med 356 meter som vist i regnestykket nedenfor.

$$(2 * 2(20 + 65 + 4 + 4)) - (2 * 2(4)) = 356 \text{ meter}$$

Forskjellen mellom avstandene fra fasadeplater til produksjonen er også illustrert i Figur 5-27.



Figur 5-27 Avstander mellom fasadeplater og produksjonen før og etter flytting

Forskerne lot det gå litt tid etter platene var flyttet og produksjonen var i gang før håndverkerne ble utfordret med samme prinsipp igjen. Det kom et forslag om å flytte platene enda nærmere, men som ikke var mulig på grunn av riggplassen. Etter dette hadde ingen av håndverkerne noen flere ideer om hvordan de kunne redusere sin egen bevegelse. Før produksjonen ble satt i gang igjen, fikk de instruksjoner om å se etter løsninger som kunne redusere bevegelsen deres.

Forskerne så fortsatt at det var sløsing i bevegelse der man måtte ned fra stige for å hente flere skruer, og verktøy som ble lagt fra seg og måtte hentes igjen. Det ble gjennomført enda en iterasjon på prinsippet, men forskerne forsto fort at håndverkerne ble frustrert da de ikke fant flere løsninger.

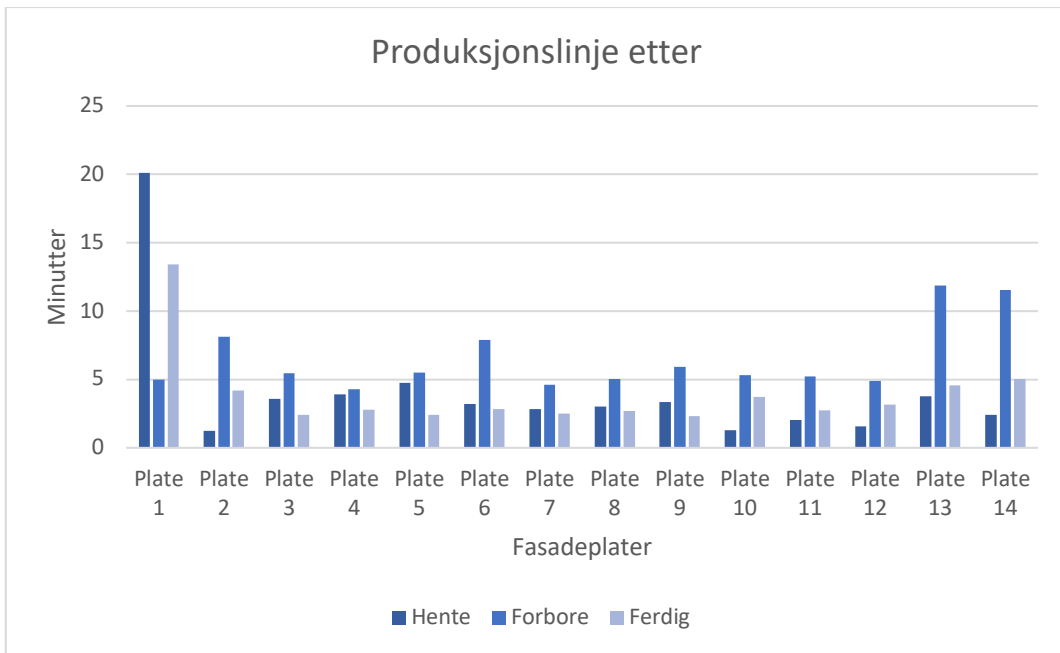
Etter at det ble observert at håndverkerne ikke så flere løsninger ble de utfordret med et annet guidende prinsipp utformet fra sløsing med feilretting. Her ble det omformulerte guidende prinsippet «utfør hver operasjon riktig og med oppmerksomhet på kvalitet». En av håndverkerne kommenterte at de i alle fall ikke skulle bruke 60mm mellom skruene igjen. Det guidende prinsippet ble forklart og det virket som om håndverkerne så at det var under løfting og montering av plater det var skjedd mest feil. Det ble foreslått og forsøkt flere løsninger på hvordan de skulle holde på plass platen. Etter det hadde gått et par minutter tok en av håndverkerne en fot til bygg gjerdet og en 98x48 planke og laget en jekkekonstruksjon som illustrert i Figur 5-28. Dette sørget for at det ble enklere å holde

platen i riktig posisjon i det den ble skrudd fast, som igjen bidro til å minimere feilretting for å få riktig glipe mellom platene. Det ble gjennomført enda en iterasjon på det guidende prinsippet, men håndverkerne kunne ikke se flere løsninger. Platene var ikke ferdig kuttet i riktig høyde som gjorde at de måtte tilbake å kutte i riktig høyde i ettertid. Forskerne forsøkte enda en iterasjon i håp om at håndverkerne skulle forstå dette, men det endte ikke med flere løsninger.

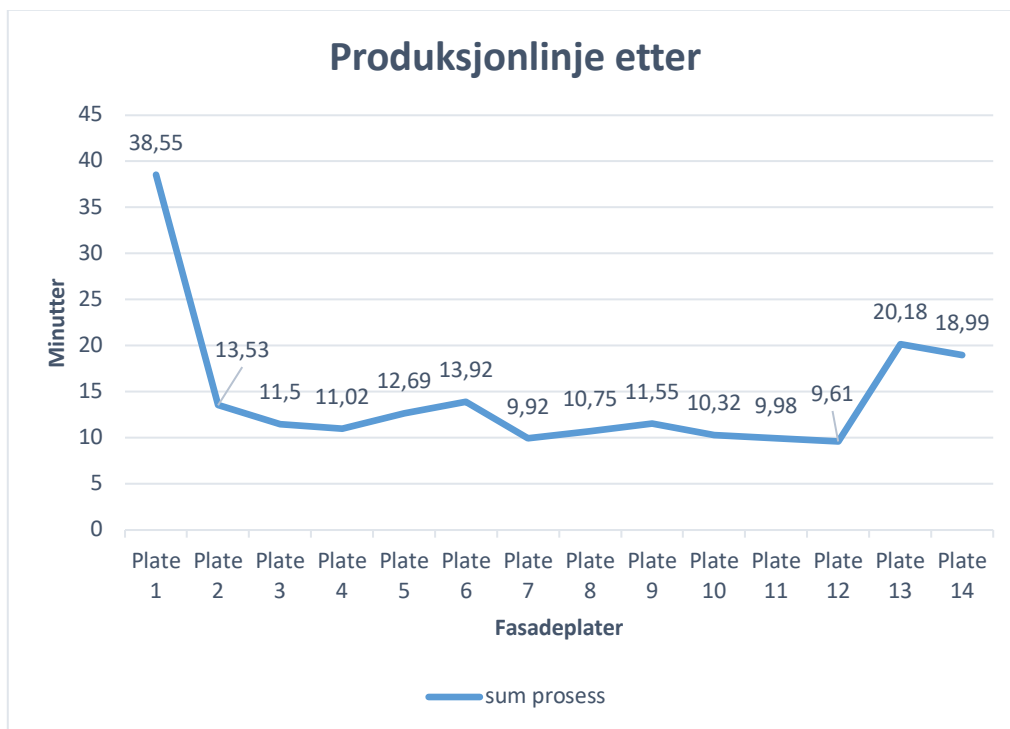


Figur 5-28 Jekkekonstruksjon

Tiden brukt på hver aktivitet per plate underveis og etter de guidende prinsippene var blitt innført er presentert i Figur 5-29 og Figur 5-30 og var til sammen 3.4 timer, og en snitt tid på 14.5 minutter per fasadeplate.



Figur 5-29 Produksjonslinje etter



Figur 5-30 Produksjonslinje etter

6. Diskusjon

I dette kapittelet blir resultater fra Forsøk 1 og Forsøk 2 diskutert der teori og tidligere forskning blir sammenlignet med resultatene. Diskusjonen vil omhandle utfordringer og erfaringer, samt tanker og refleksjoner av hvilken grad de guidende prinsippene bidro til resultatet. Tilleggsteorien som ble innhentet etter endring i metode blir diskutert opp mot funnene i Forsøk 2 og tidligere forskning, og blir sammenlignet for å forklare disse funnene. Videre skal diskusjonen få frem all nyttig informasjon som skal danne grunnlaget for et svar til forskningsspørsmålet i konklusjonen.

Hvordan kan guidende prinsipper redusere håndverkernes sløsing i sin egen produksjon?

6.1. Utfordringer

Allerede to uker etter oppstart på oppgaven oppsto det utfordringer. Endring av rekkefølger på planlagte aktiviteter resulterte i at oppgaven måtte tilpasse seg fremdriften til prosjektet, noe som ikke alltid passet med tidsrommet oppgaven hadde. Resultatet av dette ble at det som egentlig skulle være et større forsøk, ble til to. Oppgaven fikk tidlig oppleve hvor unik byggeproduksjoner er, der fremdriften kan bli endret og alle i den temporære organisasjonen må tilpasse seg (Ballard & Howell, 1998). Til tross for utfordringer, sørget Forsøk 1 for verdifulle erfaring som ble bygget på i Forsøk 2 som blir diskutert senere. Disse utfordringene sørget også for at prosjektdeltakerne måtte finne nye løsninger for å tilpasse seg produksjonen både med tanke på bemanning og levering av materialer. Denne egenskapen ble verdsatt av andre deltakere på byggeplassen og er i tråd med nyere argumenter angående making-do og dens tilknytning til sløsing (Bølviken et al., 2014).

6.2. Forsøk 1

Selv om Forsøk 1 ikke gikk som forskerne hadde forventet, ga den tydelige indikasjoner på hvilke utfordringer som kan oppstå på byggeplass. Endringene i designet på spilehimlingen, sørget for at produksjonen måtte innføre en «nødløsning» for å opprettholde fremdriftsplanen til byggeledelsen. Forskerne fikk dermed se med egne øyne hvordan making-do i designfasen blir videreført ned til produksjonen som må løse problemene

(Koskela, 2004). Til tross for at nødløsningene som ble gjort av produksjonen for å opprettholde fremgang ble satt pris på av byggeledelsen, sørget disse løsningene til videre sløsing i produksjonen da man måtte montere alle spileelementene med feil skruer, før de i senere tid måtte bli byttet ut. Omfanget av hvordan making-do bidro til videre sløsing samsvarer med argumentene som fremmer making-do en av de primære formene for sløsing i byggebransjen (Koskela et al., 2013). Denne formen for sløsing hadde forskerne ingen eller liten mulighet til å påvirke med guidende prinsipper, da håndverkerne ikke hadde mulighet til å påvirke dette selv.

Overbemanningen kan antydes å være grunnen til at det til enhver tid var to personer som ga svært liten verdi til produksjonen. Til tross for at dette er en form for sløsing uansett hvilket syn man har på kostnader, hadde dette blitt en større prioritering ved forming av de guidende prinsippene dersom oppgaven hadde hatt et netto syn på verdi (Bølviken et al., 2014). Da denne oppgaven ser på brutto-verdi, vil ikke kostnadene for å ha håndverkerne i jobb bidra til at verdien på produktet reduseres.

Omfanget av verdistrømanalysen ble redusert til å bruke det fremtidige tilstandskartet ved observasjon av sløsing i produksjonen. Selv om det var planlagt et større omfang av verdistrømanalysen, var det viktig at målet forble det samme (Bicheno & Holweg, 2016), å bruke det som et verktøy for å identifisere sløsing. Tidlige observasjoner i produksjonen viste at det ikke var like utfordrende å identifisere sløsing som antatt, som var grunnen for det reduserte omfanget.

Selv om det var flere aktiviteter i produksjonen som ble rangert som verdiskapende aktiviteter, var det under monteringen av elementene til himlingen det oppsto en flaskehals i produksjonen. Sammensettingen av spileelementene, som også ble sett på som en verdiskapende aktivitet, hadde opparbeidet seg en buffer i form av et lager, som resulterte i at monteringen av elementene var den største hindringen av fremdrift i produksjonen (Anand, 2023). Av den grunn ble det guidende prinsippet formulert og utvalgt fra Ohno sin liste over former for sløsing basert på sløsing under monteringen av spilelementer (Ohno, 1988).

Til tross for at forskerne så åpenbare tiltak for å redusere sløsing under denne aktiviteten, ble det ikke gjort noen endringer i produksjonen etter det guidende prinsippet ble innført og forklart. Siden informasjonen ble oversatt til håndverkerne igjennom BAS, kan det være mulig at grunnen til at ikke det skjedde noen endringer var at intensjonen med oppgaven ble misforstått under oversetting. Etter tre forsøk på å formidle meningen med prinsippene og hvordan de kunne redusere sløsing, ble det gitt konkrete eksempler for endringen i produksjonen. Til tross for at målet for oppgaven var at prinsippene skulle legge til rette for at håndverkerne skulle se disse løsningene selv, var håpet at en detaljert beskrivelse av hvordan de kunne endre produksjonen ville etablere en bedre forståelse av prinsippet og hvordan det kan redusere sløsing. Basert på responsen fra dette, var forskernes tolkning av kroppsspråket til håndverkerne at de ønsket å være delaktig i prosjektet, men manglet forståelse av hva forskerne ønsket å oppnå. Dette ble mer tydelig da det virket som om de ventet på å få flere føringer på hva de skulle endre. Dette kan tyde på at de forsto prinsippene som regler, og ikke at de skulle fungere som en veiledning til handling (Skaar et al., 2020). De detaljerte beskrivelsene som til slutt måtte bli gitt, sørget for at det ikke lenger var prinsippledelse (Covey & Gullledge, 1992).

Resultatene etter innføringen av det guidende prinsippet vil derfor ikke kunne sies å komme ut ifra det guidende prinsippet. Det er heller ikke sikkert det kommer fra de konkrete endringene i produksjonen som ble gjort av forskerne, da det er flere faktorer som kunne ha påvirket resultatet. Til tross for at resultatet viser en økning av antall ferdig monterte spilelementer under målinger, er det for lite målinger til å kunne påpeke om endringene som ble gjort hadde en effekt på produksjonen, som kan bety at det var tilfeldigheter som førte til resultatet (Ramani & Ksd, 2021).

Til tross for at det hadde vært enklere for håndverkerne å få en bedre forståelse av sløsing og prinsipper om språk ikke var en utfordring, kan det være faktorer som kultur, motivasjon og makt og tillit. Forskerne antok basert på observasjoner og samtaler at språket var den største utfordringen, og er klar over de andre faktorene, men avgrenser de i oppgaven. Prosjektlederen for entreprenøren hadde snakket med BAS som viderefremidlet at to studenter skulle styre produksjonen de nærmeste dagene. Dette kan ha bidratt til å at maktbalansen mellom forskerne og håndverkerne bidro til en misforståelse rundt hva som

var ønskelig å oppnå i oppgaven (Sørhaug, 1996). Istedenfor å føle friheten til å gjøre egne endringer i produksjonen slik oppgaven ønsket, kan denne videreformidling gitt inntrykk til håndverkerne at forskerne skulle gjøre konkrete endringer i produksjonen. Uten å kunne kommunisere direkte med håndverkerne var det vanskelig å forstå hvordan de så på situasjonen.

6.3. Forsøk 2

Til tross for at forskerne hadde fått tildelt en form for makt over håndverkerne av prosjektlederen i begge forsøkene, var inntrykket at forholdet var mer tillitsbasert enn i Forsøk 1. Introduksjon og navnerunde før oppstart av produksjonen kan ha resultert i denne endringen av maktbalansen mellom forsøkene (Sørhaug, 1996).

Basert på samtalene med håndverkerne fikk forskerne et inntrykk av at håndverkerne sitt syn på sløsing ikke var det samme som forskernes. Det virket som om å løfte plater fra den ene siden av bygget til den andre ikke var sløsing, men heller hardt arbeid. Istedenfor å kategorisere aktivitetene inn i verdiskapende- og ikke verdiskapende (Womack & Jones, 1997), forsto de sløsing som jobbing eller ikke jobbing. For å videre bygge tillit med håndverkerne og i tillegg sørge for at det ble en forståelse av sløsing, ble det formidlet at å redusere sløsing ikke handler om å jobbe mest mulig, men heller tilrettelegge arbeide slik at man kunne gjøre mest mulig av de verdiskapende aktivitetene.

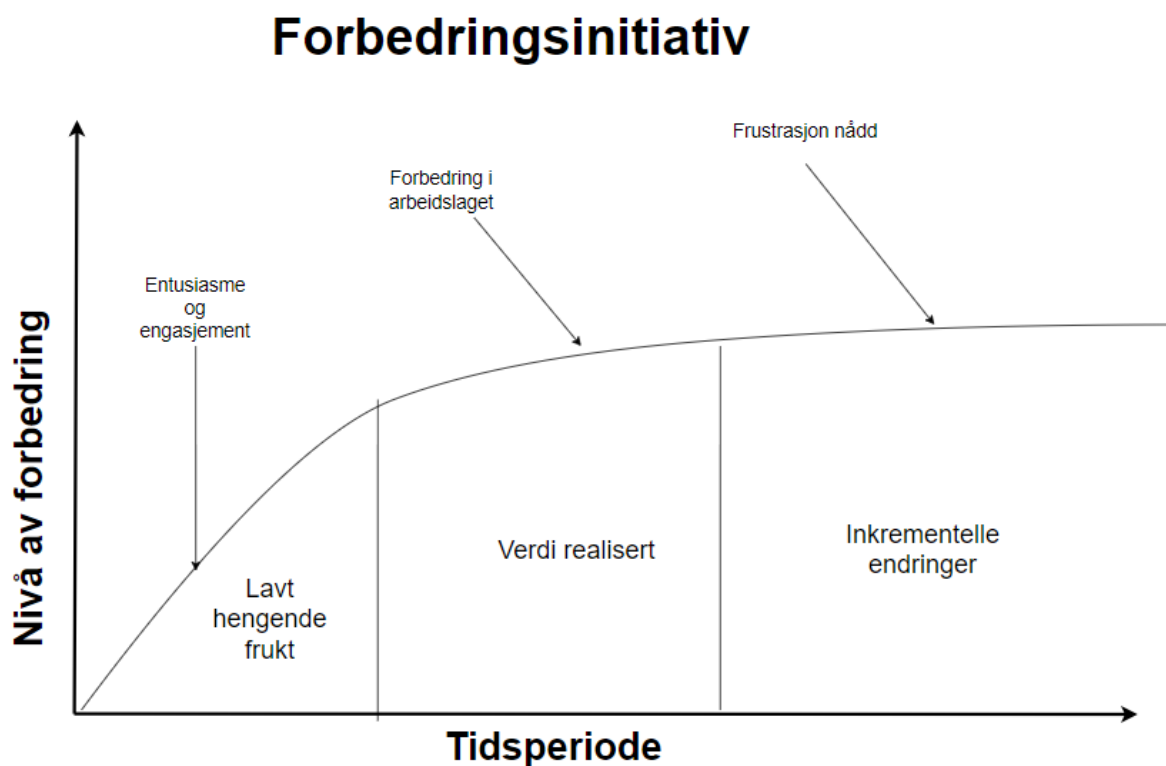
Omarbeidet resulterte i at forskerne kunne observere den samme produksjonen både før og etter innføringen av de guidende prinsippene. Til tross for at tiden håndverkerne brukte på å montere fasadeplatene ble redusert med 2,1 timer etter innføring av prinsipper, kan det være andre faktorer som har bidratt til dette resultatet. Håndverkerne kan ha hatt en naturlig læringskurve ved å montere de samme platene (Ritter & Schooler., 2001), som kan ha bidratt til å redusere tiden i monteringen. I tillegg kan håndverkerne følt et press fra ledelsen på grunn av omarbeidet, som har ført til økt effektivitet i produksjonen.

Selv om flyttingen av platene nærmere produksjonen kan virke som en åpenbar løsning, ble ikke dette gjort før innføringen av «reduser din egen bevegelse». Dette kan antyde at det

var det guidende prinsippet som sørget for denne reduksjonen av sløsing. På den andre siden kan det argumenteres at dette var en åpenbar løsning som enkelt kunne blitt sett av BAS eller prosjektleder som kunne gjort tiltak for dette. Begge disse rollene så en plate bli løftet fra andre siden av bygget tidlig i produksjonen den første dagen, og det er usikkert om de ikke så potensiale med å flytte platene eller om de ikke ønsket å blande seg inn i oppgaven. Ideen for flytting av platene kom uansett fra håndverkerne etter det guidende prinsippet ble innført, som resulterte i 360m i redusert bevegelse per plate. Dette var også den aktiviteten som hadde størst reduksjon av tid. Det var fortsatt sløsing med unødvendig bevegelse i produksjonen etter platene var flyttet, men selv etter håndverkerne ble utfordret gjentatte ganger, ble det ikke flere endringer i produksjonen. Tid og innsats som kunne blitt redusert ved å redusere denne sløsing var betraktelig mindre enn flytting av platene, og heller ikke like åpenbar. Dette kan tyde på at de guidende prinsippene har hjulpet håndverkerne å se sløsing, men ikke helt forstått meningen med dem. Det samme ble observert etter forsøk på flere iterasjoner på det andre guidende prinsippet, der det heller ikke skjedde endringer da håndverkerne ble utfordret flere ganger. Ved innføring av begge de guidende prinsippene ble det gjort endringer i produksjonen som respons til prinsippet. Likheten mellom disse var hvor fort håndverkerne ikke fant flere endringer og løsninger etter de åpenbare løsningene var gjennomført. Dette kan tyde på at de guidende prinsippene har hjulpet håndverkerne å se sløsing, men at ikke prinsippene har blitt en aktiv del av deres tanker som ikke gjør dem til selvstendige drivere av videre forbedring. Dette kan bety at enten håndverkerne trenger mer tid og læring om hvordan de skal bruke prinsippene i sin produksjon, men også at denne formen for prinsippledelse behøver en leder som veileder de gjennom prinsipper.

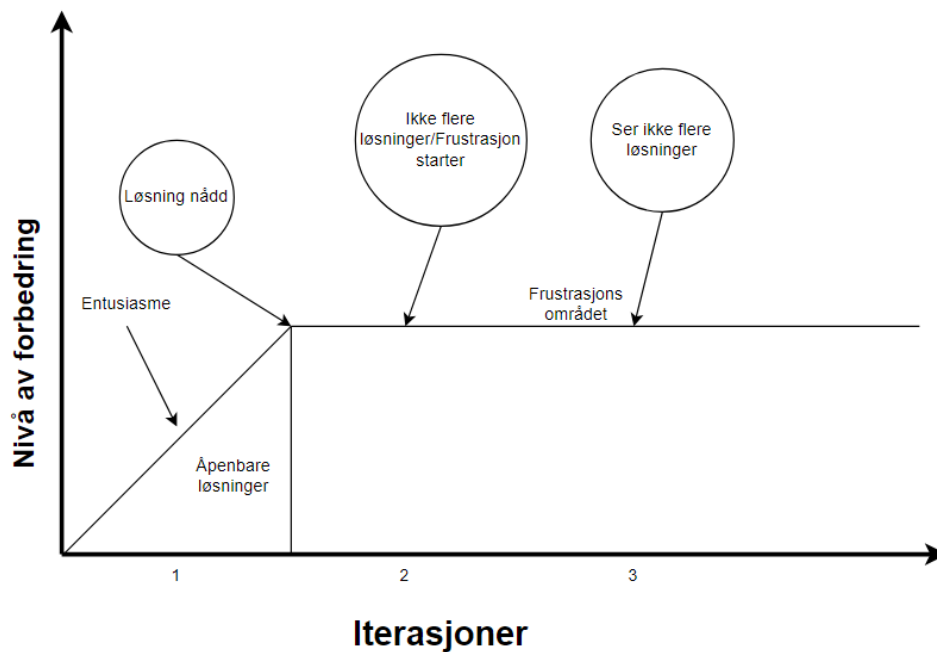
Motstanden som oppsto ved flere iterasjoner av samme guidende prinsipp kan ha likheter til tidligere forskning (Skaar, 2019), som også har brukt omformulerte prinsipper for å utfordre produksjonen til prosjektdeltakere. I motsetning foregikk denne studien over lengre tid med flere deltakere. På bakgrunn av ønske om finne en forklaring på disse funnene, kombinert med at resterende produksjon av fasadeplatene ble utsatt, ønsket forskerne å gå tilbake i teorien for å se om det var noen forklaringer på dette.

En mulig forklaring på dette kan være å se på en tilnærming til forbedringsarbeid som vist i Figur 6-1 (Paris, 2016). Figuren kan anses å være et generelt bilde av hvordan forbedring foregår i praksis og har tydelige overdrivelser for å illustrere de viktige momentene. Likhetene mellom figuren og resultatene i oppgaven er hvordan realiseringen av den «lavt hengende frukten» i figuren sørger for mye forbedring i starten. Funnen i denne oppgaven og tidligere studier, viser også tydelige forbedringer i produksjonen ved starten av innføringen av prinsippet der de åpenbare endringene ble gjennomført. Videre likhet er entusiasmen som oppsto i gruppen da forbedringen ble gjennomført. I kontrast med modellen viste ikke resultatene i oppgaven at det fortsatte med inkrementelle endringer over tid, men at det ikke ble foretatt flere endringer i produksjonen etter de åpenbare endringene ble gjort. En annen motsetning er når frustrasjonen til arbeidslaget inntreffer. Modellen viser til at frustrasjonen i arbeidslaget oppstår etter flere inkrementelle endringer er gjort, mens resultatene i oppgaven viser til at denne frustrasjonen kommer tidlig etter håndverkerne ikke ser flere løsninger på prinsippet mens de fortsatt blir utfordret.



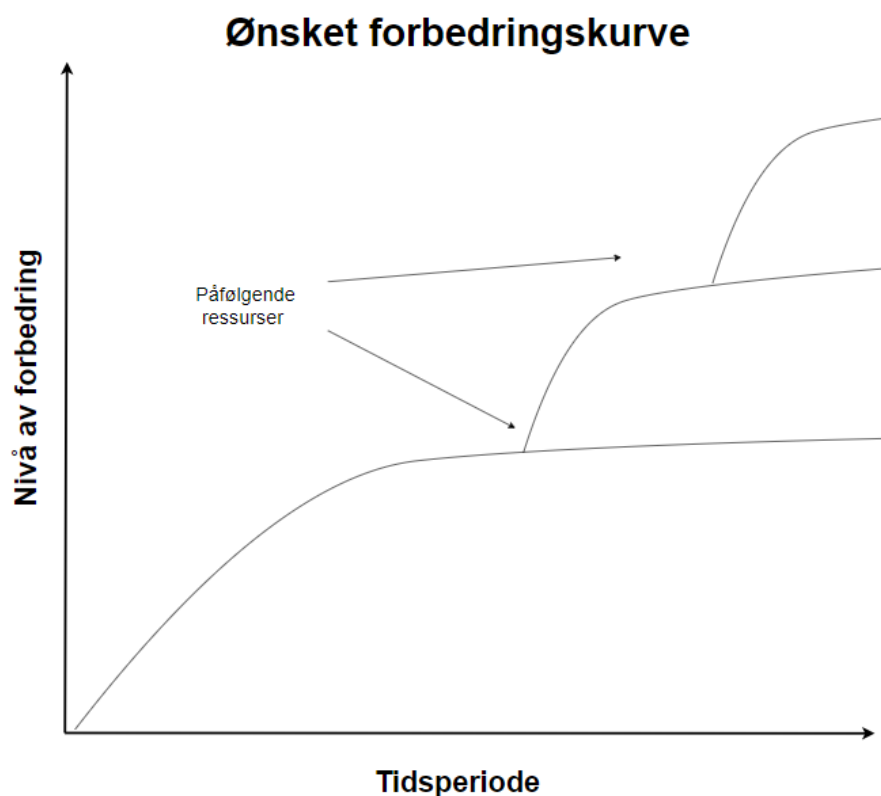
Figur 6-1 Forbedringsmodell

Resultatet fra denne oppgaven er mer lik på modellen i Figur 6-2, som viser til at endringene og forbedringene skjer ved første iterasjon der de åpenbare løsningene blir funnet. Etter de åpenbare løsningene er gjennomført oppstår det frustrasjon på grunn av at ikke håndverkerne ser flere løsninger.



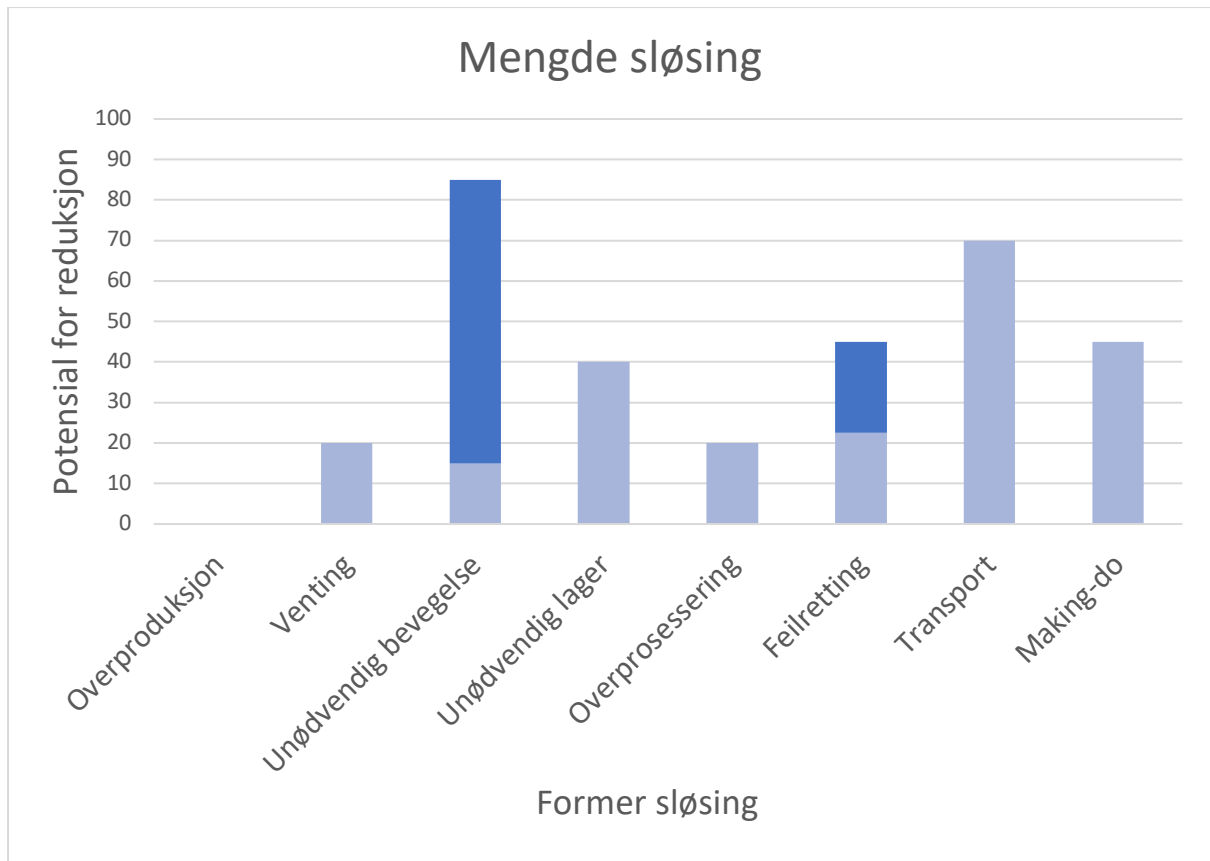
Figur 6-2 Forbedringsmodell fra oppgaven

For å forhindre den manglede veksten etter å ha høstet den «lavt hengende frukten», finnes det en tilnærming til forbedringsarbeid der fremgangsmåten er å legge til påfølgende ressurser (Paris, 2016). Der målet er å kunne gjenskape den samme vekstraten som foregår i starten, men over lengre tid som illustrert i Figur 6-3.



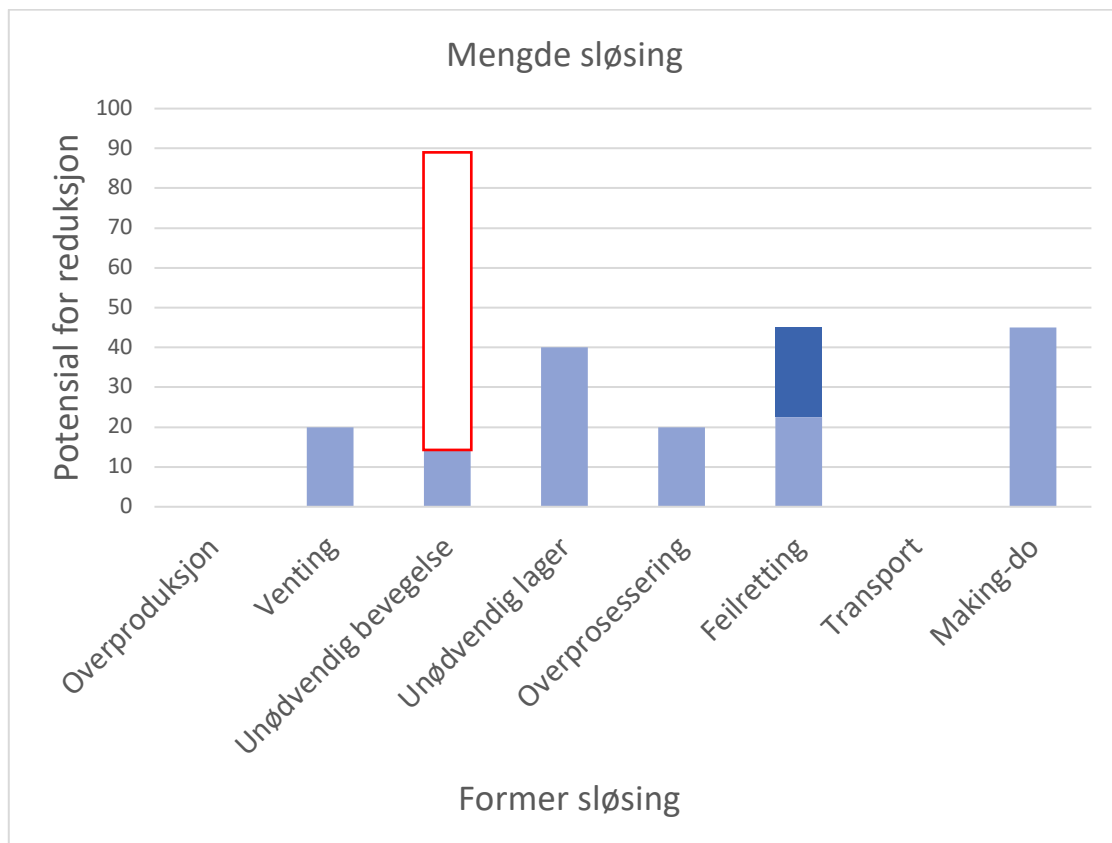
Figur 6-3 Ønsket forbedringskurve (Paris, 2016)

Til tross for at ressursene som tilnærmingen henviser til omhandler penger og arbeidskraft (Paris, 2016), kan det være mulighet for at dette kan overføres til å innføre flere prinsipper etter de åpenbare løsningene er gjennomført. Observasjonene gjort i oppgaven og i tidligere studier styrker denne muligheten (Skaar, 2019). Etter veksten stagnerte etter de åpenbare endringene ble gjort under innføringen av det første guidende prinsippet, skjedde det samme under innføring av det andre prinsippet. Dette kan indikere at det hadde vært hensiktsmessig å innføre et nytt prinsipp i det veksten av forbedring stagnerer, der prinsippet reflekterer hvor i produksjon det er størst potensial for å redusere sløsing. Dette kan illustreres ved å se på Figur 6-4 og Figur 6-5.



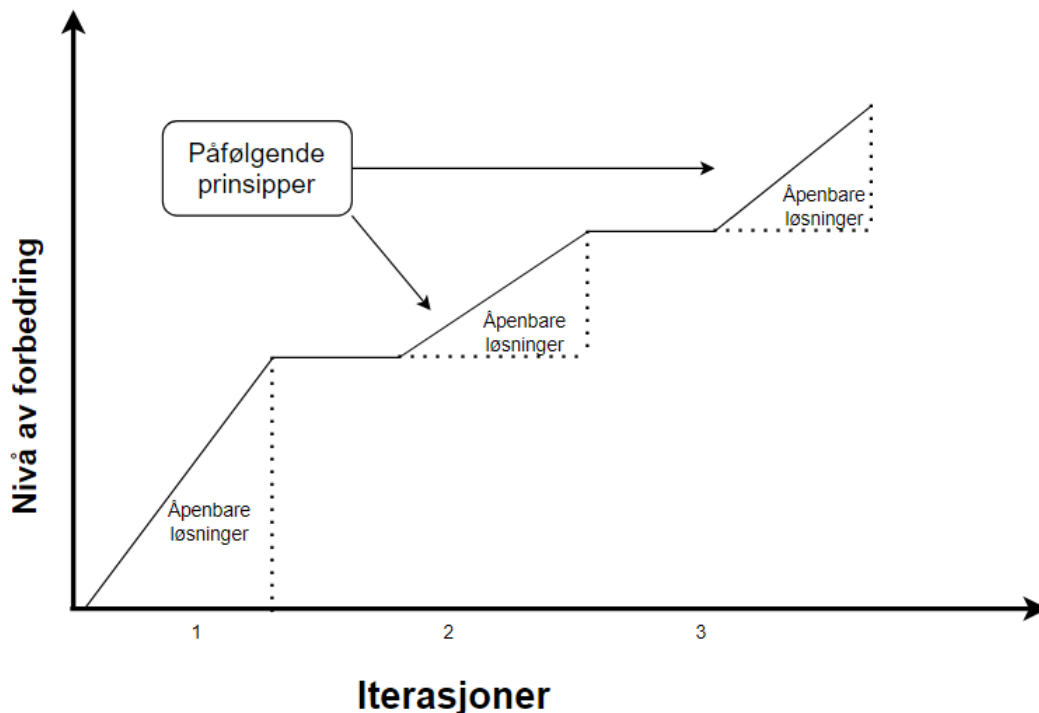
Figur 6-4 Potensiale for reduksjon av sløsing før

Figuren over viser potensiale for reduksjon av sløsing i produksjonen, der det største potensialet er å redusere sløsing av unødvendig bevegelse. Etter det ble innført et guidende prinsipp der platene ble flyttet nærmere produksjonen, ble potensiale for videre reduksjon mindre som illustreres i figuren nedenfor. Det kan da være et forslag å innføre et nytt prinsipp som har som mål å redusere feilretting, som nå har størst potensiale for reduksjon.



Figur 6-5 Potensiale for reduksjon av sløsing etter

Ved å ha denne tilnærmingen til endring basert på prinsipper, kan stagningen stoppes med nye prinsipper som kan bidra til videre forbedring som vist i Figur 6-6. Desto flere endringer som blir gjort, desto mindre potensiale vil neste prinsipp ha. Ved å følge dette kan man i teorien ha fjernet alt av sløsing, men på grunn av unikheten og kompleksiteten i byggebransjen vil nok ikke dette være mulig å fjerne all sløsing i praksis (Ballard & Howell, 1998).



Figur 6-6 Forbedring over tid ved flere prinsipper

Funnene i Forsøk 2 kan antyde at denne tilnærmingen trenger en person til å lede håndverkerne og presentere de guidende prinsippene, da ikke håndverkerne ble selvstendig drivende. Om en leder hadde brukt denne tilnærmingen for prinsippledelse, kan det antas at forståelsen og bruken av prinsippene hadde blitt en større del av tankene til håndverkerne over tid.

Siden omformulerte prinsipper er mer spesifikke enn generelle vil også omfanget av disse bli mer spesifikke (Skaar, 2019). «Skap flyt», som er et generelt Lean begrep, vil alltid ha et potensiale for forbedring. På den andre siden vil «reduser din egen bevegelse» gå tom for potensiale dersom håndverkerne har alt de trenger i produksjonen i umiddelbar nærhet. Det kan derfor antydes at prinsippledelse med omformulerte prinsipper i produksjonslinjer slik som i oppgaven har en satt begrensning, på grunn av begrensningen i de omformulerte prinsippene. Sett i lys av Figur 2-2, kan det antydes at dersom de guidende prinsippene blir for spesifikke vil de bli mer begrenset og situasjonsbestemt, som gjør de mer til verktøy og metoder enn prinsipper.

Kompleksiteten og unike prosjekter i byggebransjen kan også være en grunn til at det er vanskelig for håndverkerne å se nytten av å utfordre det samme guidende prinsippet over lengre tid (Ballard & Howell, 1998). Produksjonen med fasadeplater utgjør kun en brøkdel av operasjonene håndverkerne skal gjennomføre i byggeprosjektet. Det er over tre år siden noen av dem hadde gjennomført denne prosessen, og det er sannsynligvis lenge til neste gang. Tiden de bruker på å tenke over løsninger basert på de guidende prinsippene, i forhold til tiden de bruker på å montere fasadeplatene, kan bidra til at ikke håndverkerne ser nytten av dem. Hadde arbeidslaget bestått av spesialister som kun monterte fasadeplater hver dag ville et par minutter kortere tid i produksjonen hatt betraktelig større betydning. Til tross for dette er det viktig å påpeke at selv om ikke forbedringsarbeid kan kopieres fra en situasjon til en annen (Paris, 2016), er det viktig at man tar med seg gode erfaringer inn i nye prosjekt slik at man ikke starter på bunnen hver gang.

7. Konklusjon

Oppgaven har hatt som mål å finne ut om guidende prinsipper kan ha en innvirkning på sløsing i byggeproduksjon. Ut ifra dette målet ble det formulert følgende forskningsspørsmål:

Hvordan kan guidende prinsipper redusere håndverkernes sløsing i sin egen produksjon?

Forskjellene fra Forsøk 1 til Forsøk 2 kan tyde på at det var språket som sørget for at ikke feltarbeidet kom langt nok til å kunne gi et svar på forskerspørsmålet. Det kan derfor være fordelaktig å kunne kommunisere på samme språk ved prinsippledelse. Til tross for dette, er det mulig at det var flere andre faktorer som gjorde at håndverkerne enten ikke forsto, eller ikke ønsket å bruke de guidende prinsippene. Etersom prinsippledelse ikke ble innført i Forsøk 1, kan ikke resultatet i dette forsøket ha noen betydning for forskerspørsmålet.

Med bakgrunn fra observasjoner og funn kan det indikere at de guidende prinsippene var til hjelp for håndverkerne til å identifisere og redusere sin egen sløsing i produksjonen. I sammenheng kan funnene også indikere at ikke håndverkerne nødvendigvis forstår meningen bak prinsippene, men heller at formuleringen av prinsippene kan ha hjulpet håndverkerne å se hvor i produksjonen de er mest ineffektive. Denne indikasjonen kommer av at endringene som ble gjort i produksjonen skjedde ved den første iterasjonen av prinsippet, der sløsing var enklere å forstå for håndverkerne. De guidende prinsippene ble formulert ut ifra hvor forskerne så størst potensiale for reduksjon av sløsing, som kan ha gjort det åpenbart for håndverkerne hva forskerne tenkte på som sløsing. Dette indikerer også at denne tilnærmingen til prinsippledelse kan kreve en leder som observerer produksjonen og innfører guidende prinsipper til håndverkerne.

Funnen beskriver hvordan den første utfordringen av et guidende prinsipp fører til endringer, men ved videre iterasjoner av samme prinsippet ser ikke håndverkerne flere løsninger. Dette kan sammenlignes med tidligere studier med lignende formål, som indikerer at flere iterasjoner av samme prinsipp ikke fører til flere endringer. En mulig forklaring på disse funnene kan antas å kunne overføres til en teoretisk modell av forbedringsarbeid. Modellen illustrerer at de åpenbare løsningene for å forbedre

produksjonen sørger for mye forbedring i starten av et forbedringsinitiativ, men etter de åpenbare løsningene er gjennomført kreves det mer innsats for mindre forbedring. Det kan da antas at prinsippedelse for produksjon i byggebransjen vil være mer effektivt dersom man utfordrer med et nytt prinsipp etter de åpenbare løsningene er gjennomført i det nåværende prinsippet, og videre formulere guidende prinsipper for den type løsning som har størst potensiale for reduksjon. Det kan også antas at denne type prinsippedelse med omformulerte prinsipper har en mer definert begrensning enn ved bruk av generelle prinsipper.

Forslag til videre forskning

På bakgrunn av rammene til denne oppgaven var det ikke mulighet å gå i dybden på alt. Hadde man hatt tid og mulighet hadde det vært veldig interessant å følge et motivert arbeidslag over flere uker, med mål i å danne en gruppe som bruker formene for sløsing selv og formulerer sine egne prinsipper, slik at de selvstendig driver av å redusere sløsing. På denne måten kunne man sett effekten over lengre tid og over flere produksjoner.

På grunn av observasjoner og spesifikke caser, vil denne oppgaven være kontekstavhengig. Til tross for dette kan det antas at bruk av prinsippledelse kan bidra til å redusere sløsing. Dette kan gi et konkurransefortrinn til alle entreprenører, men videre forskning på prinsippledelse i entreprenørselskap som spesialiserer seg i en eller annen form for utførelse hadde sannsynligvis gitt større utslag over tid. Videre arbeid har et ønske om å utføre testing av Figur 6-6, som er utviklet i denne masteroppgaven. Studien har som formål å undersøke hvordan ledere aktivt kan benytte seg av prinsippledelse ved å introdusere guidende prinsipper og oppnå åpenbare løsninger, slik at håndverkerne kontinuerlig eksponeres for nye guidende prinsipper som kan lede dem mot de åpenbare løsningene. Et mål for videre arbeid er å evaluere om håndverkerne klarer å ha denne formen for ledelse som en del av deres eget system, slik at ledere ikke har behov for å komme med guidende prinsipper, men heller at håndverkerne selv kan utvikle guidende prinsipper.

Referanser

- Amdal, H. (2023). *Kontinuerlig forbedring blant de største norske byggentreprenørene* [Masteroppgave, Institutt for bygg og miljøteknikk, NTNU]. <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/handle/11250/3094221>
- Anand, K. A. (2023). What is a bottleneck in construction project management? *Powerplay*. https://www.getpowerplay.in/resources/blogs/what-is-a-bottleneck-in-construction-project-management/#Kumar_Abhishek_Anand
- Aspøy, A. (2016). Innovasjon som tilstand. *Stat & Styring*, 26(1), 22-25. <https://doi.org/10.18261/ISSN0809-750X-2016-01-07>
- Ballard, G., Hammond, J., & Nickerson, R. (2009). Production control principles. Proceedings of the 17th annual conference of the International Group for Lean Construction,
- Ballard, G., & Howell, G. (1998). What kind of production is construction. Proc. 6 th Annual Conf. Int'l. Group for Lean Construction,
- Bass, B. L. (2019). What Is Leadership? In M. R. Kibbe & H. Chen (Eds.), *Leadership in Surgery* (pp. 1-10). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-19854-1_1
- Bicheno, J., & Holweg, M. (2016). *The Lean toolbox : a handbook for lean transformation* (5th ed.). Picsie Books.
- Bølviken, T., & Koskela, L. (2016, 2016/07/20). Why Hasn'T Waste Reduction Conquered Construction? 24th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Boston, Massachusetts, USA.
- Bølviken, T., Rooke, J., & Koskela, L. (2014, 2014/06/25). The Wastes of Production in Construction – a TFV Based Taxonomy. 22nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Oslo, Norway.
- Cembrit. (2024). *Monteringsanvisning* <https://www.byggmakker.no/produkt/fasadeplate-frontex-8x1192x3050-ubehandlet-cembrit/6418662934139>
- Conaty, F. (2021). Abduction as a Methodological Approach to Case Study Research in Management Accounting — An Illustrative Case. *Accounting, Finance, & Governance Review*, 27. <https://doi.org/10.52399/001c.22171>
- Covey, S. R., & Gullledge, K. A. (1992). Principle-Centered Leadership. *The Journal for quality and participation*, 15(4), 70.
- Denzer, M., Muenzl, N., Sonnabend, F. A., & Haghsheno, S. (2015, 2015/07/29). Analysis of Definitions and Quantification of Waste in Construction. 23rd Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Perth, Australia.
- Eik-Andresen, P., Landmark, A. D., Hajikazemi, S., Johansen, A., & Andersen, B. (2016). Remedies for Managing Bottlenecks and Time Thieves in Norwegian Construction Projects – Public vs Private Sector. *Procedia, social and behavioral sciences*, 226, 343-350. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.06.197>
- Fangen, K. (2010). *Deltagende observasjon* (2. utg. ed.). Fagbokforl.
- Fosse, R. (2014). *Forbedring av arbeid på byggeplass ved operasjonsanalyse og Lean Construction* [Institutt for bygg, anlegg og transport].
- Holme, I. M., & Solvang, B. K. (1996). *Metodevalg og metodebruk* (3. utg. ed.). TANO.
- Isaksen, A. (2023). Forelesning 1, Forskningsdesign. In.
- Johannessen, A., Christoffersen, L., & Tufte, P. A. (2016). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode* (5. utg. ed.). Abstrakt.
- Johannessen, A., Christoffersen, L., & Tufte, P. A. (2021). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode* (6. utgave Asbjørn Johannessen, Per Arne Tufte og Line Christoffersen. ed.). Abstrakt forlag.

- Kalsaas, B. T. (2017). *Lean construction : forstå og forbedre prosjektbasert produksjon*. Fagbokforl.
- Knaack, U., Klein, T., Bilow, M., & Auer, T. (2014). *Façades: principles of construction*. Birkhäuser.
- Koskela, L. (2004, 2004/08/03). Making-Do — the Eighth Category of Waste. 12th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Helsingør, Denmark.
- Koskela, L., Bølviken, T., & Rooke, J. (2013, 2013/07/31). Which Are the Wastes of Construction? 21th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Fortaleza, Brazil.
- Koskela, L., & Kagioglou, M. (2005, 2005/07/19). On the Metaphysics of Production. 13th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Sydney, Australia.
- Kvale, S., & Brinkmann, S. (2009). *Interviews : learning the craft of qualitative research interviewing* (2nd ed.). Sage.
- Larsen, A. K. (2007). *En enklere metode : veiledning i samfunnsvitenskapelig forskningsmetode*. Fagbokforl.
- Liker, J. K. (2003). *The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer*. McGraw Hill LLC. <https://books.google.no/books?id=eZutzPww02EC>
- Lotherington, A. T. (1990). *Intervju som metode* (Vol. SN 1990-146). FORUT.
- Meld.st28. (2011-2012). *Gode bygg for eit betre samfunn*.
- Mjelve, M. (2016). *Reduksjon av sløsing i produksjon på byggeplass* NTNU].
- Moe, M. (2021). *Intervju som metode*. Retrieved 01.03 from <https://www.dintranskribent.no/intervju-som-metode/>
- Morato, M. L. d. S., & Ferreira, K. A. (2024). Value stream mapping application for construction industry loss and waste reduction: a systematic literature review. *International Journal of Lean Six Sigma, ahead-of-print*(ahead-of-print). <https://doi.org/10.1108/IJLSS-06-2023-0100>
- Nes, A. (2022). *Prinsipp i Store norske leksikon på snl.no*. Store norske leksikon. Retrieved 8. Februar 2024 from <https://snl.no/prinsipp>
- Nyeng, F. (2012). *Nøkkelbegreper i forskningsmetode og vitenskapsteori*. Fagbokforl.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. CRC Press.
- Olsen, E., & Gjertsen, K. S. (2010). *Byggherrens interesse av lean construction med hovedfokus på produksjonsfasen og bruk av Last Planner System* University of Agder].
- Paris, J. (2016). *Changing continuous improvement into global program*. stratexhub. <https://stratexhub.com/stratex-hub/changing-continuous-improvement-into-global-program/>
- Ramani, P. V., & Ksd, L. K. L. (2021). Application of lean in construction using value stream mapping. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 28(1), 216-228. <https://doi.org/10.1108/ECAM-12-2018-0572>
- Ritter, F. E., & Schooler., L. J. (2001). Learning Curve, The. In J. S. Neil & B. B. Paul (Eds.), *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences* (pp. 8602-8605). Pergamon. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B0-08-043076-7/01480-7>
- Ronen, B. (1992). The complete kit concept. *International journal of production research*, 30(10), 2457-2466. <https://doi.org/10.1080/00207549208948166>
- Rother, M., & Shook, J. (2009). *Learning to see : value-stream mapping to create value and eliminate muda* (Version 1.4. ed.). Lean Enterprise Institute.
- Skaar, J. (2019, 2019/07/03). The Power of Lean Principles. Proc. 27th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC), Dublin, Ireland.

- Skaar, J., Bølviken, T., Koskela, L., & Kalsaas, B. T. (2020, 2020/07/06). Principles as a Bridge Between Theory and Practice. Proc. 28th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC), Berkeley, California, USA.
- Somekh, B., & Lewin, C. (2005). *Research methods in the social sciences*. Sage.
- SSB. (2023). *Næringenes økonomiske utvikling* <https://www.ssb.no/virksomheter-foretak-og-regnskap/virksomheter-og-foretak/statistikk/naeringenes-okonomiske-utvikling>
- SSB. (2024). *Produksjonsindeks for bygge- og anleggsvirksomhet* <https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/bygg-og-anlegg/statistikk/produksjonsindeks-for-bygge-og-anleggsvirksomhet>
- Sørhaug, T. (1996). *Om ledelse : makt og tillit i moderne organisering*. Universitetsforl.
- Tavanti, M. (2008). Transactional leadership. *Leadership: The key concepts*, 166-170.
- Todsén, S. (2018). Produktivitetsfall i bygg og anlegg. <https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/artikler-og-publikasjoner/produktivitsfall-i-bygg-og-anlegg>
- Wang, Y., Zhao, Q., & Zheng, D. (2005). Bottlenecks in production networks: An overview. *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 14(3), 347-363. <https://doi.org/10.1007/s11518-006-0198-3>
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1997). Lean Thinking-Banish Waste and Create Wealth in your Corporation. *The Journal of the Operational Research Society*, 48(11), 1148-1148. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2600967>
- Young, T., Brailsford, S., Connell, C., Davies, R., Harper, P., & Klein, J. H. (2004). Using industrial processes to improve patient care. *Bmj*, 328(7432), 162-164. <https://doi.org/10.1136/bmj.328.7432.162>