



FORORD

Denne masteroppgaven er utarbeidet som en avsluttende del en mastergrad i Industriell Økonomi ved Instituttet for matematiske realfag og teknologi ved Norges Miljø- og Biovitenskapelige Universitet (NMBU). Oppgaven har et omfang på 30 studiepoeng og er skrevet høsten 2015.

Oppgaven har som hensikt å studere variasjon i gjennomføringsfasen ved boligprosjektet, Heimdalstunet, for å undersøke om noe kan gjøres annerledes.

Jeg vil takke Block Watne for samarbeidet og muligheten til å jobbe med denne oppgaven. Og jeg vil takke kontaktpersonene hos Block Watne: John Erling Aarnes, Bent Drageset og Knut Sjørdal, for nyttig veiledning og hjelp. I tillegg ønsker jeg å takke alle som har vært villige til å stille til intervju og hjulpet til med god informasjon.

Tilslutt vil jeg rette en stor takk til min hovedveileder Tor Kristian Stevik for hans faglig gode råd, engasjement og kunnskap, som har hjulpet meg med gjennomføringen av oppgaven.

Ås, 15.12.2015

Kenneth Eriksen

SAMMENDRAG

Hensikten med denne masteroppgaven er å evaluere metoder og prosedyrer i et norsk byggefirma (Block Watne), og i detalj analysere et tradisjonelt gjennomført boligprosjekt – Heimdalstunet. Undersøkelsen er utført sent i byggeprosessen, og nesten alle 86 leilighetene er fullført og bebodd.

Block Watne er en svært tradisjonell boligbygger med spesialiserte fagarbeidere. Det er ikke tatt noen formelle initiativ til å studere eller implementere Lean eller Lean Construction. Men mange av de intervjuede informantene kjente til konseptet. I denne rapporten vil Lean kun brukes som en referansemodell eller et rammeverk for å studere prinsipper, metoder og verktøy på byggeplassen.

LEAN er i flere tiår brukt med suksess i bilproduksjon (for eksempel Toyota). Den norske byggebransjen kan implementere lean filosofi og tankesett, og mange aktører har allerede flere års erfaring.

Lean teori introduseres, og sammenlignes med dagens prosjektbaserte byggeprosess. Leans filosofi, policy og planleggingsmetoder, brukes generelt for å øke arbeidsflyten og redusere sløsing. Lean Construction er en videreføring og tilpassing av lean for byggebransjen.

Eventuelle funn, og svar på forskningsspørsmål, er basert på en omfattende gjennomgang av litteratur og et case studie med kvalitative intervjuer relatert til byggeprosjektet "Heimdalstunet". Et representativt utvalg av forskjellige yrkesgrupper fra prosjekt og operasjon, ble intervjuet på byggeplassen.

Følgende liste viser noen av aspektene som behandles:

- Variasjon
- Verdiøkning
- Verdikjeden
- Flyt
- Sløsing
- Produksjon
- Søk perfektjon
- Repetisjon

Et dypdykk i gjennomføringsfasen avslører forbedringer i total antall arbeidstimer. Men faktorer viser signifikant statistisk variasjon i ulike faser (arbeidslag) over tid. Repetisjon viser at det er et stort potensial til forbedringer og gevinst, dersom organisasjonen fanger opp dette.

Nøkkelord:

Lean, Lean in Construction projects, construction management, value adding, waste, flow

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to evaluate methods and procedures in a construction company in Norway, named Block Watne, and in detail analyse a traditionally construction project "Heimdalstunet" (residential buildings). The survey was executed late in the building process, and nearly all 86 flats in 17 blocks were completed and inhabited.

Block Watne is a highly specialized (conventional) construction company, and has no ongoing initiatives to study or implement Lean or Lean Construction. But many of the informants were aware of the concept. In this thesis will Lean be used as a reference framework for studying principles, methods and tools at the construction site.

Lean has been used successfully in the car manufacturing industry for several decades (e.g. Toyota). The construction industry might implement similar lean concepts and thinking. Lean theory is introduced, and compared to the current project-regime. Lean philosophy/policy and planning methodology is in general used to increase workflow and reduce waste. Lean Construction is a further development to adapt to the construction industry.

The findings, the answer to the research question, are based on theory from an extensive literature review and a case studie with interviews related to the construction project "Heimdalstunet". Different professionals were selected for interview at the construction site.

The following issues and keywords are discussed in the report:

- Variation
- Value adding
- Value chain (map the value stream)
- Flow
- List of waste
- Production
- Seek perfection
- Repetitive construction

Studying details in operations, revealed continuous improvements in workhours. But shows significant statistically variation over time. Enhancements in repetitive operations on the premises, was reported in the interviews, and stated in the literature review. The organisation has to adapt and utilize improvements, in the next repetitive construction operation.

Keywords: Lean, Lean in Construction projects, construction management, value adding, waste, flow

INNHALDSFORTEGNELSE

FORORD.....	i
SAMMENDRAG.....	ii
ABSTRACT.....	iii
1 INNLEDNING.....	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Formål og problemstilling	2
1.3 Avgrensning.....	3
1.4 Disposisjon av oppgaven	4
2 TEORI.....	6
2.1 Lean	6
2.2 TFV - teori for produksjon	14
2.3 Sløsing	15
2.4 Flyt i byggeproduksjon	18
2.5 Push og pull i produksjon	20
2.6 Fremdriftsplanlegging	21
2.7 Logistikk.....	24
2.8 Akkordtariff	26
2.9 Prefabrikasjon	26
3 METODE	28
3.1 Samfunnsvitenskapelig metode	28
3.2 Anvendt metode	30
3.3 Intervjudesign.....	35
3.4 Oppbygning av resultat- og diskusjonskapittel	37
4 CASE	38
4.1 Block Watne	38
4.2 Prosjektets organisasjonskart	40
4.3 Verdikjeden og produksjon	40

5	RESULTATER	43
5.1	Casestudie	43
5.1.1	Valgte tun.....	43
5.1.2	Kategorier for arbeidstimer	44
5.1.3	Utvikling i byggetid	45
5.1.4	Utvikling i Kostnader	50
5.2	Intervjuer.....	52
5.2.1	Variasjon i tallmaterialet.....	52
5.2.2	Verdiskapning i produksjonen	54
5.2.3	Verdikjeden	55
5.2.4	Flyt.....	56
5.2.5	Produksjonen	58
5.2.6	Søk perfeksjon.....	60
5.2.7	Oppsummering av intervjuer	61
6	DISKUSJON	63
6.1	Variasjon i tallmaterialet	63
6.2	Verdiskapning i produksjonen.....	67
6.3	Verdikjeden	68
6.4	Flyt.....	69
6.5	Produksjonen	69
6.6	Søk perfeksjon	70
7	KONKLUSJON.....	73
8	VIDERE ARBEID.....	76
9	REFERANSER.....	78
10	VEDLEGG	80

Forkortelser/forklaringer

TPS	Toyota Production System
LP	Lean Production
LC	Lean Construction
TFV	Transformasjon-Flyt-Verdi
JIT	Just In Time
LPS	Last Planner System
IGLC	International Group of Lean Construction
PPU	Prosent Plan Utført
IKT	Informasjons- og Kommunikasjons Teknologi
TEK 10	Byggeteknisk Forskrift 2010
BL	Byggeleder
Bas	Gruppeleder for et arbeidslag
SHA	Sikkerhet, Helse og arbeidsmiljø
UE	Underentreprenør
Streng	Sammensetting av flere arbeidsoppgaver (fase)

Figuroversikt

Figur 1-1: Byggeprosessen (Eikeland 2001)	3
Figur 1-2: Rapportens disposisjon.....	4
Figur 2-1: TPS House (University of Kentucky 2015)	7
Figur 2-2: Fem-trinns tankeprosess for Lean Production (Lean Enterprise Institute 2015).....	9
Figur 2-3: Last Planner System (Ballard 2000)	12
Figur 2-4: Fremdriftsplan - Last Planner System (Ballard 2000)	13
Figur 2-5: PPU (PPC er engelsk for PPU) (Ballard 2000).....	14
Figur 2-6: Åtte former for sløsing (Molde kommune 2015)	16
Figur 2-7: Prosjekter med og uten flyt (Performance 2015)	19
Figur 2-8: Pull System (Learn Lean Manufacturing 2009).....	21
Figur 2-9: Plansystem i Involverende planlegging (Veidekke 2008)	22
Figur 2-10: Eksempel på Gantt-diagram av Heimdalstunet.....	23
Figur 2-11: Fiskediagram av logistikk problemer (Hørlyk 2015)	25
Figur 3-1: Induktiv og deduktiv (Bergesen 2014).....	30
Figur 4-1: Block Watne logo, (Kilde: Block Watne)	38
Figur 4-2: Heimdalstunet (Kilde: Block Watne)	39
Figur 4-3: Organisering av Heimdalstunet	40
Figur 4-4: Byggeprosessen	41
Figur 5-1: Arbeidstimer per tun fase 1-4	45
Figur 5-2: Fasade (F2).....	46
Figur 5-3: Arbeidstimer per tun - timelønn akkord (uspesifisert)	48
Figur 5-4: Arbeidstimer per tun – timelønn.....	48
Figur 5-5: Totale arbeidstimer per tun	49
Figur 5-6: Tømmerlønn	51
Figur 5-7: Totale materialkostnader	51
Figur 6-1: Totale arbeidstimer per tun (tidligere vist i resultatkapittelet)	63
Figur 6-2: Oppsummering i fem egendefinerte prinsipper.....	72

Tabelloversikt

Tabell 2-1: Lean Production (Lean Manufacturing Resource Center)	9
Tabell 2-2: The TFV - theory of production (Bertelsen & Koskela 2002)	15
Tabell 3-1: Oppsummering av reliabilitet og validitet	34
Tabell 3-2: Diskusjon av metoder	34
Tabell 3-3: Oversikt over intervjuobjekter.....	36
Tabell 4-1: Nøkkeltall Block Watne 2014 (Kilde: Block Watne).....	38
Tabell 5-1: informasjon om utvalgte tun	43
Tabell 5-2: Kategorier for arbeidstimer	44
Tabell 5-3: Prosentvis fordeling i arbeidstimer (OBS: nærmeste heltall)	50
Tabell 5-4: Andel tømmerkost	52
Tabell 5-5: Oppsummering av resultater fra intervjuer.....	61

1 INNLEDNING

Dette kapittelet inneholder bakgrunn for valg av oppgave, mål og problemstillinger, avgrensninger og disposisjon av oppgaven.

1.1 Bakgrunn

Byggebransjen er omtalt som en bransje med store utfordringer og lite utvikling. Spesielt produktivitetsutviklingen, sett i forhold til andre bransjer, har vært lav over lengre tid (Statistisk Sentralbyrå 2015). Av den grunn skrives det jevnlig artikler om byggebransjens svake utvikling og økte kostnadsnivåer. Et resultat av denne utviklingen gir både lave marginer for aktørene i bransjen, samt høye boligpriser i markedet. Bransjen er selv klar over utfordringen de står ovenfor, og ønsker forandring. Men hvor svarene ligger er ikke like lett å sette pekefingeren på.

Bygg21-rapporten er en av flere rapporter som lister opp utfordringer og mål for fremtiden. Det pekes på at det kreves tiltak i oppbygning og utførelse av byggeproduksjonen, bedre tilrettelegging fra ledelsen som oppfordrer til innovasjon og nyteknikning. Med økt konkurranse, også fra utlandet, ser man seg nødt til gjøre byggeprosessen mer industrialisert og effektiv. Dette for å kutte ned på sløsing av tid (Djuve 2015). Det er med andre ord store beløp, og mye ubehag, norske bedrifter kan spare seg for gjennom bedre planlegging, ledelse og utførelse.

Utførelsen i byggeproduksjon har tradisjonelt handlet om transformasjoner, og hvordan oppnå maksimal effektivitet i hver enkelt transformasjon. Denne tankegangen er i ferd med å bli sett på som foreldet, da hver prosess i produksjonsfasen består av mange ulike faktorer. Fokuset er skjøvet mer og mer bort fra transformasjonsbaserte aktiviteter, til å se prosessen som et større helhetlig bilde, med fokus på bruk av IKT-systemer, flyt, samspill mellom aktører, og LEAN-teori.

Block Watne er en av Norges største boligprodusenter og bygger årlig rundt 1000 boliger. De har opparbeidet seg gode rutiner og metoder for boligproduksjonen gjennom erfaring og velutprøvde metoder. Boligproduksjonen består av tradisjonelt håndtverk og er delt inn i fire faser med tilhørende spesialiserte tømrere i hver fase. Denne klare inndelingen har effektivisert gjennomføringsfasen og gjort Block Watne til en av landets foretrukkede boligbygger-aktører. Men med nye regler, den generell utviklingen og ikke minst endrede konkurranseforhold, ønsker Block Watne å fortsette sin interne utvikling ved å se på muligheter for forbedring i sin egen byggeproduksjon.

Denne oppgaven skal ta utgangspunkt i boligprosjektet «Heimdalstunet» sydvest for Moss. Både gode og dårlige erfaringer skal kartlegges, og brukes til å belyse utfordringer og muligheter i gjennomføringsfasen. Hva er tidstyvene, og kan noe gjøres annerledes?

1.2 Formål og problemstilling

Boligprosjektet *Heimdalstunet*, produsert av Block Watne, har hatt en god produktivitetsforbedring. Noe som vises gjennom reduksjon i arbeidstimer og kostnader. Men det er uklart hva som forårsaker stor variasjon i byggetid og kostnader sett over prosjektperioden. Gjennom teori, data og intervjuer av nøkkelpersoner i prosjektet, skal oppgaven belyse utfordringer i gjennomføringsfasen av prosjektet, og skape bedre forståelse om temaet.

Formål

Formålet med oppgaven er å undersøke hvilke faktorene som har skapt variasjon og reduksjon i kostnader og arbeidstid i gjennomføringsfasen i boligprosjektet *Heimdalstunet*. Hva kan man tilegne seg av kunnskap fra dette prosjektet, som kan videreføres som forbedringstiltak i andre prosjekter. Oppgaven har som formål å belyse følgende tema i prosjektet:

- Variasjon i tallmaterialet
- Verdiskapning i produksjonen
- Verdikjeden
- Flyt
- Produksjonen
- Søk perfeksjon

Problemstilling

Forskningsspørsmålet lyder som følger:

Hvilke faktorer i gjennomføringsfasen har hatt betydning for variasjonen i produktivitet ved boligprosjektet Heimdalstunet?

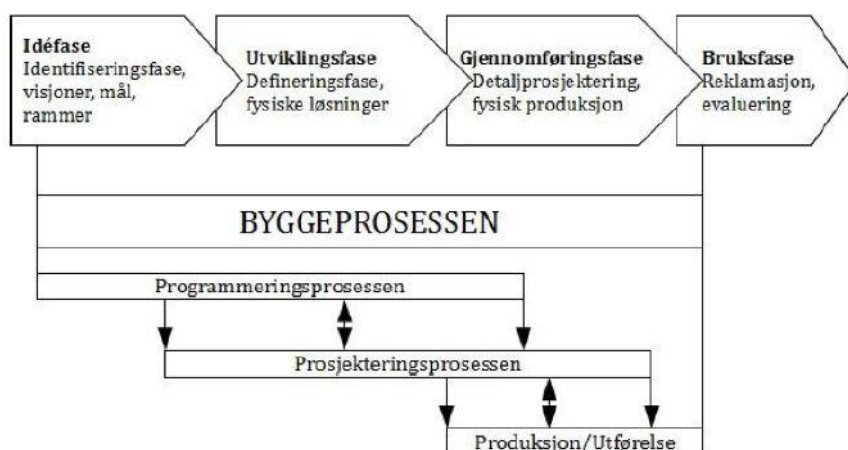
Basert på forskningsspørsmålet er det utarbeidet to delspørsmål som skal belyse forskningsspørsmålet. Delspørsmål:

1. *Definere hva som skaper variasjon i repeterende boligprosjekter?*
2. *Hvordan kan prinsippene; verdiskapning i produksjonen, verdikjeden, flyt, produksjon og søk perfeksjon, belyse hva som skaper variasjon i gjennomføringsfasen?*

1.3 Avgrensning

Denne oppgaven er skrevet som en masteroppgave ved Norges Miljø- og Biovitenskapelige Universitet (NMBU) høsten 2015, og har et omfang på 30 studiepoeng. På grunn av avgrenset tidsperiode for arbeidet med masteroppgaven, er det nødvendig å avgrense oppgavens omfang.

Oppgaven er avgrenset til å konsentrere seg om informasjon vedrørende boligprosjektet Heimdalstunet til Block Watne. Data og informasjon er forøvrig hentet fra Block Watne sine databaser og ansatte.



Figur 1-1: Byggeprosessen (Eikeland 2001)

Byggeprosessen er i følge Eikeland (2001) bygget opp av *idéfase*, *utvilingsfase*, *gjennomføringsfase* og *bruksfase*. Oppgaven vil ha et gjennomgående fokus på *gjennomføringsfasen* til prosjektet Heimdalstunet. I forhold til prosjektet og Block Watne sin normale oppbygning av prosjekter, ansees gjennomføringsfasen i dette tilfellet som tiden fra igangsettelsestillatelsen for arbeid er gitt, og helt fram til prosjektet er ferdigstilt. Oppgaven ser med to unntak, i gjennomføringsfasen, bort ifra oppbygning av fundamentet på byggeplassen og delvis underentreprenørens rolle i prosjektet. De involvert aktørene i boligprosjektet er prosjektleder, byggeleder, baser og tømre/fagarbeidere, og underentreprenører (UE).

Det vil bli sett på hvilke faktorer i produksjonen som har vært utslagsgivende, i forhold til ledelse og arbeidsoppgaver på byggeplass. Oppgaven vil i liten grad berøre fasene før gjennomføringsfasen.

Det er valgt ut to interessentgrupper i denne oppgaven. Disse er valgt på bakgrunn av sine kunnskaper og tilknytning til arbeidsprosessene på prosjektets byggeplass.

De valgte interessentene er:

- Byggeleder
- Bas/tømrer

Det er tatt med teori forfatter mener er relevant for oppgaven. Hovedsakelig teori rundt LEAN og dens prinsipper. Dette er teori som kan brukes i flere bransjer, og som i denne oppgaven er vinklet direkte mot byggebransjen.

1.4 Disposisjon av oppgaven

Rapporten er disponert i syv hovedkapitler som er vist i figur under. I tillegg kommer kapitlene; *videre arbeid* (8), *referanser* (9) og *vedlegg* (10).



Figur 1-2: Rapportens disposisjon

Kapittel 1 – Innledning

Første kapittel er en introduksjon til den overordnede problemstillingen, der hensikt, bakgrunn, mål og forskningsspørsmål beskrives.

Kapittel 2 – Teori

Andre kapittel består av litteraturstudier. Både eldre og nyere litteratur om Lean og generelle forbedringsprosesser er studert. Litteraturen danner også bakgrunn for intervjuguiden i vedleggene.

Kapittel 3 – Metode

Tredje kapittel beskriver forskningsmetodene som er brukt i oppgaven, og argumentene for valg av intervjuform og dataanalyse (regneark). Prosessen og begrensningene diskuteres.

Kapittel 4 – Case

Casestudiet Heimdalstunet (boligprosjekt Block Watne) introduseres. Organisering og gjennomføringsfasen beskrives samt tallmaterialet for prosjektet.

Kapittel 5 – Resultater

Dette kapittelet består av resultater fra litteratur studiet, tallmateriale fra Block Watne, og responsen på de kvalitative ustrukturerte intervjuene som ble gjennomført. Selve diskusjonen av resultatene kommer i neste kapittel.

Kapittel 6 – Diskusjon

Diskusjon og drøfting av resultatene fra forrige kapittel skjer her.

Kapittel 7 - Konklusjon

Kapittel 7 oppsummerer og konkludere med hensyn på funn basert på innholdet fra resultater (kapittel 5) og diskusjon (kapittel 6).

Kapittel 8 – Videre arbeid

Diskuterer forslag til videre arbeid med problemstillingen.

Kapittel 9 – Referanseliste

Inneholder referanseliste og av alle skriftlige henvisninger som er benyttet i oppgaven. Programmet End Note med NMBU sin egenkomponerte Harvard-stil er brukt.

Kapittel 10 – Vedlegg

Listen av vedlegg er delt i 2 (A-casebeskrivelse og B-intervjuguider).

- A inneholder 3 tabeller med kvantitative data fra Heimdalstunet: *kostnader, arbeidstimer og prosjektstart for betong og trearbeid.*
- B har 2 intervjuguider: *Byggeledere og baser/tømrere.*

2 TEORI

Dette kapittelet vil ta for seg relevant teori som skal fungere som utgangspunkt for videre arbeid med problemstillingen. Litteraturstudiet vil skape forståelse av begreper og kompetanse rundt området som utforskes. Her vil det bli presentert teori, konsepter og verktøy som er hovedsakelig relatert til lean, flyt og produksjonprosessen/gjennomføringsfasen i byggebransjen.

2.1 Lean

«Lean» er populært omtalt som «lean manufacturing» og oversatt til norsk som «slank produksjon». Lean begrepet ble første gang omtalt i en masteroppgave skrevet av Krafcik i 1988 ved Massachusetts Institute of Technology (MIT). Krafcik begrepsfestet lean-konseptet som var et tankesett med opphav fra bilindustrien, og et tankesett som flere og flere ønsket å implementere i ulike bransjer. Det er mange definisjoner av «lean», men kjerneidéen handler om å maksimere verdi for kunden, samtidig som man minimerer sløsing. Altså skape mer verdi for kunden med mindre ressurser (Lean Enterprise Institute 2015).

I en lean-tenkende organisasjon forstår man viktigheten av kunde verdi og at alt handler om å imøtekomme kundens behov. Visjonen er at alle prosesser og alt som skapes gjennom disse prosessen skal være verdiskapende for kunden. Det som ikke skaper verdi kalles ikke-verdiskapende og stammer fra det japanske ordet «Muda» som betyr sløsing. All sløsing ønskes eliminert over tid. For å oppnå dette forandret lean-filosofien den tradisjonelle tankemåten fra å ha kun fokus på å optimalisere hver enkelt prosess, teknologi eller ressurs, til å optimalisere flyten av produkter og service i hele verdikjeden.

Hele bedriften har et kontinuerlig fokus på verdiskapning for å unngå sløsing i verdikjeden. Stadig forbedring vil gi utslag i bedre prosesser, mindre produksjonstid, bedre service, lavere kostnader, og mindre defekter. Denne tankemåten omtales som «Lean Thinking» og vil bli beskrevet nærmere senere i kapittelet (Lean Enterprise Institute 2015).

Toyota Production System

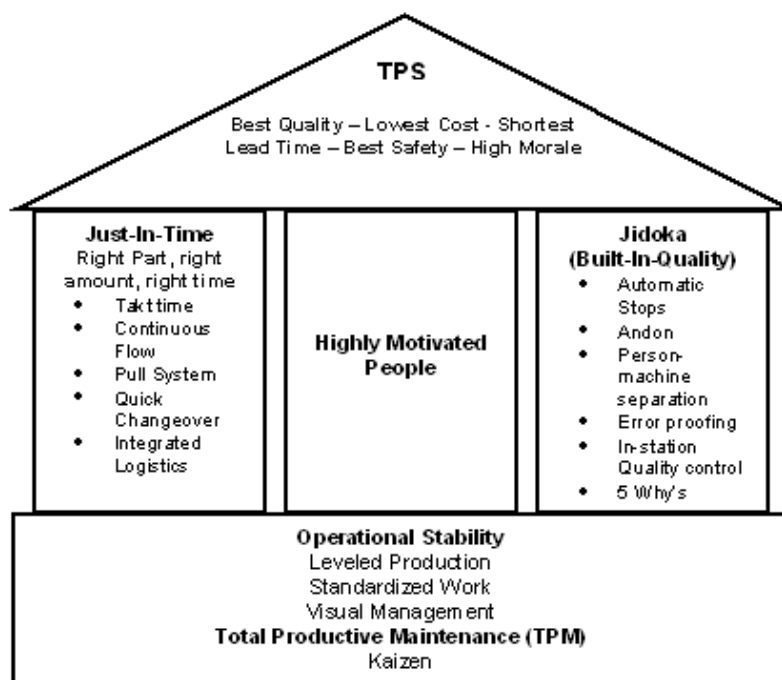
Henry Ford (1863-1947) revolusjonerte tidlig på 1900-tallet bilindustrien ved å være den første til å starte en helhetlig produksjonsprosess med god flyt og masseproduksjon i sitt Ford Motor Company. Nøkkelfaktorer var god effektivisering og standardisering i alle ledd av produksjonen, og som førte til lavere kostnader per enhet i forhold til konkurrentene. Men Ford manglet evnen til variasjon og omstilling, samtidig som det oppstod mye skjult sløsing i flere ledd av produksjonen. Dette la ingeniøren og visepresident Taiichi Ohno i Toyota merke til (Lean Enterprise Institute 2015; Womack et al. 1990).

Ohno oppdaget at enkle innovasjoner i produksjonssystemet kunne gi betraktelig bedre prosessflyt og et bedre utvalg i produkttilbudet. Systemet de utviklet ble kalt Toyotas

Produksjons System (TPS) og er forløperen til Lean Production. TPS tok utgangspunkt i et systemet kalt «Just in Time» (JIT), som går ut på å produsere kun når etterspørselen er tilstede. På denne måten skulle såkalt innvendig «waste» fjernes, med mindre varelager og mer effektiviserte systemer. For der andre aktører i bilindustrien ønsket masseproduksjon for å få lavest mulig kostnaden per enhet, fant Ohno ut at det underliggende problemet lå i såkalt motproduktiv produksjon. Masseproduksjon førte til flere former for sløsing og til massiv motproduktivt arbeid med feilretting, dårlig flyt, og diverse lager som medført store kostnader. Ohno innførte også de fem S`ene som var en systematisk prosess hvor man i team skulle finne ut hvordan produksjonsfeil oppstod og rette på disse umiddelbart. Målet var å møte kundens ønsker og forventinger til produktet og fjerne sløsing som ikke resulterte i verdi i sluttproduktet. Etter en tidsperiode resulterte strategien i en dramatisk reduksjon i feilretting og høy gjennomsnittelig kvalitet, som igjen resulterte i atskillig høyere avkastning enn bilbransjen generelt (Womack et al. 1990).

TPS House

Toyota Productions System (TPS) er gjerne beskrevet gjennom illustrasjonen «TPS House». TPS House er vist i figur 2-1 og viser hvordan Toyota var opptatt av å bygge kvalitet inn produksjonsprosessen og fjerne ikke-verdiskapning. Huset illustrerer hvordan flere deler (tak, vegger, gulv etc.) er bygget sammen for å skape et solid hus.



Figur 2-1: TPS House (University of Kentucky 2015)

Fra figuren ser man at det overordnede målet (taket) til Toyota er å ha best kvalitet, lavest kostnader, kortest ledetid, best sikkerhet og høy moral. For å nå målene må taket holdes oppe av pilarer og et solid fundament.

Den første pilaren beskriver deres produksjonsmetode Just-In-Time (JIT). JIT bygger på driftsprinsippene pull-system og kontinuerlig flyt i produksjonen (for å redusere *innvendig* sløsing). JIT ønsker å minimere varebeholdningen og styre materialkontrollen. Med en mindre materialbeholdning, vil JIT respondere raskere på forandring i etterspørsel, da man har mindre lager å kvitte seg med. Produksjonen starter kun for å møte etterspørsel av ordre, ikke for å bygge opp varelager. Ohno og Shingo beskriver i "Improving Production with Lean" (Santos et al. 2014) at målet deres med JIT er: « Deliver the right material, in the exact quantity, with perfect quality, in the right place, just before it is needed".

Den andre pilaren er «Jidoka» og beskriver produksjonens evne til å oppdage problemer, feil og defekter i produksjonsprosessen. Det er essensielt at produksjonslinjen oppfatter avvik for å rette opp disse problemene, og unngå å levere et defekt produkt. Klarer produksjonen tidlig å finne kilden til feilen, vil det være mulig å rette opp i feilen umiddelbart. Dette vil resultere i betydelig besparelser.

Den midterste pilaren handler om å motiverte arbeiderne. Alle arbeidere har en viktig rolle for å oppnå suksess, og bør jobbe mot det samlede målet om kontinuerlig forbedring.

I bunnen ligger fundamentet, også omtalt som «Kaizan». Kaizan er en filosofi så vel som en metode. Her er fokuset å være et tenkende system, og vedlikeholde de grunnleggende metodene og oppgavene. Dette for å oppnå en driftssikker produksjon (University of Kentucky 2015).

Lean Production

Som nevnt er Lean Production et utspring fra TPS og er basert på samlebåndproduksjon. Det er en systematisk forbedringsmetode for å eliminere sløsing innenfor et produksjonssystem. I tabell 2-1 er det samlet opp ti regler samt de viktigste metodene som representerer Lean Production. Er det ønskelig for leser, er det mulig å lese mer om disse metodene på egen hånd (se i referanseliste).

Tabell 2-1: Lean Production (Lean Manufacturing Resource Center)

Regler	Metoder
1. Eliminere sløsing	<ul style="list-style-type: none">• Effektivisere/strømlinjeformet verdikjeden (Work Cell)
2. Minimere inventar	<ul style="list-style-type: none">• The 5S's
3. Maksimere flyt	<ul style="list-style-type: none">• Just-in-time (JIT)
4. «Pull» produksjon	<ul style="list-style-type: none">• Pull System
5. Imøtekomme krav fra kunden	<ul style="list-style-type: none">• Total Productive Maintenance (TPM)
6. Gjøre det riktig første gang	<ul style="list-style-type: none">• Visuell oversikt
7. Styrke arbeidere	<ul style="list-style-type: none">• Støttefunksjoner (innkjøp, styring, varelager, transport)
8. Design for rask omstilling	<ul style="list-style-type: none">• A3
9. Godt forhold til leverandør	
10. Kultur for kontinuerlig forbedring	

Fem prinsipper i Lean Production

I 1996 ble det presenterte en figur i boken *Lean Thinking* av Womack og Jones (2010), som beskriver de fem hovedprinsippene i Lean Production. Disse fem prinsippene er:



Figur 2-2: Fem-trinns tankeprosess for Lean Production (Lean Enterprise Institute 2015)

1. **Identify Value**

Første steg er å identifisere verdi. Her defineres verdi ut ifra den ultimate kunden. Og det er kun meningsfullt når verdien uttrykkes i form av spesifikke produkter som møter kundens eksakte behov, til en spesifikk tid og pris. Siden det er produsenten som lager verdien, ønsker man først å definere kunden og kundegruppens behov. Hva er kundens behov i forhold til spesifikasjoner ved produktets funksjon, design, lokasjon og andre egenskaper. Verdien til produktet må sees under et lengre perspektiv. Hva kunden eller kundegruppen anser som verdifullt i dag, er ikke nødvendigvis verdisatt på lik linje i fremtiden. Man kan derfor kalle det å identifisere verdi som en organisk utvikling. Et viktig poeng er å ignorere dagens teknologi og revurdere verdiskapningen i produksjonen på nytt.

2. **Map the Value Stream**

Etter at man har definert kundens behov og verdi ved et produkt, vil man tilpasse sin egen verdikjede deretter. Ved å ta for seg tilvirkningen av produktet steg for steg i produksjonsprosessen, kan man se om produktet alltid tilføres verdi. Tilføres ikke produktet verdi i hvert enkelte steg i produksjonen i forhold til kundens krav, vil dette ansees som ikke-verdiskapende og defineres som sløsing. Som nevnt tidligere, all form for sløsing skal fases ut.

3. **Create Flow**

Når verdikjeden er spesifisert og åpenbar sløsing er eliminert, bør det lages en stegvis verdiskapende produksjon av transformasjoner med overlappende sekvenser. Målet er at disse sekvensene av transformasjoner skal gi en jevn produksjonsflyt, hvor produktet får tilført verdi i hver enkelt transformasjon inntil det er ferdigstilt. Transformasjonene må tilpasses hverandre slik at overlappingene ikke ender opp som unødvendig venting og stopping.

4. **Establish Pull**

Vil si at den stegvise flyten i produksjonen vil styres av kundens etterspørsel. Et lean basert pull-system med tilpassede kombinasjoner av aktiviteter, kan imøtekomme skiftene behov umiddelbart. Når produksjonen følger et pull-system, vil det oppstå etterspørsel i produksjonen steg for steg, når det oppstår etterspørsel etter produktet.

5. **Seek Perfection**

Når alle de fire første prinsippene er gjennomført, skal man begynne prosessen på nytt for å søke perfektjon. Og visjonen er å fortsette og søke perfektjon, til sirkelen kun tilfører verdiskapning uten noen former for sløsing.

Lean Construction

Lean Construction (LC) har som nevnt fått sin inspirasjon av Lean Production og Toyota Production System. LC er ment å tilpasses byggebransjen, og handler om å forstå og forberede den prosjektbaserte produksjonen med utgangspunkt i byggenæringen. Her kombineres det kunnskap om produksjonsprosesser med prosjektbasert produksjon tilpasset byggenæringen (Lean Construction NO 2015). Ved å gå lengre enn de objektive målene i Lean Production, som er å maksimere verdi og minimere sløsing, ser Lean Construction på spesielle teknikker for prosessstyring. Det beskrives her:

- *“The facility and its delivery process are designed together to better reveal and support customer purposes.*
- *Work is structured throughout the process to maximize value and to reduce waste-at the project delivery level.*
- *Efforts to manage and improve performance are aimed at improving total project performance, because this is more important than reducing the cost or increasing the speed of any particular activity.*
- *“Control” is redefined from “monitoring results” to “making things happen.” The performances of the planning and control systems are measured and improved.”*

(Lean Construction NO 2015)

Forfatter mener at Lean Construction sine viktigste bidrag er TFV-teori av Koskela og teorien om Last Planner System laget av grunnleggerne av Lean Construction Institute (LCI). Disse to teoriene vil bli forklart nærmere i kommende avsnitt/delkapittel.

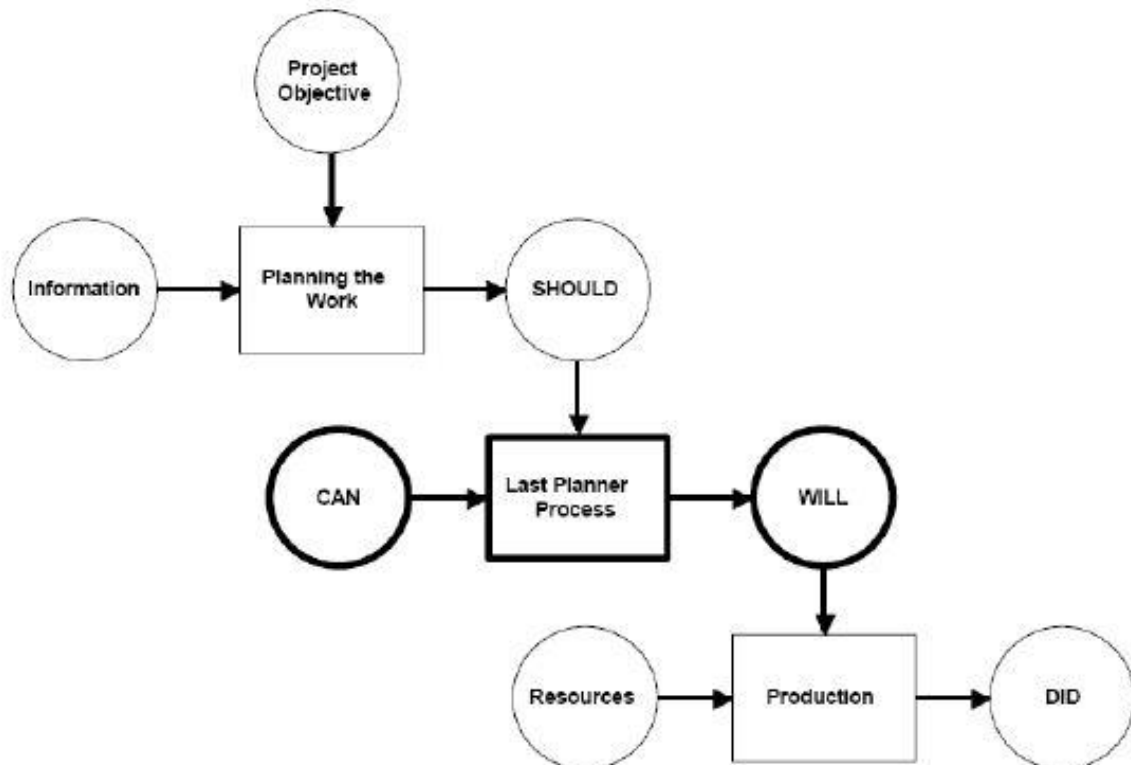
Last Planner System

Last Planner System (LPS) er utviklet av Glenn Ballard (2000), og er et produksjonsplanlegging system i Lean Construction-teorien. Det er designet for å involvere ulike fag tidlig i prosjektplanleggingen. Hensikten er å skape forutsigbarhet, pålitelighet og riktig arbeidsflyt i produksjonen. Gjennom å bygge gode relasjoner mellom de som har ansvar for sine respektive fag, vil tidlig involvering føre til forebygging av fremtidige problemer. LPS kan summeres opp i de to komponentene som vist under, og disse vil utdypes nærmere:

- Arbeidsflytkontroll
- Produksjonsenhetskontroll

Arbeidsflytkontroll – Should-Can-Will-Did

Arbeidsflytkontroll beskrives av Ballard gjennom prosessen «Should-Can-Will-Did», oversatt til norsk «Bør-Kan-Vil-Gjorde». Dette er en metode i LPS som uttrykker hva man *vil* gjøre, mot det man *bør* gjøre og *kan* gjøre. Denne metoden av LPS er illustrert i figur 2-3:

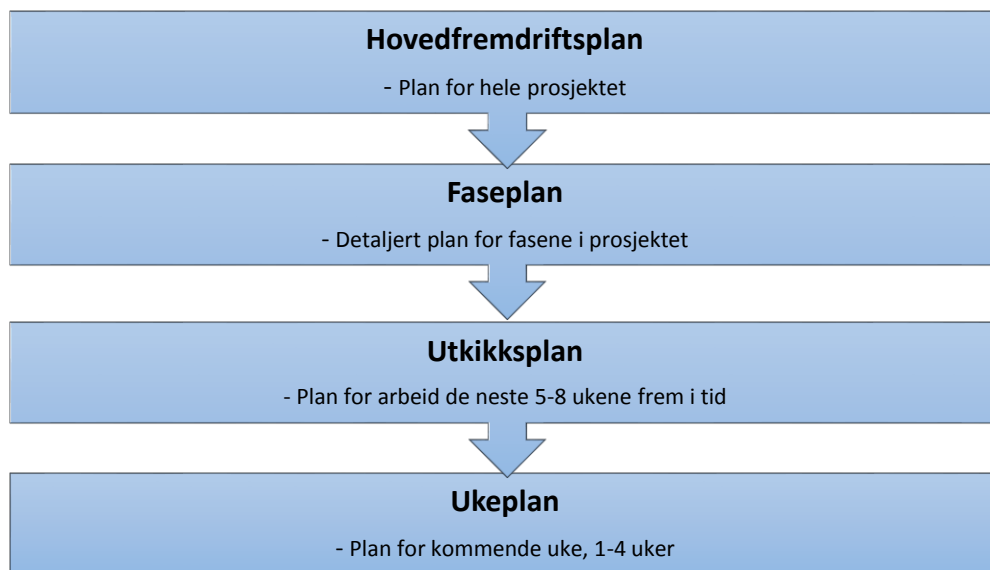


Figur 2-3: Last Planner System (Ballard 2000)

LPS-modellen er en sikkerhet for at planlegging av mer spesifikt arbeid på produksjonsnivå, faktisk kan gjennomføres før produksjonen og planleggingen igangsettes. De skiller altså mellom hva som bør gjøres og hva som faktisk kan gjøres, sett i forhold til forutsetningene til prosjektet (Ballard 2000).

Målet til Ballard med «Should-Can-Will-Did», er å skape sikkerhet i planleggingen på ulike detaljnivåer (planleggingsnivåer), for igjen å skape god arbeidsflyt mellom produksjonseenhetene. Ballard opererte med fire planleggingsnivåer som vist i figur 2-4. Disse planleggingsnivåene vil utdypes mer konkret i delkapittelet om planlegging 2.6.

Ønsker leser mer informasjon om LPS er det mulig å følge kildehenvisning. Neste figur viser Ballard sin fire planleggingsnivåer i LPS:



Figur 2-4: Fremdriftsplan - Last Planner System (Ballard 2000)

Produksjonskontroll skal sikre god kvalitet på arbeidsoppgaver:

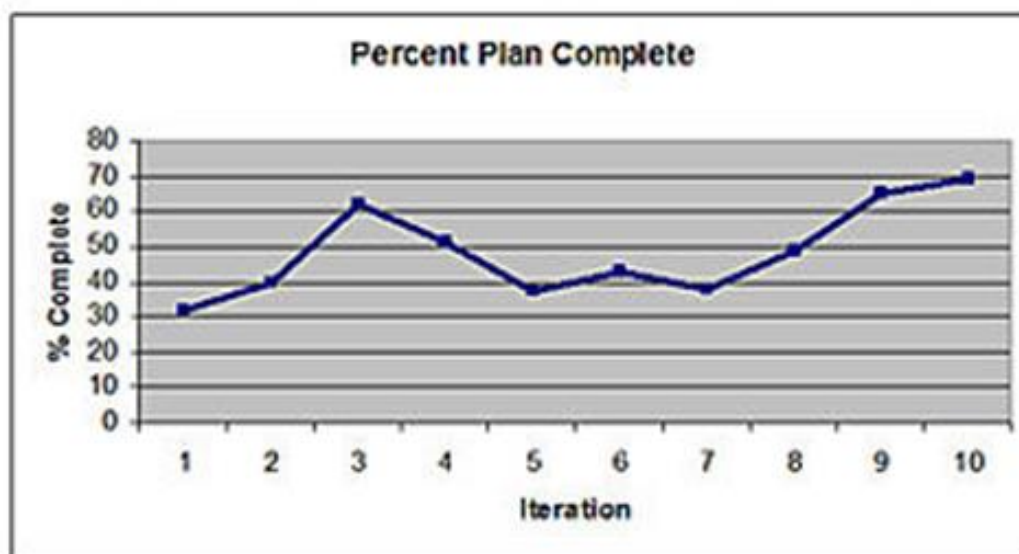
- Godt definert
- Rett rekkefølge
- Passe størrelse
- Må være sunn

PPU i produksjonskontroll

Prosent Planlagt Utført (PPU) er siste element i LPS og fungerer som en produksjonskontroll. PPU tar høyde for å kontrollere prosentvis utførte aktiviteter etter planlagt produksjon. Målet er å finne roten til problemet og gjennomføre løpende forbedringer. Dette sikrer en forpliktelse for alle ansvarlige til å ferdigstille planlagte oppgaver, slik at bygget leveres til avtalt tid og kvalitet. Oppfylles ikke ønsket PPU i utvalgte arbeidssekvenser iht. planen, vil en lett kunne etterforske årsaken til problemet. I figur 2-3 er det vist både målemetode og eksempel på PPU-diagram.

$$PPU = \frac{\textit{Antall planlagte og utførte aktiviteter}}{\textit{Antall planlagte aktiviteter}}$$

Neste figur viser PPU:



Figur 2-5: PPU (PPC er engelsk for PPU) (Ballard 2000)

2.2 TFV - teori for produksjon

Normalt har produksjon i byggebransjen kun handlet om transformasjoner og hvordan kostnadseffektivisere alle transformasjonene i byggeprosessen. Koskela og Bertelsen mente det ligger mer i begrepet produksjon og har i sitt studie utvidet begrepet produksjon til tre komplementære begreper; *transformasjon*, *flyt* og *verdi*. Disse tre begrepene må behandles balansert i forhold til hverandre (Bertelsen & Koskela 2002).

I første omgang er produksjon sett på som en **Transformasjon** (T) og tar for seg transformasjonen mellom «inputs» og «outputs». Ledelsen deler gjerne opp den totale transformasjonen for en byggeprosess inn i enkelte transformasjoner. Dette gir god oversikt, og gjør det enklere å kunne effektivisere hver enkelt transformasjon så godt det lar seg gjøre. Det andre konseptet, **Flyt** (F), ser på produksjon som en flyt av transformasjoner i tillegg til ikke-transformasjon som venting, flyttefaser, inspeksjon osv. Målet er å ha en god og kontinuerlig flyt og minimere delen av ikke-transformasjoner, samt redusere variabiliteten i byggeprosessen. Det står mer om flyt i delkapittel 2.4. Det tredje konseptet, **Verdi** (V), omhandler hva som skaper verdi for kunden i produksjonen. Skaper ikke transformasjonen verdi i forhold til kundens krav, vil ikke transformasjonen være verdiskapende og kan sammenlignes med sløsing. På neste side vies tabell 2-2 TFV-teori for produksjon:

Tabell 2-2: The TFV - theory of production (Bertelsen & Koskela 2002)

	Transformasjon	Flyt	Verdiskapning
Konseptualisering av produksjon	Transformasjon av input til output	Flyt av materialer; består av transformasjon, inspeksjon, bevegelse og venting.	En prosess der verdi for kunden skapes gjennom imøtekommelse av kundens krav
Hovedprinsippet	Få realisert en effektiv produksjon	Eliminering av sløsing (ikke-verdiskapende aktiviteter)	Eliminering av verditap (oppnådd verdi i forhold til teoretisk best mulig verdi)
Tilknyttede prinsipper	Dekomponere produksjonsoppgaver Minimere kostnadene ved alle dekomponerte oppgaver	Komprimere ledetid Redusere variabilitet Forenkle Økt åpenhet Økt fleksibilitet	Sørge for at alle krav ivaretaes Ta høyde for alle krav til leveranser Sikre evnen til produksjonssystemet Måle verdi
Metoder og praksis	Work Breakdown Structure (WBS), CPM, organisasjonens arbeidsdiagram	Kontinuerlig flyt, produksjonskontroll basert på trekk (<i>pull</i>), kontinuerlige forbedringer	Metoder for nødvendig gevinst Kvalitetssikre distrubsjon
Praktisk bidrag	Ta vare på hva som må gjøres	Minst mulig motproduktivt arbeid	Imøtekomme kundens krav etter beste evne

TFV er et tradisjonelt eksempel på hvordan byggbransjen opererer på arbeidsplasser, der fokuset hovedsakelig ligger i transformasjoner. Man glemmer hvor viktig det er med tilførselen av flyten og verdiskapningen underveis på flytenheten (huset). Transformasjonen blir delt opp i arbeidsoppgaver som skal perfektioneres av feks. rørlegger, taktekker, tømmer osv. Da vil sannsynligvis ledetid og verdiskapningen ikke nå teoretiske mål på grunn av skjulte former for sløsing.

2.3 Sløsing

Begrepet sløsing er som nevnt tidligere et av grunnelementene i Lean prinsippet. I Toyota Production System (TPS) innførte Taiichi Ohno syv former for «waste» i boken *Toyota Seisan Hoshiki*. Målet var å identifisere ulike former for sløsing som kunne eliminere kostnader i produksjonen, og som igjen øker profitten.

Ohno skilte mellom *waste* i prosesser og operasjoner (Koskela et al. 2013);

«A process is a continuous flow by which raw materials are converted into finished goods. An operation, by contrast, is any action performed by man, machine, or equipment used on raw materials, or finished products.

Disse syv ulike formene for sløsing kan overføres til byggebransjen. Et poeng er at sløsing gjerne utløser sløsing, noe som kan føre til en ond sirkel av sløsing. De syv formene for sløsing ifølge Ohno er beskrevet under (Koskela et al. 2013):

1. Overproduksjon
2. Venting
3. Unødvendig transport
4. Unødvendig bevegelse
5. Unødvendig inventar
6. Overprosessering
7. Defekter

Figur 2-6 nedenfor illustrerer åtte former for sløsing. Den åttende formen er «mennesker» og er ikke i listen til Ohno, men i slutten av delkapittelet er det forklart flere former for sløsing som er relevant i byggsammenheng.



Figur 2-6: Åtte former for sløsing (Molde kommune 2015)

Overproduksjon

Er gjerne omtalt som den viktigste kilden til sløsing, da overproduksjon er forløper til de seks andre formene for sløsing. Overproduksjon vil si å produsere mer enn det som er etterspurt, og følger ikke pull-prinsippet om å produsere i takt med etterspørselen. Overproduksjon vil føre til flere former for synlig og skjult sløsing i byggeproduksjonen.

Venting

Kan oppstå pga. en foregående aktivitet ikke er i rute i forhold til opprinnelig planlegging, eller man ikke har tilstrekkelig med materialer eller verktøy. Dette er uheldig, og konsekvensen er at flyten vil avta betraktelig. Det vil oppstå sløsing og tidstap i produksjonen, som også kan spre seg videre til neste steg i arbeidslaget. Venting kan ofte skyldes dårlig informasjon, planlegging, overproduksjon, flaskehals m.m.

Unødvendig transport

Dette er unødvendig transport av materialer, verktøy og dokumentasjon. Et eksempel er materialer som må transporteres unødvendig fra en lokasjon til en annen, noe som legger til tid til prosessen uten noen form for tilførsel av verdi til flytenheten (huset). Problemstillinger med transport er ofte; hvor skal materialer lagres, hvor ofte skal det bestilles, har håndverkere nødvendig verktøy, og er informasjonen lett tilgjengelig.

Unødvendig bevegelse

All ineffektiv bevegelse i forhold til planlagt arbeid på flytenheten, ansees som unødvendige bevegelser på en arbeidsplass. Disse bevegelsene forbindes ofte med dårlig detaljplanlegging og dårlig prosess layout, noe som hindrer god flyt og verdiskapning. Ekstra bevegelser tillegger ikke verdi, kun økt tidsbruk til aktiviteten. Derfor er det viktig med bestemmelse av arbeidsfordeling.

Unødvendig inventar

Refererer til overflødig bruk av materialer i forhold til opprinnelige krav for produksjonen av huset. Dette gjelder råmaterialer, varer i arbeid og ferdigvarer. Overflødig bestillinger vil føre til lager og uoversiktlige materialforhold.

Over prosessering

Man behøver ikke å produsere bedre kvalitet enn hva kunden forventer. Ved å overprosessere bruker man unødvendig operasjoner som for eksempel reprosessering, flere operasjoner, mer direkte arbeid, ekstra kommunikasjon, dobbelt ettersyn osv. Leveres et hus av høyere kvalitet enn spesifisert, vil det øke kostandene.

Defekter

Møter ikke produktet, materialer eller servicen, den forventede kvaliteten til kunden, vil det regnes som en defekt. Defekter må rettes opp fortløpende. Er ikke arbeidet tilfredsstillende,

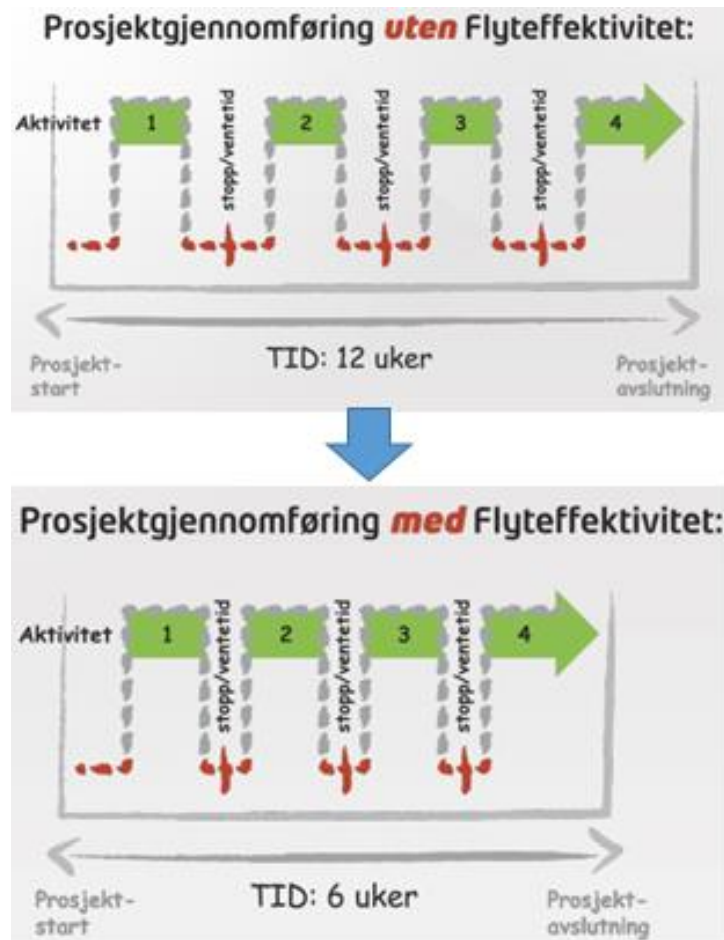
vil man måtte reparere dette, noe som er svært kostbart og tidkrevende. I tillegg vil man binde store ressurser av materialer og fagfolk for fikse problemene.

Koskela argumenterer for en åttende form for sløsing kalt *making-do*. Det går ut på å starte en aktivitet uten at alle forutsetningen for å starte aktiviteten ligger til grunn. Eksempel har en tømrer ikke tilstrekkelige med informasjon om utforming av bærekonstruksjon til et bygg, men starter byggingen, kan dette skape irrasjonelle sekvenser i arbeidet. I tillegg argumenterer Macomber & Howell i artikkelen til Koskela et al. (2013) at «The failure to speak and failure to listen» er enda en form for sløsing. Med dette mener de at man svikter i å bruke talent, kunnskap og evner mennesker innehar. Noe som igjen resulterer i sløsing av; informasjons, atferd og gode ideer (Koskela et al. 2013).

2.4 Flyt i byggeproduksjon

Begrepet flyt er tidligere beskrevet i TFV-teorien til Koskela, men det er ønskelig å øke forståelsen av flytbegrepet. Flyt i et byggeperspektiv, ser på byggeproduksjon som en prosess av transformasjoner av verdiskapende aktiviteter og ikke-verdiskapende aktiviteter (for eksempel venting, transportering og inspeksjon osv.). Hovedmålet med flyt-teorien er å eliminere de ikke-verdiskapende operasjonene, som også er kalt sløsing, og redusere variasjonen i produksjonen. Bedre flyt kan gi resultater i forbedring i ledetid, redusert variabilitet, fleksibilitet og transparens i produksjonen. Nå man omtaler flyt i et prosjekt, omtaler man det gjerne som *flyteffektivitet*.

I figur 2-7 nedenfor er det illustrert prosjekter med og uten flyteffektivitet.



Figur 2-7: Prosjekter med og uten flyt (Performance 2015)

Kraemer et al. (2007) Presenterer i International Group for Lean Construction (IGLC) fem ulike tolkninger av flyt for å skape en bedre forståelse av konseptet. Disse tolkningene presenteres her:

1. **Verdiskapende og ikke-verdiskapende:** Koskela var den første med sin TFV-teori til å beskrive flyt i byggeproduksjon, som sammensetting av verdiskapende aktiviteter (transformasjoner) og ikke-verdiskapende aktiviteter (venting, inspeksjon, flytting etc). Inspirert av Ford skal alle være i bevegelse og arbeidet skal bringes til arbeideren, og ikke omvendt. Må en arbeider vente på arbeidet, oppstår det sløsing. «Liker» nevner i artikkelen «How Construction Flows Have Been Understood In Lean Construction» (Kraemer et al. 2007) at man her ønsker å identifisere og eliminere all sløsing som øker kostnadene uten å øke verdien.
2. **Jevn flyt:** tar sikte på at byggeproduksjon skal ha en fornuftig progresjon. Målet er å tilpasse alle ressursene til hverandre for å få en kontinuerlig prosess i alle ledd. Dette sammenlignes med lineær planlegging, hvor en foregående aktivitet tilpasses den neste aktiviteten. Derimot skal det sies at en byggeprosess ikke alltid består av enkle operasjoner som alltid kan tilpasses.

3. **Variabilitet:** er variasjon og ujevnheten mellom alle enhetene i arbeid. Siden det er variasjon i alle deler av produksjonen, må man se på kombinasjonen av aktiviteter med input og output som gir den mest effektive sammensetning. Variabilitet kan deles inn i to typer: *prosess time* variabilitet og *flow* variabilitet. *Prosess time* variabilitet refererer til arbeidet på en arbeidsstasjon/aktivitet, mens *flow* variabilitet refererer til variabilitet skapt av ulike aktiviteter, med ulike inputs, i ulike lokasjoner.

4. **De Syv forutsetningene:** er forutsetninger som må ligge til rette for å sette i gang med hvilken som helst aktivitet i byggeproduksjonen. Skulle det mangle en eller flere av disse før eller underveis i produksjonen, mente Koskela at det kunne oppstå «making-do» sløsing, eller sagt på en annen måte; dårlig kvalitet, lengere ledetid, mot-produktivt arbeid og økt variabilitet. Siden byggeproduksjon har høy variasjon i inputs, skiller Koskela mellom materiale (komponenter) og immaterielle (vær, informasjon etc.). De syv forutsetningene i byggeproduksjon er;
 - Konstruksjonsdesign (informasjon, tegninger)
 - Komponenter og materialer er på plass
 - Arbeidere
 - Utstyr/verktøy
 - Nødvendig plass
 - Ferdigstilt forarbeid
 - Rammebetingelser - som vær, lisenser og offentlige regler

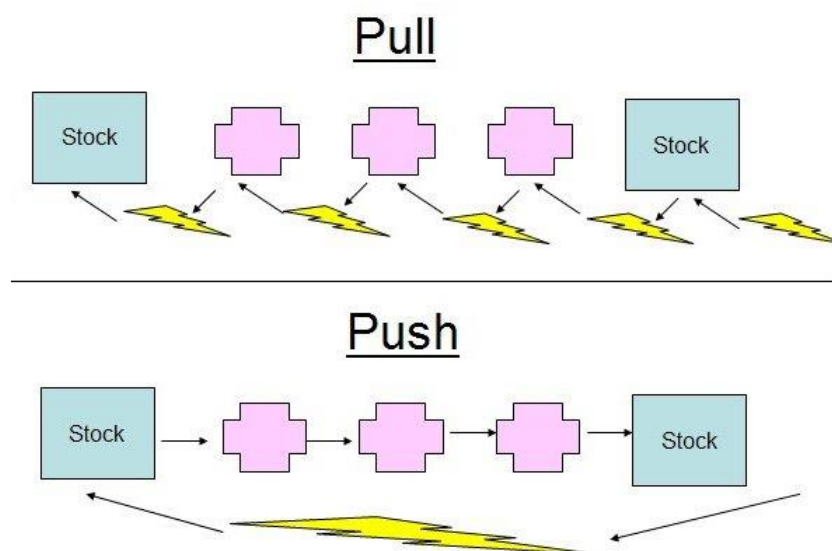
5. **Verdiflyt:** er nevnt tidligere under prinsipper om lean, og har opphav i Womack og Jones (2010). Målet er å få en kontinuerlig prosess av produkter og service, slik at hvert steg i prosessen har god flyt. Først må verdikjeden defineres med essensielle aktiviteter. Deretter må strukturen og relasjoner mellom ulike avdelinger koordineres.

2.5 Push og pull i produksjon

Venkatesh beskriver forskjellen mellom push og pull produksjon i artikkelen som (Zhou & Venkatesh 1999):

«In a push system, a preceding machine produces parts without waiting for a request from the succeeding machine. On the other hand, in a pull system a preceding machine produces parts only after it receives a request from the succeeding machine».

Neste figur viser forskjellen i pull og push produksjon:



Figur 2-8: Pull System (Learn Lean Manufacturing 2009)

«Push og pull» er kjent som «trykk og trekk» i norsk dagligtale. Enkelt forklart er et *push* system et system hvor produksjonen ikke er basert på faktisk etterspørsel, mens *pull* er styrt av faktisk etterspørsel. Pull produksjon gjennomføres ved at det sendes signaler mellom aktiviteter for å trekke produksjonen videre. Som nevnt tidligere er pull-systemet en integrert del av LP og «lean-thinking» med utgangspunkt i JIT. Med bruk av metoden minimeres unødvendig sløsing som lett kan oppstå med det historisk tradisjonelle push-systemet. Det er nødvendig å produsere ønsket type enheter og ønsket mengde til riktig tidspunkt. Det krever at leverandørene leverer tilstrekkelig mengder av produktet, med riktig kvalitet og til riktig tid (Zhou & Venkatesh 1999).

2.6 Fremdriftsplanlegging

Planlegging er selve grunnlaget for en vellykket gjennomføring av et byggeprosjekt. Hensikten med planleggingen er å få en jevn utnyttelse av personell og utstyr, slik at det oppstår minst mulig unødvendig dødtid samtidig som installatørene får tilstrekkelig med tid til sine arbeidsoppgaver. Derfor må aktiviteter ha en fornuftig oppbygning og tidsmessig riktig rekkefølge. Planleggingen kan inneholde både større og mindre detaljer, og planene vil variere avhengig av tidshorisonten vedrørende prosjektet. Det finnes mange ulike metoder og styringsverktøy for fremdriftsplanlegging og oppfølging (Tyrèn 2009).

I de tre neste avsnittene, beskrives Tyrèn (2009) sin fremstilling for ulike fremdriftsplaner, sett i forhold til planleggingsnivå og prosjektets tidshorisont. Først opprettes en fremdriftsplan for hele byggeprosjektet som kalles *prosjekt fremdriftsplan*. Denne planen kan eksempelvis suppleres med en prosjekteringsfremdriftsplan eller andre lignende planer, alt etter behov, størrelse på prosjektet samt utvalgt metode av entreprenør.

Når det gjelder byggeproduksjonen, så brukes det gjerne ulike fremdriftsplaner i ulike situasjoner. En *hovedfremdriftsplan* gjelder for hele prosjektets tidsperiode, og sammenfattes av de viktigste momentene fra *produksjonsfremdriftsplanene*. Produksjonsfremdriftsplanen strekker seg fra 2-6 måneders perioder, og inneholder for eksempel plan for grunnarbeid, fundamentering, råbygg og komplementering av innredning etc.

Videre har man mer detaljrike fremdriftsplaner for kortere tidsperioder. Tyrèn (2009) beskriver en plan for 1-3 uker frem i tid, som *ukefremdriftsplan* også kalt *ukeplan*. Ukeplanene fornyes kontinuerlig, noe som kalles rullerende planlegging. Har en plan et syklisk forløp, altså noe som gjentar seg, kalles dette et *repetisjonsskjema*.

Som beskrevet under delkapittel 2.1. om LPS, operer Ballard (2000) i sin LPS-metode med fire planleggingsnivåer for fremdriftsplanlegging; *hovedfremdriftsplan*, *faseplan*, *utvikksplan*, *ukeplan*. Det norske entreprenørfirmaet *Veidekke*, er en norske aktører som har utforsket Lean konseptet og LPS, og selv skaffet seg mye erfaring rundt temaet planlegging gjennom prosjektet «involverende planlegging» (Veidekke 2008). Neste figur 2-9 illustrere Veidekke sine ulike plannivåer.

Plansystemet i Involverende Planlegging

1. Hovedplan ⇒ Kontraksgrunnlag
2. Faseplan ⇒ Riktig hovedrekkefølge
3. Utkvikksplan ⇒ Fjerne hindringer, buffer av sunne aktiviteter
4. Ukeplan ⇒ Kun sunne aktiviteter
5. Lagsplan ⇒ Fordele arbeidsoppgaver
6. Morgenmøte ⇒ En siste sjekk av forutsetningene

Figur 2-9: Plansystem i Involverende planlegging (Veidekke 2008)

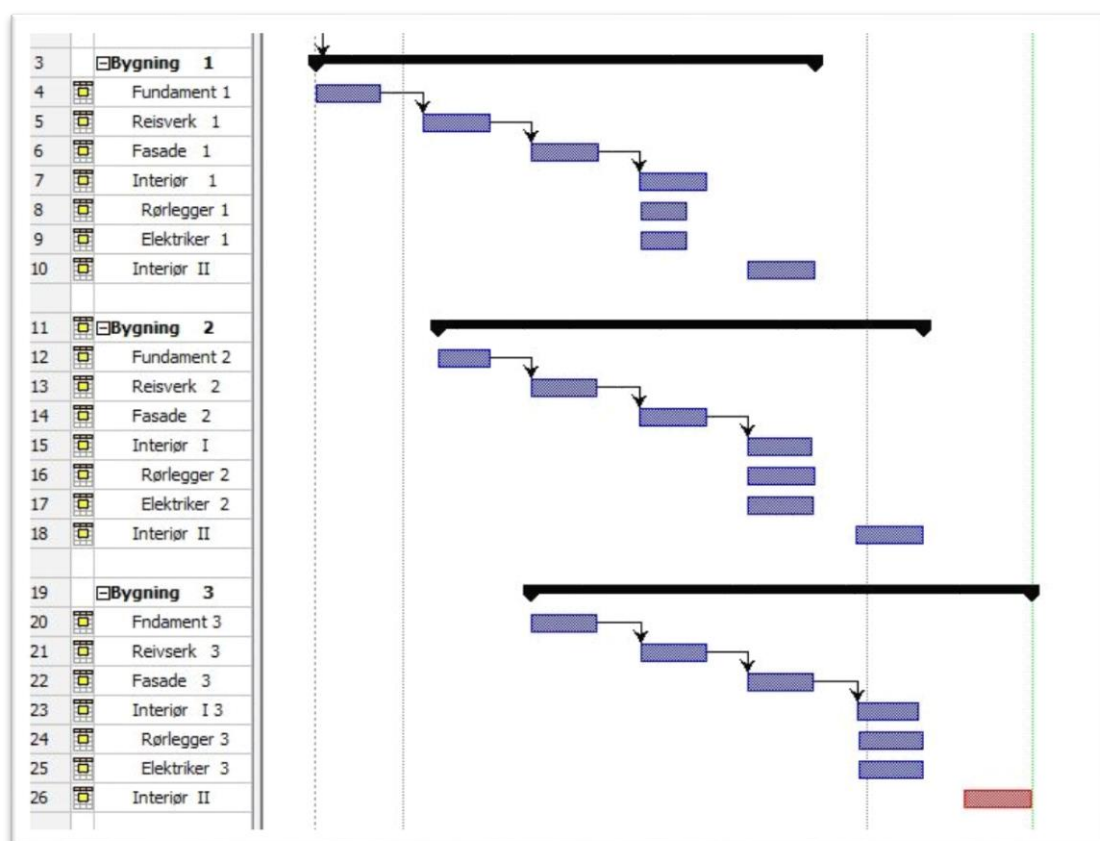
I prosjektet «involverende planlegging» beskriver Veidekke *hovedplan* og *faseplan* som strategisk planlegging. Mens *utvikksplan*, *uke plan* og *lagsplan* beskrives som operativ planlegging.

Tradisjonelle prosjektstyringsverktøy i byggenæringen

Planlegging trenger prosjektstyringsverktøy. De mest brukte metodene i byggenæringen vil kort presenteres i dette delkapittelet. Ønsker leser mer informasjon om enkelte metoder, kan leser skaffe informasjon på egenhånd.

Gantttdiagram

Gantttdiagram et mye brukt prosjektstyringsverktøy i norske byggeprosjekter. Diagrammet viser rekkefølge på aktiviteter med tilhørende forventet tidsperiode. Dette gir et oversiktlig overblikk over hvilke aktiviteter som er under arbeid, hva som er gjennomført og hva som skal gjøres. Dette verktøyet kan kombineres med ressurs- og kostplanlegging. Neste figur 2-10 viser et eksempel på Gantttdiagram.



Figur 2-10: Eksempel på Gantttdiagram av Heimdalstunet

Critical Path Metod (CPM)

Er et steg for steg prosjektledelsesverktøy for å planlegge prosesser og definere hva som er kritiske og mindre kritiske arbeidsoppgaver. Målet er å forebygge flaskehalser og problemer i underveis i produksjonen.

Program Evaluation and Review Technique (PERT)

PERT er brukt som et statistisk verktøy for å finne den optimale oppbyggingen av produksjonen. PERT viser sekvensens hyppighet, forhold og varighet til hver enkelt aktivitet i

form av et nettverk, og setter sammen dette nettverket for å få en optimal struktur. PERT er ofte brukt sammen med CPM.

LBS – Location Breakdown Structure - skråstreksplanlegging/lokasjonsbasert

LBS er et enkelt diagram for å vise lokasjon og tid for hvor et bestemt arbeidslag skal arbeid med en arbeidsoppgave. Det kan for eksempel avdekke arbeids-kollisjoner på arbeidsplassen, da tømrere, elektrikere og rørleggere trenger adgang til samme areal. LBS er ofte visualisert ved bruk av skråstrekdigram (flowlines).

WBS – Work Breakedown Structure

WBS dekomponerer et prosjekt i mindre definerte arbeidsoppgaver som skal utføres av prosjektgruppen. Denne arbeidsdelingen gir detaljerte kostnadsestimater og kontroll på tidsplan.

2.7 Logistikk

God logistikk er et viktig suksesskriterie i byggeprosjekter. Generelt handler logistikk om å styre varestrømmer mest mulig effektivt og rasjonelt. Ifølge Lysons og Farrington (2006) er logistikk den totale forvaltningen av de sentrale nøkkelfunksjoner i forsyningskjeden; anskaffelse, produksjon og distribusjon. I disse tre funksjonene inngår innkjøp, produktutvikling, produksjon og installasjon, lagring, inventar, transport og levering. For å summere opp er det en prosess for å håndtere bevegelser, lagring av varer og materialer fra kilden til endelig forbruk. Det er læren om hvordan delprosesser henger sammen og om aktivitetene er logisk satt sammen. Målet med logistikk er å oppnå effektiv flyt, god informasjonsflyt og smart lagring av varer.

Logistikk i byggebransjen er svært komplisert på grunn av ulike verdikjeder med mange aktører. De involverte partene må bli kjent og bygge tillitt. Samarbeidet skal være gjennom både nåværende prosjekt og ofte fremtidige prosjekter. De mest vanlige logistikk utfordringene i bygge bransjen er (Hørlyk 2015);

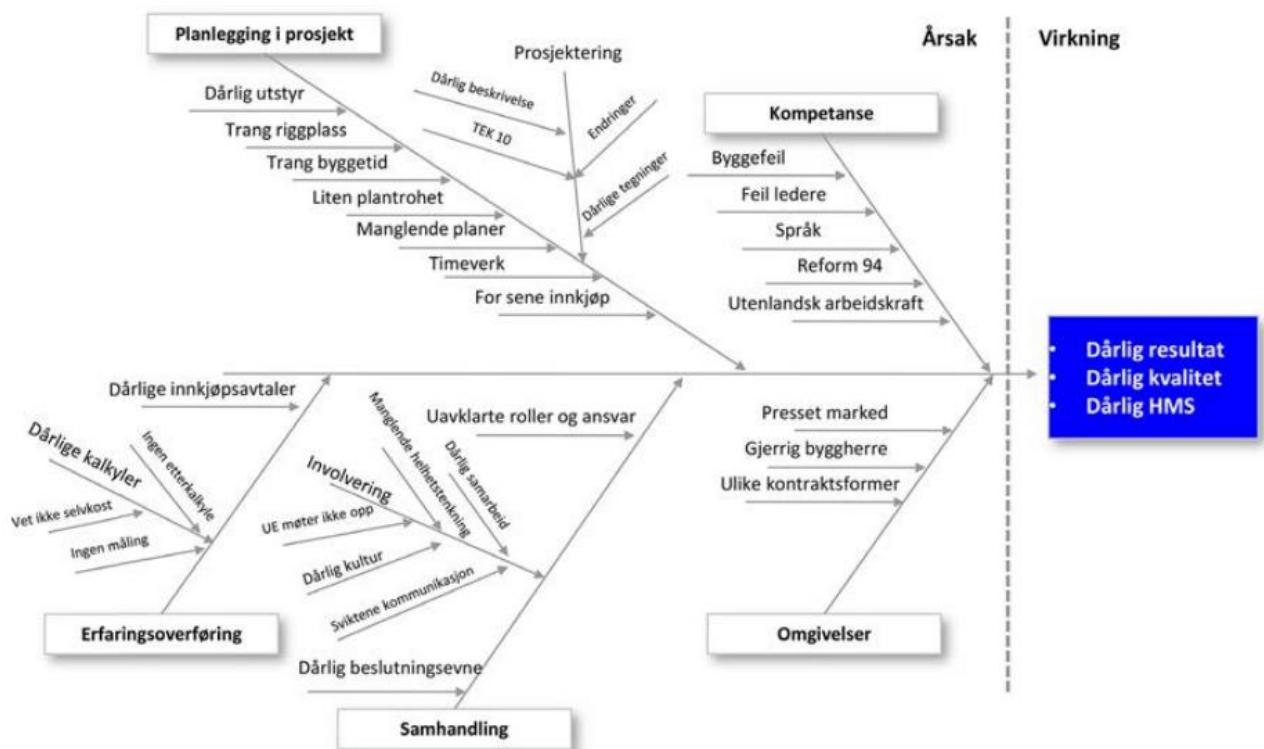
- Venting på avklaring og materialer
- Byggefeil
- Leting etter verktøy og utstyr
- Unødvendig transport og ineffektive prosesser
- Få materiale til bruksområde

Forskning peker på at god logistikk kan ha stor innvirkning på produktiviteten på byggeplassen. Spesielle momenter som trekkes frem er detaljert planlegging, orden og ryddighet på arbeidsplass, god kommunikasjon mellom alle parter, klare rollefordelinger og

ansvar samt gode prosesser. Et prosjekt i Bergen peker mot fem fokusområder hvor man trengte økt logistikk kunnskaper (Hørlyk 2015);

- Planlegging
- Samhandling
- Kommunikasjon/transparens
- Kontroll og KPI (Key Performance Indicators)
- Kompetanse

Neste figur 2-11, viser erfaringene gjort ved prosjektet i Bergen gjennom et fiskediagram over utfordringer i logistikken.



Figur 2-11: Fiskediagram av logistikk problemer (Hørlyk 2015)

Logistikk på byggeplassen

ADP-plan (Arbeidsplass Disposisjons Plan) er et verktøy for logistikk og kommunikasjonen på en arbeidsplass, og kan sammenlignes med en riggplan. Hvor en riggplanen baseres på plassering av brakker og utstyr i forhold til produksjonsteknikk og bemanning, er APD-planen utarbeidet for kontroll av intern materialhåndtering og leveranser av materialer. Den skal gi et mest mulig oversiktlig bilde av plassering av materialer, og skape en effektiv arbeidsplass. Her er det hele tiden viktig at materialene er enkelt tilgjengelig ved tiltenkt bruksområde.

2.8 Akkordtariff

Det er vanlig å bruke akkordlønn i byggebransjen. Akkordlønn er et prestasjonslønnssystem hvor man får betaling etter produksjonsresultatet. Det er utviklet landsomfattende akkordtariffer for fag innenfor bygg- og anleggsbransjen, men ofte utarbeides det egne akkordtariffer i bedriftene. Dette lønnsystemet fungerer godt i bygg- og anleggsgfag, da arbeidsmetoder er gjerne preget av gjentakelser. Akkorden er kjent for å ha en positiv effekt og gi økt produktivitet, da arbeiderne får høyere timelønn etter hvor mye kvantum de produserer (Fellesforbundet 2015). Under er det lagt ved en link med de ulike akkordtariffene for fag innenfor byggsektoren. Disse er tilgjengelig for alle på nett, og man kan klikke seg inn på ønsket akkordtariff.

<http://www.fellesforbundet.no/Lønns--og-arbeidsvilkar/Akkordtariffer/Akkordtariffene/>

Akkorden gir muligheter for å sette en pris en gitt produsert mengde. For eksempel kan man sette en pris på x-antall kvm. vegg produsert. I akkordtariffen står det en enhetstid som beskriver tiden du trenger pr. kvm.

2.9 Prefabrikasjon

Prefabrikasjon er en produksjonsprosess, og betegnes i byggebransjen som at større eller mindre bygningsdeler blir fremstilt på fabrikk (Thue 2009). Produksjonen foregår gjerne på spesialiserte fabrikker, som fremstiller alt fra mindre komponenter til for eksempel ferdigmoduler til et bolighus.

Det finnes mange forskjellige former for prefabrikkering, og det har over tid blitt mer og mer en del av byggemetoden. På denne måten kan arbeidet på byggeplassen reduseres, samtidig som det gir et mer kontrollert miljø, med god materialhåndtering og lagring.

Bygningsmateriell og utsyr er alltid under tak, uten påvirkning fra ytre forhold som kan oppstå ved utendørs prosjektarbeid.

Det er benyttet stadig mer prefabrikkerte komponenter i byggebransjen de siste årene. Spesielt er det benyttet en del prefabrikkering i betongbygg ved bruk av søyler, dekker osv., men også i bolighus av tre, med takstoler, søyler og prekappede materialer. «Prekapp» betegnes som forarbeidet materialer som er tilpasset et spesielt formål. Disse materialene er gjerne markert og levert rett til bruksområdet, og på den måten slipper for eksempel tømmer å bruke tid på kapp og svinn av materialer.

Som nevnt variere prefabrikasjonen alt etter prefabrikasjonsgraden, og kan sees på som en økende industrialisering med bruk av mekanisk produksjon, roboter og reproduksjon (Jaillon & Poon 2009). Formålet er å øke kvaliteten og gjøre produksjonen mer effektiv.

I følge Gibb (1999) skilles det mellom prefabrikkering *on-site* (produksjon på byggeplass) og *off-site* (prefabrikkering). Off-site prefabrikkering deles inn i tre grader:

- Ikke-volumetrisk elementer
- Volumetriske elementer
- Byggmoduler

Spørsmålene som stilles er;

1.Hva er den optimale fordelingen mellom de forklarte metodene ovenfor, sett i forhold til prosjekt og byggemetode.

2. Hva skal produseres på byggeplassen, og hva skal produseres i fabrikk.

3 METODE

Dette kapitlet har som hensikt å forklare hvilke metoder oppgaven er basert på, og hvordan forfatter har gått fram med de valgte metodene. Kapitlet starter med å introdusere samfunnsvitenskapelige metode, med tilnærmingene kvalitativ og kvantitativ metode, og pålitelighet og gyldighet til innhentet informasjon. Videre vil forfatter se nærmere på den anvendte metoden og tilhørende fremgangsmåte.

Forskningsspørsmålet legges ved:

Hvilke faktorer i gjennomføringsfasen har hatt betydning for variasjonen i produktivitet ved boligprosjektet Heimdalstunet?

Basert på forskningsspørsmålet er det utarbeidet to delspørsmål som skal belyse forskningsspørsmålet. Delspørsmål:

1. *Definere hva som skaper variasjon i repeterende boligprosjekter?*
2. *Hvordan kan prinsippene; verdiskapning i produksjonen, verdikjeden, flyt, produksjon og søk perfeksjon, belyse hva som skaper variasjon i gjennomføringsfasen?*

3.1 Samfunnsvitenskapelig metode

Samfunnsvitenskapelig metode angir hvordan man kan gå metodisk til verks for å undersøke et ønskelig forskningsspørsmål. I korte trekk dreier det seg om ulike fremgangsmåter for innsamling, bearbeiding og tolkning av data. Den valgte metoden skal fungere som en veiledning for å undersøke om en antagelse er i overenstemmelse med virkeligheten, og at undersøkelsen er gjennomført på en tilfredsstillende måte. Det settes strenge krav til gyldighet og pålitelighet ved bruk av forskningsmetode og innsamlet data (Johannessen et al. 2010).

Kvalitativ og kvantitativ metode

Samfunnsvitenskapelig metode skiller mellom kvalitative og kvantitative metoder. Kvalitativ og kvantitativ refererer til spesielle egenskaper. Kvalitativ refererer til kvalitet og viser til egenskaper ved fenomener, mens kvantitativ referer til kvantitet og viser til mengde eller antall. Hvilken metode som velges kommer an på oppgavens formål (Johannessen et al. 2010).

Kvantitative metoder er mer strukturert og formalisert enn kvalitativ metode. Metoden forholder seg til data i form av kategoriserte fenomener og legger vekt på opptelling og utbredelse av fenomenene. Her er gjerne kategoriseringen gjort på forhånd. Det brukes

gjør ulike statistiske teknikker for bearbeidelse av innsamlede data (Johannessen et al. 2010).

Kvalitative metoder forholder seg til data i form av tekst, lyd og bilde. Her legges det vekt på fortolkning av data, da de ulike kjennetegnene ikke kan telles i forskjellige kategorier. Det legges stor vekt på forskerens egen forståelse og tolkning, samtidig som det gir fleksibilitet i datainnsamlingen (Johannessen et al. 2010).

Forskningskvalitet - Reliabilitet og validitet

«En evalueringsrapport skal gi en beskrivelse av hvilke metoder og datakilder som har vært benyttet, og beskrive begrensningene knyttet til metodevalget og de foreliggende data. Metodene bør beskrives i tilstrekkelig detalj til å kunne vurdere påliteligheten av data, og gyldigheten av informasjonen bør også angis og drøftes» (Samset 2014). Gjennom validitet og reliabilitet vil man sette spørsmålsteget med forskningsmetodens *gyldighet og pålitelighet*.

For at en hypotese kan undersøkes er det viktig at reliabiliteten til brukte data er tilfredsstillende. Reliabilitet er i hovedsak et spørsmål om i hvilken grad av informasjonen er etterprøvbart. Etterprøvbart vil si at en uavhengig undersøkelse av samme fenomen ville kunne gi tilnærmet identiske resultater. For eksempel vil en gjennomføring av en lignende undersøkelse av to uavhengige forskere, oppnå tilsvarende like resultater. Her er det viktig at måleprosessene er frie for unøyaktigheter (Samset 2014; Svartdal 2015)

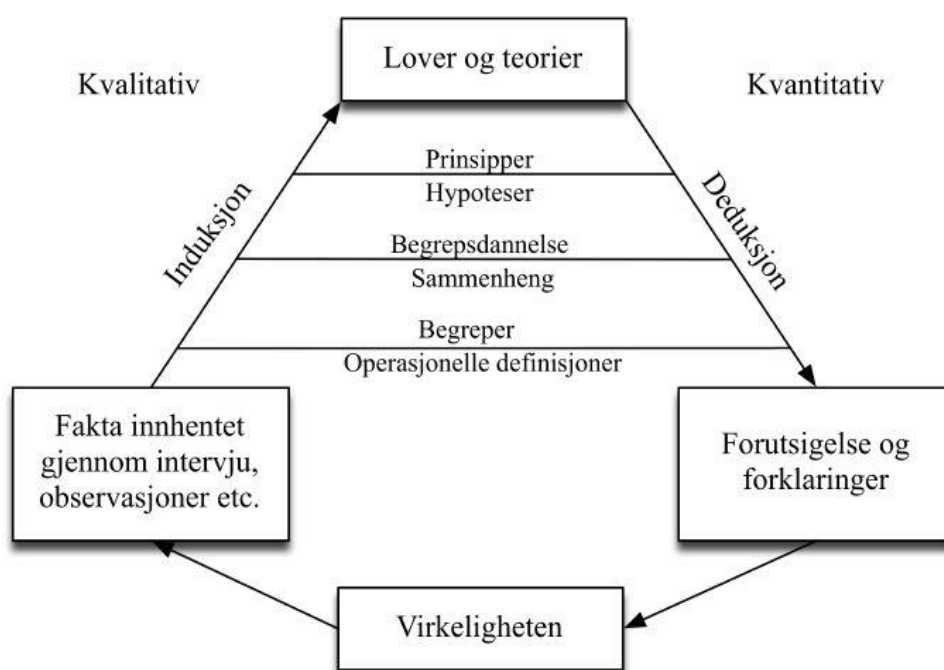
Det at man oppnår høy reliabilitet vil ikke automatisk si at man oppnår høy validitet ved samme undersøkelse. En høy reliabilitet er ikke en garanti for at man måler den egenskapen man har ment å måle. Dette forklares med validitet.

Validitet (gyldighet) sier noe om hvorvidt undersøkelsen virkelig måler det den har til hensikt å måle. Altså om informasjonen er relevant for den valgte problemstilling. Det skilles normalt mellom intern og ekstern validitet. Intern validitet kan forklares i hvilken grad et studie kan gi en årsakssammenheng mellom antatt årsaksfaktor og antatt virkning. Det vil si, om funnene skyldes de faktorene man tror det er. Ekstern validitet sier noe om resultatene fra et studie kan generaliseres utover eget omfang. Det vil si om resultatene kan være gyldig for et utvalg ut over det opprinnelige utvalget som ble undersøkt (Dahlum 2015; Samset 2014)

3.2 Anvendt metode

Det er valgt en induktiv fremgangsmåte i rapporten. Rapporten har en generell åpen tilnærming om fenomener og observasjoner. Det samles inn informasjon som senere analyseres og bearbeides for å generere en subjektiv oppfatning, uten en forhåndsbestemt hypotese. Denne oppfatningen utledes på basis av erfaringer og tilgjengelige opplysninger som forfatteren samler inn i forskningsperioden (Samset 2014).

Figur 3-1 viser sammenhengen mellom induktiv og deduktiv forskning:



Figur 3-1: Induktiv og deduktiv (Bergesen 2014)

Rapporten bruker hovedsakelig en kvalitativ tilnæringsmetode, men baserer seg også på innhentet kvantitativt tallmateriale. Det skal generaliseres en oppfatning av problemstillingen gjennom en tilnærmingen ved;

Brukte kvalitative metoder:

- Litteraturstudie
- Casestudie med kvantitative tallmaterialer
- Intervjuer

Litteraturstudie

Litteraturstudiet er essensielt for oppbygning av relevant teori, for å kunne forstå oppgavens mål og forskningsspørsmål. Gjennom litteraturstudie var hensikten å skaffe relevant informasjon om *Lean, flyt, logistikk og planleggingsverktøy/-metoder*, relatert til byggebransjen. Også generell teori om gjennomføringsfasen i et byggeprosjekt har vært

prioritert. Ettersom det er skrevet og forsket mye rundt de nevnte temaene, har det vært nødvendig å få en god oversikt over teorien. Dette for å selektere ut hva forfatter anser som viktigst. Arbeidet ved å innhente informasjon bestod hovedsakelig av søk etter relevant teori i databaser og søkemotorer, og søk i diverse biblioteker etter litteratur. Ellers har hovedveileder og flere veiledere i Block Watne kommet med informasjon underveis i prosessen, som har hjulpet til å forme valg av litteratur.

Liste over benyttede søkemotorer/databaser:

- BIBSYS og Oria
- Google Scholar
- Brage
- Statistisk Sentralbyrå (SSB)

Fremgangsmetoden for søk etter litteratur på nettbaserte søkemotorer eller i databaser, har vært å søke etter artikler, rapporter eller e-bøker med ønsket innhold. Det ble brukt søkeord som eksempel; *lean construction, measuring flow in construction, lean i norsk byggebransje* i søkemotorer. Søkemetoden har gitt både ønskede resultater, men også mindre relevant informasjon. Derfor har det vært viktig å selektere ut de kildene forfatter mener er mest pålitelige og gyldige, for å sikre at innholdet er relevant og god informasjonen.

Feilkilder

Det er brukt en kombinasjon av både nyere og eldre kilder, dette for å møte og forstå utviklingen innen temaet. Nyere kilder kan inneholde feil på grunn av færre etterprøvede undersøkelser, mens eldre kilder kan være utdatert i forhold til dagens «status quo».

Casestudie

«En casestudie et dyptgående studie av en enhet» (Samset 2014), og brukes for å beskrive et bestemt fenomen gjennom dypere forståelse og innsikt i fenomenet. Casestudier tar gjerne for seg et bestemt antall tilfeller som kan belyse sider ved et prosjekt eller en prosess som én helhet. Casestudie fungerer som en evaluering som gir innsikt i hvordan prosjektet fungerer, og hvorfor ting utvikler seg som de gjør (Samset 2014).

Rapporten søker forståelse om gjennomføringsfasen i prosjektet *Heimdalstunet*, som også delvis beskriver den generelle utførelsen av gjennomføringsfasen i Block Watne. Med bakgrunn i dette kunne forfatter gjøre seg opp en mening om den generelle gjennomføringen av byggeprosjekter av Block Watne. Casestudiet tok utgangspunkt i både kvantitative og kvalitative data fra prosjektet. Nærmere bestemt intervjuer og tallmateriale. Disse dataene fungerte som et evalueringsgrunnlag for å få innsikt i hvorfor ting er som de er (Samset 2014).

Kvantitative data fra casestudie

Det ble skaffet en god del kvantitative data om prosjektet Heimdalstunet. Dette ble innhentet fra Block Watne sine interne økonomisystemer, som inneholder informasjon om alle prosjekter. Forfatter har fått tilgang til et utvalg av dette tallmaterialet. Dette tallmaterialet ble senere bearbeidet i Excel og er lagt til som vedlegg i oppgaven [Vedlegg A.1- A.3]. Ut ifra tabellene som er vedlagt, er det laget egne tabeller og diagrammer som vises og forklares i kapittelet 5, *resultater*.

Noe av dataene forfatter har fått tilgang til, ansees som sensitive og er derfor ikke tatt med eller diskutert i denne rapporten. Det som er tatt med i rapporten av kvantitativt tallmateriale har gjort det mulig å gi de kvalitative intervjuene en ekstra dybde.

Vedleggene fra casestudie inneholder:

- Totale materialkostnader og tømmerkostnader
- Registrerte arbeidstimer
- Prosjektstart av betong og trearbeid

Feilkilder

Det er viktig å være kritisk til tallmaterialet. Feilkilder i tallmaterialet kan for eksempel være registreringen av materialer knyttet til tun. Her kan det oppstå feil i registreringen etter som ubrukte materialer blir tatt med videre til neste tun.

Forklaring av utvalgte tun

Det ble innhentet informasjon om hvert enkelt tun på boligfeltet «Heimdalstunet». Boligfeltet bestod av 17 tun, ni av typen 6-boliger og åtte av typen 4-boliger [Vedlegg A.1- A.3]. Disse boligene er både horisontalt og vertikalt delt (se figur 4-2). Siden prosjektet ikke var ferdigstilt da forfatter begynte å undersøke feltet, er det kun tatt med data fra tun som er ferdigstilt eller tilnærmet ferdigstilt. Av de 17 tunene var det 12 tun som var tilnærmet ferdigstilt, hvor ni av disse var typen 6-boliger per tun og tre typen 4-boliger per tun. Siden det var vanskelig å sammenligne de to bolig typene, tar oppgaven kun utgangspunkt i 6-boliger-tunene.

Andel tømmerkost

Det er benyttet en regnemetode for å beregne andel tømmerkost, noe som er vanlig å gjøre i Block Watne. Her deler du tømmerlønn over totale materialer, for et utvalgt tun. Dette vil vise forholdet mellom totale materialer og tømmerkostnader. Regnemetoden er illustrert:

$$\text{Andel tømmerkost} = \frac{\text{Tømmerlønn}}{\text{Totale materialkostnader}} \times 100$$

Intervjuer

Det ble gjennomført 5 intervjuer av totalt 7 informanter. Ifølge Kvale og Brinkmann 2009 i Johannessen et al. (2010), karakteriseres et kvalitativt forskningsintervju som en samtale med struktur og formål. Intervjuet har som mål å forstå og beskrive noe. Intervjueren stiller spørsmål og informanten følger opp med svar. Spørsmål knyttet til problemstillingen kan være beskrivende, fortolkende og teoretisk.

Antall intervjuede kommer an på oppgavens problemstilling, og hvor mange det er hensiktsmessig å intervjuer i forhold til prosjektet. Det er også begrenset med tid, og muligens økonomi, tilknyttet til en masteroppgave. I dette tilfellet, er det begrenset med tid og kvalifiserte personer Block Watne anser som kvalifiserte informanter vedrørende prosjektet Heimdalstunet. Ut ifra dette ble det bestemt et antall personer som det var hensiktsmessig å intervjuer. Noe som ble færre en 10 intervjuede. Ifølge Johannessen et al. (2010) er dette tilfredsstillende så lenge de utvalgte informantene har den ønskede kunnskapen og informasjonen.

Gjennomføringen av intervjuene har vært delvis strukturerte og har hovedsakelig bestått av intervjuer og informant. Fire av intervjuene bestod kun av intervjuer og informant, mens ett intervju ble gjennomført som et gruppeintervju av intervjuer og tre informanter. Dette vises i tabell 3-2. Gruppeintervjuet ble også gjennomført som et delvis strukturert intervju. Gruppeintervjuet ble arrangert på grunn av tidsmessige årsaker for de tre intervjuede informantene. Det var på forhånd laget en intervjuguide med utvalgte spørsmål. Rekkefølgen på spørsmål og tema var forholdsvis fastlagt, men intervjuet ble tilpasset dialogens utvikling. Informantene fikk på forhånd informasjon om tema og mulige spørsmål som kunne bli stilt under intervjuet, slik at de kunne forberede seg. I etterkant har det vært mulig for både informant og rapportens forfatter å utveksle informasjon, hvis nødvendig.

Feilkilder

Feilkilder ved intervjuene kan være at informantene ønsker å fremstille sin arbeidsplass og sine arbeidsoppgaver, på en ønsket måte, og derfor opptrer mindre objektiv eller selvkritisk. I tillegg er de observerte tunene produsert over en lengre tidsperiode, noe som kan gjøre det vanskelig for informantene å huske, detaljer og nøyaktige hendelser.

Oppsummering av reliabilitet og validitet ved anvendte metoder

Reliabiliteten og validiteten til anvendte metoder oppsummeres i tabell 3-1. I tabell 3-2 diskuteres metodene; litteraturstudie, casestudie og intervjuer.

Tabell 3-1: Oppsummering av reliabilitet og validitet

3-1: Oppsummering reliabilitet og validitet		
	<u>Reliabilitet</u>	<u>Validitet</u>
Litteraturstudie	God	Middels
Casestudie	God	Middels
Intervjuer	Middels	God
Totalt:	God	Middels

Tabell 3-2: Diskusjon av metoder

Litteraturstudie

Reliabilitet: Det er benyttet en blanding av gamle og nye kilder. Kildene er gjennomgått og ansett som gode kilder. I tillegg er det søkt etter flere kilder om samme tema, for så å velge den mest pålitelige og informasjonsrike kilden. I tillegg er det benyttet et fornuftig antall kilder i oppgaven, noe som gir god etterprøvbarehet. Reliabiliteten ansees derfor som god.

Validitet: det er en god blanding av litteraturen. Da forfatter ikke var sikker på hva som trengtes av litteratur ved starten av rapporten, var det vanskelig å vite nøyaktig hva som var viktig. Litteraturen omhandler tema direkte om problemstillingen, men også tema hvor det trekkes paralleller fra andre bransjer. Validiteten ansees som middels god.

Casestudie: tallmaterialet

Reliabilitet: tallene er hentet direkte fra Block Watne sine interne prosjektrapporter. Derfor ansees tallene som ekte, og vil andre utforske samme tallmateriale vil de oppnå like resultater. Reliabiliteten ansees som god.

Validitet: tallmaterialet viser delvis hva problemstillingen ønsker å måle. Problemet med tallmaterialet er at det ikke viser underliggende detaljer. Registreringen av talldata på byggeplass kan noen ganger et gi feil bilde av forholdene, da for eksempel materialer kan bli registrert på feil tun ved gjenbruk av tidligere registrerte materialer. Derfor må tallmaterialet sees på med et svært kritisk blikk. Alt behøver ikke å stemme selv om det kommer fra en

troverdig aktør. Dog virker registreringen av arbeidstimer å være nøyaktig på grunn av kategoriene akkord og timelønn. Man skal også være kritisk til om caset kan være representativt for et større omfang. Akkurat dette mener forfatter er tilfellet. Validiteten ansees totalt sett som middels.

Intervjuer

Reliabilitet: viktige sitater fra intervjuene er sitert i rapporten, noe som gir leseren et godt innblikk av virkelig gitt informasjon. Alle intervjuene ble tatt opp på lydbånd. Dette gir intervjuer gode arbeidsforhold for å analysere materialet. Informantene var åpne og villige til å svare på spørsmålene, men enkelte informanter ga inntrykket av å beskytte sine egne resultater og metoder. Derfor ansees reliabiliteten som middels god.

Validitet: Spørsmålene var godt definert og tilpasset problemstillingen. Også dialogen med informantene økte validiteten, da informantene fikk god tid til å formulere seg og rette opp misforståelser underveis. Intervjuede var byggeleder og bas/tømrer, og var de beste intervjuobjektene i forhold til rapportens formål. Validiteten ansees som god.

3.3 Intervjudesign

Intervjuguide

Intervjuguiden er vedlagt i sin helhet i vedlegg B. Det ble laget to forskjellige intervjuer, et tilpasset «byggeleder» og et tilpasset «bas/tømrer». Intervjuet er bygget opp med en innledning om informanten og generelle spørsmål rundt prosjektet, for så å gå over til nøkkelspørsmål relatert til rapportens problemstilling.

Utvalgsstrategi

«Ved en kvalitativ undersøkelse, er det hensiktsmessig å rekruttere informanter som gir mest mulig kunnskap om fenomenet, og ikke foreta statistiske generaliseringer» (Johannessen et al. 2010). Ut ifra dette, er det foretatt et strategisk og taktisk utvalg av informanter. Informantene er rekruttert i henhold til oppgavens formål, som er tilpasset etter kunnskap og informasjon om gjennomføringsfasen. Siden Block Watne har et enkelt oppsett av organisering av sine prosjekter, var det ikke vanskelig å velge ut alternative informanter med nødvendig kompetanse og erfaring (Johannessen et al. 2010).

Ettersom det kun er én byggeleder på Heimdalstunet, ble det avtalt med avdelingsleder i Sarpsborg at det var hensiktsmessig å intervju flere byggeledere. Dette vil skape en større forståelse av byggelederens roll i prosjekter, og ulike synspunkter ved flere prosjekter. I

t tillegg ble det sett på som relevant å intervju baser fra de fire forskjellige byggefasene. Det ble poengtert at bas i interiør II (fase 4), ikke ville være hensiktsmessig å intervju. Valg av byggeledere og baser skyldes deres forskjellige synspunkter, erfaringer og arbeidsoppgaver.

Utvalgets størrelse

Ofte er det vanskelig å avgjøre hva som er *nok* intervjuer i forhold til oppgaven. Men ettersom ikke alle informant-objektene har like mye nyttig informasjon for oppgaven, på grunn av for eksempel liten erfaring, språkbarrierer og lignende, ble det valgt ut syv informanter. Det ble valgt tre byggeledere, tre baser fra ulike faser i produksjonen og 1 tømmer (ikke bas).

Rekruttering av informanter

Man kan karakterisere rekrutteringsmetoden som *personlig rekruttering*. Alle informantene er rekruttert ved Block Watnes distriktsavdeling i Sarpsborg.

I mai 2015 ble det avholdt et møte med hovedveileder og et utvalg av ledelsen i Block Watne. Her ble rammene for samarbeidet avtalt, hvor det kom frem til en litt uklar retning for oppgaven, men det ble bestemt hovedlinjer. Det ble opprettet kontaktperson på avdelingen i Sarpsborg, og denne kontaktpersonen har ordnet med aktuelt prosjekt og tilgjengelige informanter.

Tabell 3-3: Oversikt over intervjuobjekter

Stilling	Informant nr.	Forkortelse	Prosjekt tilhørighet
Byggeleder	1	BL1	Generelt
Byggeleder	2	BL2	Generelt
Byggeleder	3	BL3	Heimdalstunet
Bas - stamme	4	BAS1	Heimdalstunet
Bas – fasade	5	BAS2	Heimdalstunet
Bas - interiør I	5	BAS2	Heimdalstunet
Tømmer - fasade	5	BAS2	Heimdalstunet

Dokumentering av intervjuet

Før intervjuene startet ble det spurt om informantene samtykket i lydopptak av intervjuet. Dette var greit for alle informantene. Lydopptakene ble i senere tid bearbeidet (transkribert), og det ble selektert ut ønsket informasjon. Flere av informantene ga signaler om at det var muligheter for å kontakte dem igjen per epost, hvis det var ønskelig. En av informantene ønsket å se analysen av intervjuet for å etterse kvaliteten.

Kvalitativ dataanalyse

Når intervjuene var ferdig startet analyse og tolking av kvalitativ data. Her bør den som har samlet inn data, også være den som analyserer og fortolker dataet, da denne personen besitter relevant teori, forståelse og hypoteser som er utgangspunkt i dataanalysen. Dataanalysen var organisert på følgende måte (Johannessen et al. 2010):

1. Organiser data etter tema
2. Systematisere og redusere datamaterialet
3. Analysere og tolke

Bearbeiding av dybdeintervjuene startet like etter de var ferdig, for å ivareta det inntrykket og tolkningen man skaper seg under intervjuene. Det ble laget referater fra hvert intervju, som senere ble kategorisert og sammenlignet etter tema og spørsmål, for å sikre kvaliteten. Når alt var systematisert på ønskelig måte, startet analysen og tolkningen av materialet.

3.4 Oppbygning av resultat- og diskusjonskapittel

Materialet ble videre kategorisert inn etter tema i resultatkapittelet. Oppsettet av temaene er gjennomgående like i både resultat- og diskusjonskapittelet. Temaene er kategorisert etter følgende to prinsipper:

1. Første tema handler om variasjon i tallmaterialet, som hentet fra både kvantitative og kvalitative resultater. Her er intervjuene og resultatene samlet om hva som årsak til variasjon i gjennomføringsfasen. Temaet er;
 - Variasjon i tallmaterialet
2. Videre har forfatter prøvd å se detaljer i produksjon og metoder i gjennomføringsfasen ved Heimdalstunet, og generelt i Block Watnes prosjekter. Dette for å finne underliggende faktorer som er årsak til variasjonen. Denne inndelingen er inspirert av «*fem prinsipper i Lean Production*» utdypet i teoriens delkapittel 2.1. Det er viktig å poengtere at temaene følger en egendefinert tematisering, og ikke nødvendigvis Lean Production sine fem prinsipper. De fem temaene er;
 - Verdiskapning i produksjonen
 - Verdikjeden
 - Flyt
 - Produksjonen
 - Søk perfeksjon

4 CASE

Dette kapitlet skal beskrive prosjektet Heimdalstunet, og Block Watne sin organisering på byggeplassen. Casestudiet skal informere leser om bedriften, deres verdikjede og produksjonsprosess.

4.1 Block Watne



Figur 4-1: Block Watne logo, (Kilde: Block Watne)

Block Watne er per dags dato en av Norges største boligbyggere og ble den 20. juni 2014 kjøpt opp av OBOS-konsernet og tatt av børs. Deres kjernevirksomhet er å utvikle egne boligprosjekter og de bygger årlig ca. 1000 boliger rundt om i Norge. 90 % av omsetning er direkte knyttet til utvikling av egne boligprosjekter hvor de selv (egenregi) står for hele verdikjeden: kjøp av tomter, utvikling av boligprosjekter, bygging og salg. Prosjektene består av leiligheter i terrasse eller blokk, rekkehus/tomannsboliger eller eneboliger. De legger stor vekt på å bygge i boområder utenfor de største pressområdene, og har en tomtebank på ca. 14 000 tomter. Block Watne er desentralisert i oppgaver og kompetanse, og er delt opp i 19 distriktskontorer hvor oppgaven om prosjektet «Heimdalstunet» er i samarbeid med distriktskontoret i Sarpsborg.

Tabell 4-1: Nøkkeltall Block Watne 2014 (Kilde: Block Watne)

Tabell 4-1: Nøkkeltall Block Watne 2014	
Omsetning	2.2 mrd. kr
Bygger årlig	1 000 boliger, leiligheter, rekkehus
Tomtebank	14 000
Eier	OBOS-konsernet
Hovedkontor	Vika, Oslo
Distriktskontorer	19
Ansatte	560, hvor 310 er tømrere

Heimdalstunet

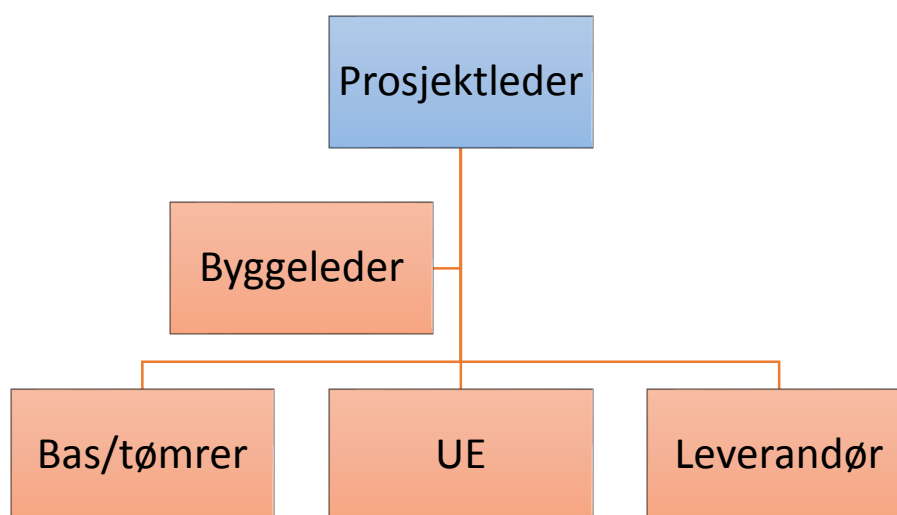
Området ligger i Rygge kommune, tett opp til kommunegrensen til Moss. Området ble kjøpt opp som et ferdig regulert område med opparbeidet infrastruktur. Det er benyttet en leilighetstype kalt *Vega*, som er en godt kjent hustype i bedriften. Det er bygget med to forskjellige utforminger som består av enten fire eller seks boliger per tun. Boligene består av en blanding av 3- og 4-roms løsninger. Som vist i neste figur er det bygget til sammen 86 leiligheter fordelt på 17 tun. I skrivende stund er prosjektet tilnærmet ferdigstilt. Byggefeltet er bygget etter TEK 10 standard.



Figur 4-2: Heimdalstunet (Kilde: Block Watne)

4.2 Prosjektets organisasjonskart

I figur 4-3 illustreres et enkelt organisasjonskart for prosjektet Heimdalstunet. Dette er en nokså normal oppbygning av et prosjekt i regi av Block Watne. På toppen finner man prosjektlederen (PL). PL har det overordnede ansvar for prosjektet, og har det økonomiske ansvaret gjennom hele prosjektet. Man kan si at prosjektlederen i samarbeid med byggeleder står for hoveddelen av planleggingen i planleggingsfasen. PL er hovedsakelig mye delaktig fram til igangsettingstillatelsen for byggestart er gitt. Under prosjektlederen kommer *byggeleder*. Byggelederen er ansvarlig for daglig drift på arbeidsplassen, hvor ansvaret består av blant annet framdrift, materialbestillinger (som påropes av bas når nødvendig), kommunikasjon, inspeksjon osv. Under byggeleder er basene og tømrrere for spesiellagene, og underentreprenører (UE). Bas opererer som en slags lagleder og kommuniserer med byggeleder. Underentreprenører består av blant annet fundament, el, VVS osv. Tømrrer kommunisere hovedsakelig med bas, men også med byggeleder. Underentreprenører kommuniserer med byggeleder for koordinering av arbeidet.



Figur 4-3: Organisering av Heimdalstunet

4.3 Verdikjeden og produksjon

Verdikjeden

Block Watne har en filosofi om å bygge moderne boliger med basis i tradisjonelt norsk håndverk, som skal tåle både dagens og morgendagens krav til bostandard. For å imøtekomme denne filosofien prosjekterer og egneutvikler de selv 90 prosent av prosjektene, og har tilnærmet hele verdikjeden innad i bedriften, med unntak av enkelte underentreprenører (UE) i byggeprosessen. De kjøper selv tomter, prosjekterer og tegner

prosjekter med egne arkitekter, ingeniører, og bygger og selger prosjekter. På denne måten mener de selv at de har opparbeidet seg gode relasjoner og kommunikasjon om hvordan man bygger effektivt med tilhørende kvalitet. De har alltid et mål om bedre produktivitet, og dette mener de gjøres gjennom systematisering av arbeid og løsninger.

Produksjon

Block Watne benytter kun egne tømrere i produksjonen. Dette mener de skal gi god kontinuitet og kvalitet i alle leddene i byggeprosessen. De har fire faser i produksjonen; Reisverk, Fasade, Interiør I, interiør II. Alle fasene har spesialiserte tømrere som hovedsakelig kun arbeider med en fase, og på denne måten får tømreren god erfaring og kunnskap om nøyaktig hva som kreves i sin fase.

Det brukes ikke ferdig elementer i byggeproduksjonen, bortsett fra prefabrikkerte takstoler og enkelte ferdigkappede søyler. Resten bygges tradisjonelt og direkte på byggeplassen.

Byggeprosessen – i fire faser



Figur 4-4: Byggeprosessen

1. *Stamme (reisverk):*

Grunnarbeidet inngår ikke i denne produksjonslinjen, og er allerede ferdigstilt før denne fasen begynner. I fase én bygges de bærende konstruksjonene for vegger, gulv og tak.

2. *Fasade:*

I fase to kommer et nytt spesialisert tømrerlag for å montere ytterpanel, tak, vinduer, og dører.

3. *Interiør I:*

I fase tre fullføres innvendig isolering, oppsetting av delevegger og gipsplater. De gjør klart for rørlegger- og elektrikeropplegg, som monteres av underleverandører. I tillegg er det klart for innvendig maling og flis legging av bad.

4. *Interiør II:*

I fase fire monteres det kjøkken, bad, garderobeskap, trapper, parkett og lister.

Akkord

Block Watne opererer med akkord ved alle sine prosjekter, noe de har holdt fast ved siden tidlig på 90-tallet. Det er jevnlig utarbeidet avtalt akkord for bedriftens ansatte som bygges på landsdekkende tariffakkorder (se kapittel 2.8 for mer). Block Watne har med utgangspunkt i akkord og timelønn satt seg et mål for en prosentvis andel *timer i akkord*, og en for ordinær *timelønn*. Det er ønskelig å ha høyest mulig andel av akkord, da dette er nøye målbart og forhåndsavtalt lønn. Derimot er det mindre ønskelig å ha for mye av såkalt «ren timelønn», da dette er mindre forutsigbart. Prosentene for akkord og timelønn er:

- 80 % av timer i akkord
- 20 % er timelønnsarbeid, service, forefallende arbeid og fast timelønnsavtale for eldre arbeidstakere

5 RESULTATER

Dette kapitlet tar for seg funnene som ble gjort gjennom casestudie og intervjuer hos Block Watne. Resultatene har som formål å gi et detaljert innblikk i de innsamlede data som skal drøftes i diskusjonen, oppgavens neste kapittel. Resultatene er delt inn i de to delene; casestudiet og intervjuer.

5.1 Casestudie

I dette delkapitlet vil resultatene fra casestudie presenteres. Bakgrunnsinformasjon for presenterte resultater finnes i vedlegg [Vedlegg A.1-A.3].

5.1.1 Valgte tun

Som forklart i metodekapitlet, undersøkes 6-bolig-tunene. De ni observerte tunene presenteres i tabell 5-1 med informasjon om *igangsettelse av trearbeid* og *ferdigstillelsesraten* på tidspunktet for innhentet tallmateriale. Videre i oppgaven vil diagrammer og tabeller ta utgangspunkt i tun-nr. som vist i tabellen. Dette skal gi leser en oversikt av de omtalte tun i resultat- og diskusjonsdel.

Tabell 5-1: informasjon om utvalgte tun

Tabell 5-1: Informasjon om utvalgte tun			
<i>Igangsettelse trearbeid</i>	<i>Refereres som tun-nr. i oppgaven</i>	<i>Antall boliger per tun</i>	<i>Ferdigstillel- ses- rate</i>
01.08.2012	1	6-boliger	100 %
06.09.2012	2	6-boliger	100 %
15.11.2012	3	6-boliger	100 %
27.11.2012	4	6-boliger	100 %
04.02.2013	5	6-boliger	100 %
23.10.2013	6	6-boliger	100 %
19.11.2013	7	6-boliger	100 %
17.12.2013	8	6-boliger	100 %
25.08.2014	9	6-boliger	96,30 %

5.1.2 Kategorier for arbeidstimer

Block Watne har som tidligere nevnt fire byggefaser, også kalt «strenger». Hver streng er nøye planlagt og utarbeidet med en forventet byggetid. Strengen utarbeides av byggeleder ved å sette opp alle arbeidsoppgaver i den utvalgte fasen etter en ønsket rekkefølge. Den bestemte strengen kan forandres underveis når man ser et behov for endring/tilpasning i forhold til gjeldene prosjekts behov.

Det er utarbeidet et «målebrev» som tar for seg hver streng (fase). Målebrevet definerer arbeidsoppgaver og arbeidsmengde, og er grunnlaget for akkorden til tømmerne, og defineres som «spesialisert akkord». Hovedsakelig skal målebrevet inneholde og beskrive alle arbeidsoppgaver for produksjon på byggeplassen, sånn at lønnen gis i akkord etter målebrev. Nå er det sånn at ikke alle arbeidsoppgaver er definert i dette målebrevet. Derfor opererer Block Watne med 6 kategorier for arbeidstimer og lønn, se tabell 5-2.

Målebrevet beskriver arbeidet i de fire fasene. «Timelønn akkord» er akkord-arbeid som kommer som «utforutsatte» arbeidsoppgaver som ikke er beskrevet i målebrevet. Timelønn akkord fases jevnt inn i målebrevet ut over i produksjonen. «Timelønn» er betegnet som timelønnsarbeid, og er noe Block Watne ønsker minst mulig av. Dette er ikke definert i målebrev og kan for eksempel være; snømåking, henting av materialer, feil i tegningsmaterieell, ekstraarbeid grunnet underentreprenør osv.

Tabell 5-2: Kategorier for arbeidstimer

<u>Kategorier for arbeidstimer</u>	<u>Spesifisert/uspesifisert eller ikke akkord</u>	<u>Fase</u>	<u>Forkortelse</u>
Stamme	Spesifisert akkord	Fase 1	F1
Fasade	Spesifisert akkord	Fase 2	F2
Interiør I	Spesifisert akkord	Fase 3	F3
Interiør II	Spesifisert akkord	Fase 4	F4
Timelønn akkord	Uspesifisert akkord	Alle	-
Timelønn	Ikke akkord	Alle	-

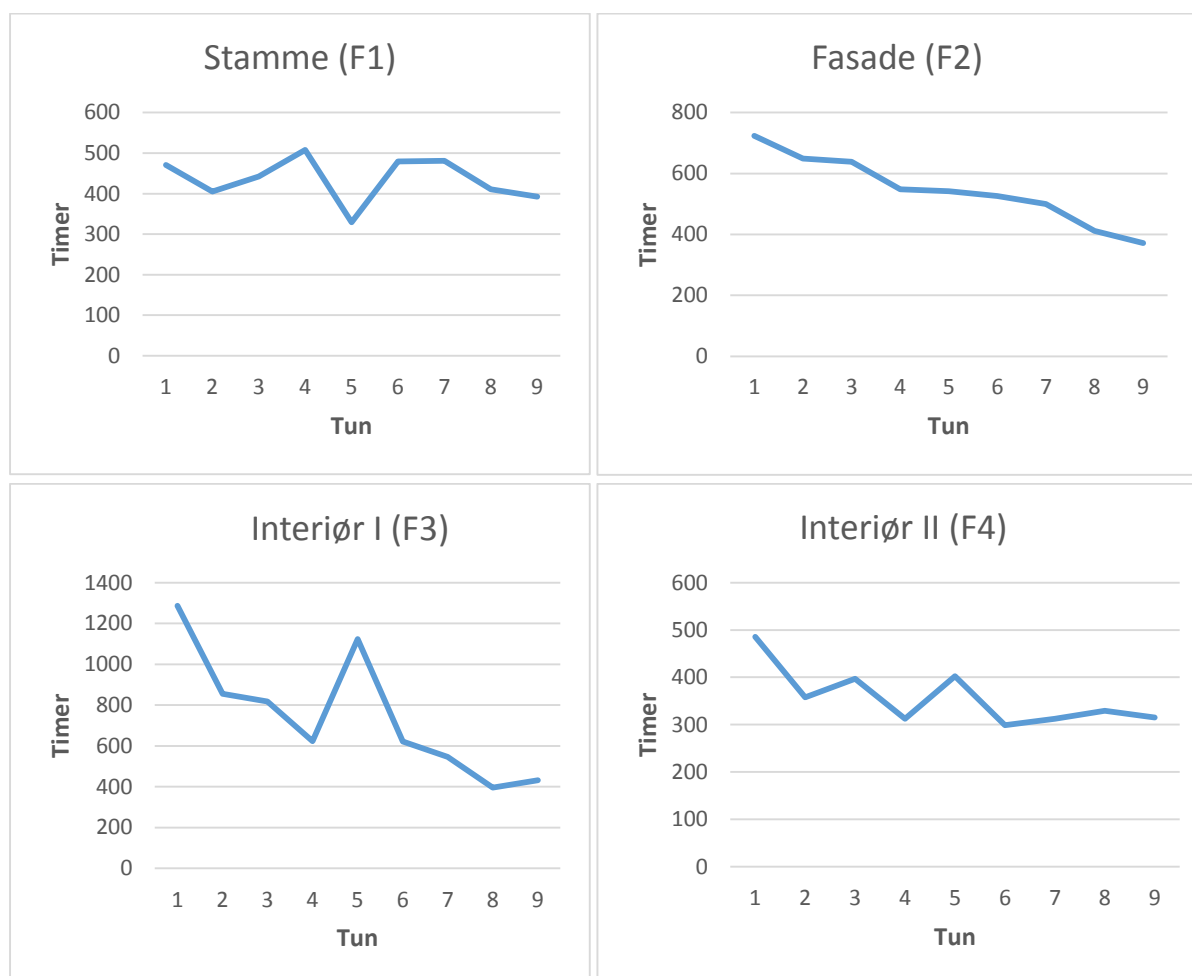
5.1.3 Utvikling i byggetid

I dette delkapittelet presenteres ledede resultater fra tallmaterialet.

Arbeidstimer i faser (spesifisert akkord) - Fase 1-4

I figur 5-1 oppsummeres utviklingen i antall arbeidstimer for hvert undersøkt tun, i de fire produksjonsfasene i prosjektet. Den vertikale akse viser timer og den horisontale akse refererer til hvilket tun det gjelder (ref. tabell 5-1). Resultatene tilhørende hvert fase-diagram, vil bli utdypet fase for fase, etter figuren.

Det er viktig å merke seg at akse-verdiene i «timer» varierer i diagrammene.



Figur 5-1: Arbeidstimer per tun fase 1-4

Stamme – F1 (spesifisert akkord)

Stammen ble bygget av det spesialiserte stammelaget bestående av tre tømrere, hvor én av disse var lærling. Stammearbeidslaget hadde oppgaven med å bygge bærende konstruksjon for vegger, gulv og tak. Stammen var første steg i byggeproduksjonen på Heimdalstunet, og når alle stammene tilslutt var satt opp på, kunne stammelaget begynne produksjon på et

nytt prosjekt. Stammelaget og fasadelaget var mest preget av værforholdene på grunn av mange arbeidsoppgaver uten tak over hodet.

Stammen var en fasen med mindre forandring i arbeidstimer sett fra første til siste tun. Totalt varierte stammen kun med totalt 116 timer fra høyest til lavest antall arbeidstimer. Arbeidstimer var allerede nede i like over 400 timer ved tun 2, for så å variere mellom tun 3-7, også å ha en jevnere produksjon rundt 400 timer ved tun 8-9. Tun 5 skiller seg ut. Oppsummert var det ingen klar trend til færre arbeidstimer i denne fasen, sett fra første til siste tun. Dog har det vært en variasjon av betydning i arbeidstimer, som stabiliseres ved de siste tunene.

Fasade – F2 (spesifisert akkord)

Fasadelaget bestod av to tømreere, og hadde som oppgave å montere ytterpanel, tak, vinduer, og ytterdører.



Figur 5-2: Fasade (F2)

Fasaden hadde en jevn forbedringsutvikling i byggetid i intervallet tun 1-9, fra en start på 724 timer til avsluttende 372 timer. Dette utgjorde en reduksjon på 352 timer, og 48,6 prosent av totale arbeidstimer. Forbedringen er mest synlig ved de aller første tunene, for eksempel viser intervallet tun 1-4 en forbedring på 50 prosent av den totale forandringen. Intervallet tun 7-9, utgjorde en nedgang i 128 timer, noe som utgjorde 36 prosent av den totale nedgangen. Altså kom en stor prosentandel av nedgang i arbeidstimer, mot slutten av de ni observerte tunene. Oppsummert var fortsatt trenden reduserte arbeidstimer ved de siste produserte tunene, men kun med en lavere rate.

Interiør I – F3 (spesifisert akkord)

Interiør I bestod av to tømrere og hovedoppgavene var å isolere, sette opp delevegger og gipsplater. Tømrerne klargjorde arbeid for diverse underentreprenører som eksempel elektriker og rørlegger, for så å tette igjen når dette arbeidet var fullført.

Interiør I-fasen hadde viste den klart største reduksjonen i arbeidstid i intervallet tun 1-9. Spesielt var nedgangen i arbeidstid stor fra tun 1 til tun 2, på hele 430 timer. Også utviklingen fra tun 2 til tun 8, viste en nedgang i fra 856 timer til 395 timer. Noe som utgjorde en forbedring i gjeldende intervall på 53,8 prosent. Unntaket også i denne fasen, var tun 5. Dette var en fase med mange ulike fagfolk, noe som gir både prøving og feiling av metoder, før flyten blir god til slutt.

Interiør II – F4 (akkord)

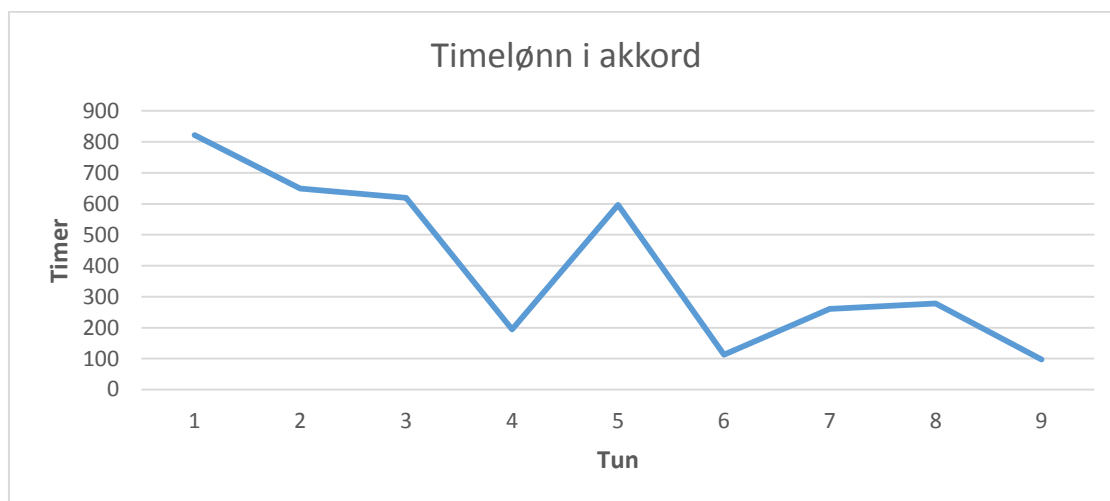
Interiør II-fasen bestod av én tømrer, og arbeidsoppgavene bestod i å montere og klargjøre bygget før det kunne vaskes og overføres til kunden.

Diagrammet for interiør II –fasen viser en klar reduksjon fra tun 1 til tun 2. Sett bort ifra tun 1, varierte arbeidstimer i fasen med ca. 100 arbeidstimer. «Tun 5» var igjen unntaket, og hadde en mye høyere arbeidstid enn hva tunet normalt burde ha etter bygget rekkefølge. Arbeidstimene mellom tun 6-9 er stabilt like over 300 timer, noe som er et klart lavere gjennomsnitt i arbeidstimer enn tidligere byggede tun.

Timelønn i akkord (uspesifisert akkord)

Timelønn i akkord var en kategori av arbeidstimer som kommer på grunn av «uforutsette» arbeidsoppgaver, som ikke var innarbeidet i de opprinnelige målbrevene for prosjektet. Arbeidstimene i timelønn akkord justeres jevnlig inn i målbrevet ut over i prosjektet, da arbeidsoppgavene ble sett på som nødvendig ekstraarbeid. Dette var noe av grunnen til reduksjon i timelønn akkord.

Figur 5-3 viser arbeidstimer per tun for kategorien «timelønn i akkord»:

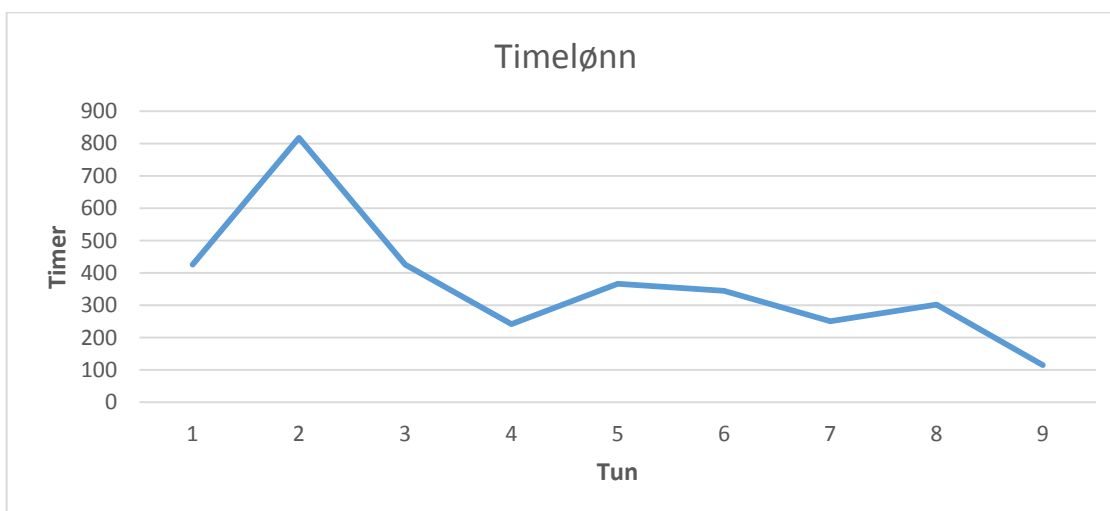


Figur 5-3: Arbeidstimer per tun - timelønn akkord (uspesifisert)

Arbeidstimene i timelønn akkord reduseres kraftig fra tun 1-9, og «stabiliseres» generelt på et lavt nivå fra tun 6-9. Dette er en vanskelig kategori av arbeidstimer å bedømme, da timene ikke viste hvilken fase arbeidet tilhørte eller hvor mye som forløpende ble justert inn i målebrevet.

Timelønn (ikke akkord)

Timelønn er tidligere beskrevet som «ren» timelønn til tømmerne, og var timer som Block Watne selv ønsket minst mulig av. Dette var også timer som tømmerne selv førte opp som ekstraarbeid utenfor akkord, og tømmer forklarte i ettertid timeføringen for byggeleder. Block Watne har selv god oversikt og har lokalt ved distriktskontoret utarbeidet en egen intern kategori for ren timelønn. Utviklingen av timer i timelønn er vist i figur 5-4:

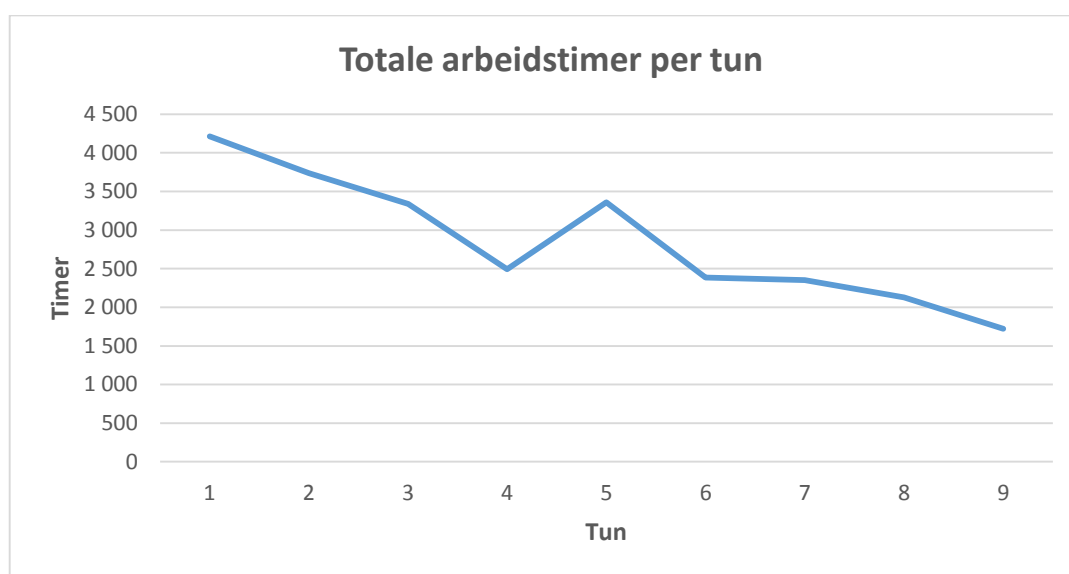


Figur 5-4: Arbeidstimer per tun – timelønn

Også dette diagrammet viste en stor reduksjon i antall timer. Spesielt intervallet fra tun 1-4, med et spesielt unntak av tun 2. Det er uvisst hva den høye variasjonen i tun 2 skyldtes. Utviklingen fra tun 8-9, viste en klart reduserende trend i arbeidstimer, fra å gå fra i overkant av 300 timer til i overkant av 100 timer.

Totale arbeidstimer per tun

Når man summer opp alle *arbeidstimer i faser akkord (spesifisert)*, *timelønn akkord (uspesifisert)* og *timelønn*, får man antall totale arbeidstimer. Totale arbeidstimer per tun er vist i figur 5-5:



Figur 5-5: Totale arbeidstimer per tun

Totale arbeidstimer per tun viste en forbedring i arbeidstimer fra 4214 til 1723 timer i det observerte intervallet tun 1-9. Forandringen utgjorde en forbedring på 59,1 prosent fra første til siste tun. Unntaket for en jevn reduksjon i timer ved bygget rekkefølge, var «tun 5». Det foreligger ikke mer detaljert informasjon for hva som er årsaken til de høye arbeidstimerne i tun 5. Resultatene viste at den største forandringen i arbeidstimer kommer i starten av prosjektet, i intervall tun 1-4 og var på 1 723 timer, noe som utgjorde 40,8 %.

De siste produserte tunene, tun 7-9, viste fremdeles en trend for reduksjon i arbeidstimer. Fra tun 8 til tun 9 er reduksjonen i arbeidstimer alene på 405 timer, noe som utgjorde 9,6 prosent av den totale forandringen. Trenden viste også at bunnen sannsynligvis ikke var nådd. Utviklingen i totale arbeidstimer kunne summeres opp i følgende punkter:

- Kraftig reduksjon i arbeidstimer sett over observert byggeperiode
- Størst nedgang i starten av prosjektet, intervall 1-4.
- Den gradvise forbedringen følger bygget rekkefølge, med unntak av «tun 5»
- Bunnen så ikke ut til å være nådd.

Tabell 5-3 nedenfor viser prosentvis fordeling av totale arbeidstimer ved per tun, i forhold til; akkord i faser, timelønn akkord og timelønn:

Tabell 5-3: Prosentvis fordeling i arbeidstimer (OBS: nærmeste heltall)

Tabell 5-3: Prosentvis fordeling i arbeidstid				
<u>Tun-nr.</u>	<u>Akkord i faser</u>	<u>Timelønn akkord</u>	<u>Timelønn</u>	<u>Totalt</u>
	(Kategori 1)	(Kategori 2)	(Kategori 3)	
1	70 %	19 %	10 %	100 %
2	61 %	17 %	22 %	100 %
3	69 %	19 %	13 %	100 %
4	83 %	8 %	10 %	100 %
5	71 %	18 %	11 %	100 %
6	81 %	5 %	14 %	100 %
7	78 %	11 %	11 %	100 %
8	73 %	13 %	14 %	100 %
9	88 %	6 %	7 %	100 %

Ved å først se på akkord i fasene, utgjør dette mellom 61 - 88 % av totale arbeidstimer i intervallet tun 1-9. Utviklingen gikk både opp og ned, men gikk gradvis mot en gjennomsnittlig høyere prosentandel i arbeidstimer i akkord.

Timelønn i akkord utgjorde mellom 6 til 19 % av total arbeidstid fra tun 1-9. Utviklingen ga en gradvis gjennomsnittlig lavere prosentandel av totale arbeidstimer.

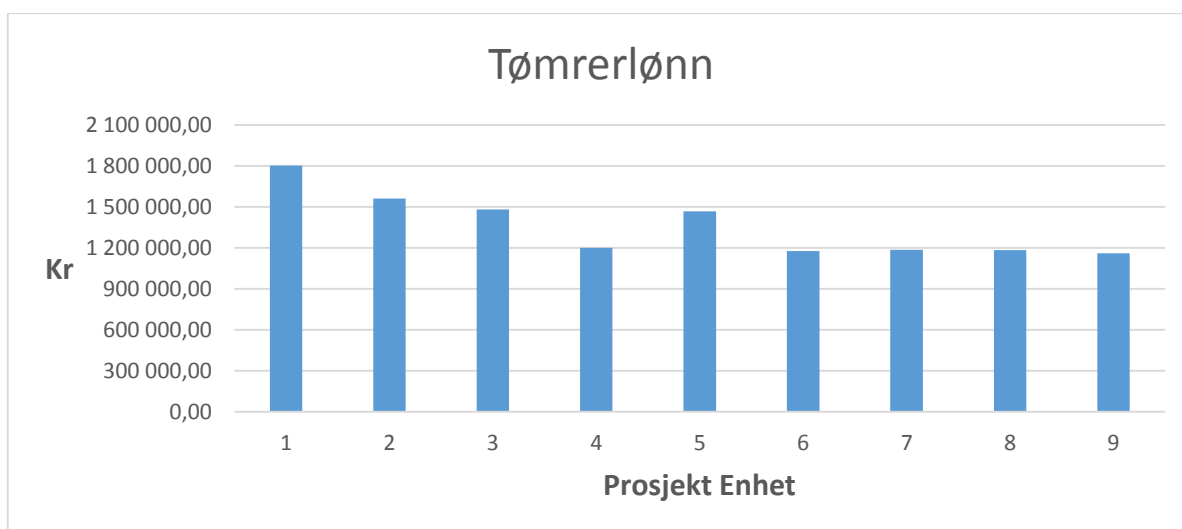
Timelønn utgjorde mellom 7 til 22 % av total arbeidstid i intervallet tun 1-9. Også denne utviklingen hadde en gradvis gjennomsnittlig lavere prosentandel av totale arbeidstimer.

5.1.4 Utvikling i Kostnader

Det er innhentet en del tall om kostnader ved prosjektet, se vedlegg A. Det vil under bli sett nærmere på; tømmerlønn, totale materialkostnader og trematerialer. I tillegg vises en utregning av forholdet mellom tømmerlønn og totale materialkostnader ved hvert tun.

Tømrerlønn

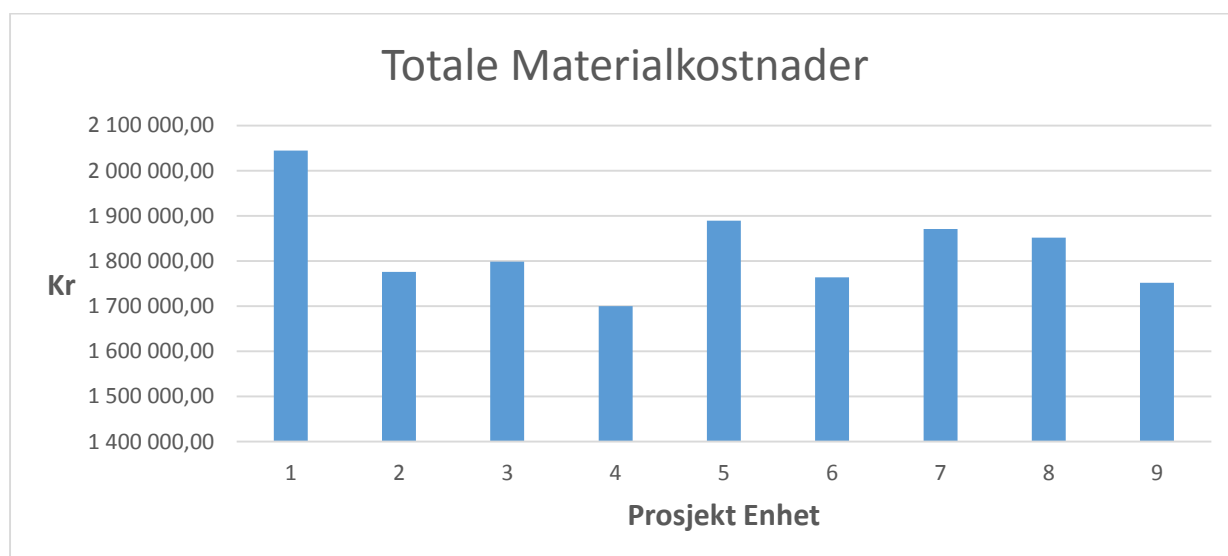
Tømrerlønnen var den totale lønnen som ble utbetalt til tømrerne per tun. Her var det alle formene for akkord og ren timelønn inkludert. Akkordlønnen ville teoretisk være lik for alle de ni tunene, da det ble utført tilsvarende lik arbeidsmengde. Men timelønnen varierte, noe som ga forandring i total tømrerlønn. Figur 5-6 viser utviklingen i tømrerlønn, noe som viste en jevn nedgang fra tun 1-9, fra en topp på kr 1 803 000 ved tun 1 til den stabiliserte seg rundt kr 1 180 000 ved intervallet tun 6-9. Tun 5 var igjen unntaket.



Figur 5-6: Tømrerlønn

Totale materialkostnader

Totale materialkostnader er illustrert i figur 5-7, og varierte stort gjennom hele prosjektperioden. Dette hadde sammenheng med at man bestilte mer materialer til enkelte bygg, som for eksempel ved oppstart av tun 1. Her hadde man restmaterialer som bruktes videre på neste tun (tun 2). Derfor ville registreringen av materialer tilhørende et tun, ikke alltid stemme overens med det faktisk forbruk av materialer.



Figur 5-7: Totale materialkostnader

Andel tømmerkost

Andel tømmerkost som er vist i tabell 5-4, ga en god indikator på forholdet mellom tømmerkostander og totale materialkostnader ved hvert tun. Den var utarbeidet på følgende måte:

$$\text{Andel tømmerkost} = \text{Tømmerlønn} / \text{Totale materialkostnader}$$

Tabell 5-4: Andel tømmerkost

Tabell 5-4: Andel tømmerkost									
Tun	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Andel	88 %	88 %	83 %	71 %	78 %	67 %	63 %	64 %	66 %

Andelen tømmerkost varierte fra 63 % til 88 % i intervallet tun 1-9. Tallene viste at tømmerlønnen ble en stadig og mindre faktor sett i forhold til totale materialkostnader.

5.2 Intervjuer

I dette delkapittelet vil resultatene fra intervjuene med byggeledere og bas/tømrere presenteres. Intervjuene er strukturert tema for tema, som beskrevet i metodekapittelet 3.4. Forfatter har oppsummert hva som ansees som viktigst, og gjengitt viktige siteringer fra intervjuobjektene. Sitatene er markert i kursiv og anførselstegn, og benytter dagligtale for at det skal oppleves mest autentisk. Intervjuene fulgte forhåndsoppsatte intervjuguider som er vedlagt [Vedlegg B.1-B.2]. Presentasjonen av intervjuene deles inn etter følgende tema:

- Variasjon i tallmaterialet
- Verdiskapning i produksjonen
- Verdikjeden
- Flyt
- Produksjonen
- Søk av perfeksjon

5.2.1 Variasjon i tallmaterialet

I dette underkapittelet gjengis resultatene fra spørsmål stilt direkte om resultatene i delkapittel 5.1. Tallresultatene ble vist i form av diagrammer og tabeller under intervjuene. Hensikten med spørsmålene var å belyse hva som skaper variasjon i arbeidstimer og kostnader i intervallet tun 1-9.

Alle informantene var enige om at gjentakelseeffekten og like enheter, var de aller viktigste faktorene for reduksjon i arbeidstimer og kostnader. Men også god planlegging fra

prosjektstart ble nevnt. Det ble også nevnt at et stort, flatt felt/område, ville gi stor gevinst i reduksjon i arbeidstimer og kostnader. Alle informantene var også enig i at det var mest sannsynlig tatt ut maksimalt potensial av prosjektet, på grunn av dets størrelse og antall enheter.

«Uten tvil gjentakelseeffekten. Her slipper vi å bygge nye hus hver gang» (BAS1).

«Grunnen til variasjonen vil jeg si er erfaring. Når det er nytt, bruker du lengre tid til å tenke deg om. Ut over i prosessen går ting forttere, du er kjent med aktuelle prosesser og hustype. Repetisjon er nøkkelen» (BL2).

«Man ser den gjentakende effekten av like enheter kommer fort, og så stagnerer det på et tidspunkt, da det ikke er mulig å gjøre det forttere. (BL1).

«Vi tjener bedre jo forttere det går, derfor er det viktig med god tilrettelegging av arbeid fra første stund. Planleggingen er viktig for oss» (BAS2).

På spørsmål om man kunne bruke erfaring for å starte produksjonen med høyere produktivitet, altså mindre arbeidstimer ved de første tunene, svarer informantene at dette var fullt mulig gjennom forberedning og planlegging, men også utstrakt gjenbruk for å slippe å «starte på nytt». I tillegg ble det etterspurt mer materiallikhet fra prosjekt til prosjekt. Dette mente enkelte kunne gi en tidligere høy produktivitet. Det ble brukt mye tid på materialhåndtering i starten av prosjektet, på grunn av mange ulike materialtyper.

«Desto bedre forberedt man er til prosjektet, og vi gjør et grundig arbeid, så kan vi få ned disse timene tidligere. Eller ha en «flatere strek» (peker på diagrammet over totale arbeidstimer)» (BL1).

«Det er helt klart gjennom god planlegging og tilrettelegging. Men jeg tror vi i hvert fall har nådd det som kan nåes mot slutten. Med fuktprøver, trykkprøver osv, kan en ikke bare tette et bygg. Selvfølgelig kan man alltid klare litt til, men da vet jeg ikke hvor disse marginene skal hentes fra» (BL3).

«Det handler også mye om å ta vare på overskuddsmaterialer til neste bygg. Dette er vi flinke til» (BL3).

«Når man starter på et nytt prosjekt blir alt utvant i starten, spesielt materialene. Det kommer masse materialer tilsendt, og det er ikke alltid like lett å forstå hva alt skal brukes til. Derfor er materiallikhet svært ønskelig og viktig» (BAS2).

På spørsmål om det var enkelte faser som hadde større utfordringer enn andre, nevnt informantene at dette ikke var tilfellet. I tillegg hadde to av bygglederne ikke deltatt på prosjektet, men uttalte seg på generelt grunnlag. Det hadde vært noen utfordringer med innføringen av TEK10 i starten av prosjektet, inntil det ble en rutine. Det poengteres at utfordringene på dette prosjektet ble foretatt på et tidligere prosjekt. Det var nemlig bygget et lignende prosjekt tidligere av avdelingen og mannskapet.

Det var ønskelig med minst mulig ordinær timelønn, mens timelønn i akkord var forventet og respektert. Variasjonen i timelønn akkord ble justert jevnlig inn i målebrevet etter at arbeidet ble definert og kategorisert. Dette ble fjernet etter grundigere planlegging. Derimot var ren timelønn mindre akseptert, og kan skyldes dårlig planlegging og uventede arbeidsoppgaver.

«Vi har ikke mye timelønn lenger. Disse kategoriserer vi internt i 11 forskjellige kategorier. For eksempel kan det oppstå at gulvet må slipes etter UE. Mye viderefaktureres til UE» (BL1).

5.2.2 Verdiskapning i produksjonen

I dette avsnittet presenteres resultatene fra spørsmål om hvorvidt arbeidsoppgavene hadde en sunn verdiskapning, og om det fantes former for sløsing i produksjonen.

Da informantene ble spurt om det fantes noen former for synlig eller skjult sløsing i produksjonen, og fikk vist et tilleggsark med typiske former for sløsing på en byggeplass. Var informantene samstemte om at produksjonen alltid kunne bli bedre, men at de alltid prøvde å oppnå de beste resultatene.

«Det er viktig å rydde etter eget arbeid og ha god oversikt. Det går med litt tid på opprydding. Dette gjelder ikke bare oss, men også UE. Vi har nok mest å gå på ved å holde det ryddig» (BL2).

«Noe vi kan bli bedre på er å hente og flytte verktøy i forhold til transport av verktøykontainere» (BL3).

«Vi kan alltid bli flinkere til å ta vare på ting, som å dekke til materialer og lignende. Ta med overskudd til neste hus. Mot slutten av et prosjekt får man mer nøyaktig materialforbruk, noe som gir mindre sløsing. Nøkkelen er ryddighet og orden» (BL1).

Det ble nevnt at det var stort fokus på gjenbruk av materialer, og at materiallikhet var viktig for å ha mindre svinn.

«Det blir alltid noe svinn, men det blir ikke kastet, og er det feil sendes det i retur» (BAS1).

«Det hjelper at det er få materialtyper i stammen. Dette gir mindre svinn. Bruker man mange forskjellige materialslag vil det mangle litt her og der» (BAS1).

Informantene mente det ikke var noen større utfordringer eller flaskehalsen i produksjonen, bortsett fra at det kunne oppstå mindre problemer i interiør I og interiør II. En bas i stammelaget nevnte at nye byggemetoder uten effektive løsninger, kunne gjøre arbeidet tungvint. I interiør I (F3) var fremgangen i fasen avhengig av at underentreprenører gjorde sin jobb til avtalt tid. Og i interiør II (F4) kunne det oppstå problemer rett og slett på grunn av egendefinerte kontraktløsninger med kunder (tilvalg). Ellers ble det presisert at byggeleiderne var avhengig av godkjent oppstart av nye prosjekter, slik at tømmerne alltid hadde arbeid.

«I interiør I kan det oppstå litt problemer hvis UE er sent inne, men det ordner seg alltid. Elektriker og rørlegger skal for eksempel inn to ganger» (BAS2).

«Feil og utfordringer i produksjonen blir synliggjort. Gjøres det feil vil dette oppdages som en senere tilleggskostnad» (BL2).

«Det er litt variabelt i fasen hvor UE kommer inn, ettersom vi for tiden prøver ut en nye UE, men det fungerer greit» (BL2).

«Der det gjøres oftest feil er i interiør II, rett og slett på grunn av egendefinerte kontrakter med kunder (tilvalg). Tømmerne har innarbeidet en metode, og små feil kan oppstå når denne arbeidsmetoden forandres. Ellers gjøres det sjeldent feil i de andre fasene. Eventuelle feil oppdages av neste arbeidslag» (BL1).

«Det er alltid noen utfordringer. For eksempel på det prosjektet jeg jobber på nå, er det en annen byggemåte. Lektene skrur inn i stedet for å spikres. Dette er forandringer i byggemetode på grunn av nye krav. Det gjør arbeidet vanskeligere og tidkrevende for meg» (BAS1).

5.2.3 Verdikjeden

I dette avsnittet gis det et innblikk i entreprisform, logistikk på arbeidsplass og koordinering av underentreprenører. Det har vært mindre fokus på underentreprenørens roller i denne rapporten, og de vil derfor kun nevnes i korte trekk.

Organisering av byggeproduksjonen på Heimdalstunet fulgte den generelle organiseringen av prosjekter i regi av Block Watne. Informantene sa at byggeleder hadde hovedansvaret på

byggeplassen fra godkjent byggestart var gitt. Byggeleder kommuniserte og koordinerte tømrere og underentreprenører i det daglige arbeidet.

Logistikk av materialer og fagarbeidere på arbeidsplassen, ble beskrevet av informantene som generelt god, men at materiallogistikken kunne være variabel. Basene anropte (kunne også avbestille), mens byggeleder bestilte. Hvis bas anropte en bestilling for tidlig eller for sent, kunne det oppstå problemer, noe som hendte en sjelden gang på Heimdalstunet.

I interiør I (F3) kom diverse fagfolk (UE) som rørlegger, elektro osv. Dette var en fase med flere ulike aktører inne i bygget over en kort periode. Noe som til tider skapte mindre problemer hvis noe gikk galt i henhold til tidsplan. Men samarbeidet og kommunikasjonen ble betegnet som generelt godt, og oppstod det problemer, ble disse raskt løst.

«Interiør I er en fase hvor vi for tiden prøver ut en ny UE, så forholdene er variable, men fungerer. Men kommer de ikke i tide, stopper produksjonen opp» (BL2).

5.2.4 Flyt

I dette avsnittet blir det gjengitt resultater av informantenes oppfatning av flyt på byggeplassen.

Det gis en beskrivelse av at tømrerne var spesialister på sine respektive arbeidsoppgaver, gjennom godt innarbeidede metoder for hver enkelt streng i byggefase (fase/arbeidslag). Arbeidsoppgavene var godt definert og gjennomtenkt, og tilpasset hverandre etter ønsket rekkefølge.

«Arbeidsoppgavene er veldig godt definert! Byggeleder går sammen med tømrere og bestemmer hva hver fase skal gjøre. Arbeidsoppgavene og rekkefølgen kan variere, for eksempel kan stammelaget ta over flere av oppgavene som fasaden vanligvis utfører. Det kommer an på hustype. Rekkefølgen kan også variere, men alt må flyte sammen» (BL1).

«Tømrerne styrer mye av arbeidsoppgavene selv, og det klarer de godt. Og jeg vet hvor mye tid de bruker på oppgavene. Min oppgave er å skape best mulig flyt på arbeidsplassen» (BL3).

«Det er ikke noe å lure på når ett hus er fullført og ferdigstilt» (BAS2).

«Hver streng vet hva de skal gjøre. Vi byggeledere her på kontoret har hver vår «streng» og blir enige om hvordan vi ønsker å bygge huset. Strengen blir laget og sendt inn til hovedkontoret» (BL2).

«Rekkefølgen er god. Det er ikke lov eller fornuftig å ha to lag på samme bygg, da vil de gå oppå hverandre» (BAS1)

Flyten av materialer, oppgaver og tømrrere på arbeidsplassen, ble beskrevet som at mye var opp til tømrrerne selv. Flyten økte med erfaring og god kontakt mellom aktørene som samarbeidet. Ble disse kriteriene oppfylt ville prosjektet flyte av seg selv. De viktigste faktorene for god flyt var at tømrrer anropte og bestilte materialer til riktig tid. Prosjekter med god flyt ble beskrevet som prosjekter med mange like hus, og en repeterende effekt. Mange bestillinger på kort tid kunne være utfordrende.

«Mye er opp til oss tømrrere, og at vi bestiller riktig mengde til riktig tid» (BAS2).

«Flyten bestemmes mye av at UE og tømrrer kjenner sine oppgaver, og at folk kommer til avtalt tid» (BL3).

«Tømrrerne er interessert i å tjene penger, og da må de ha god flyt» (BL1).

«Vi har noen av de samme effektene på andre prosjekter som ligner på Heimdalstunet. Vi (byggeledere) deler erfaringstall, og da flyter det av seg selv» (BL2).

«Du må være våken. For eksempel skal du ha ti kranløft i løpet av én uke, da må du ligge i forkant med planleggingen. Her må du både være modig nok til å ikke bestille for sent, og ikke for tidlig, ellers kan det bli svinn. Er du uheldig her kan det gå ut over akkorden din, i form av venting» (BAS1).

«Det som kan hindre flyt er bestilling av leveranser. Og været kan selvfølgelig være et hinder» (BAS1).

Når det ble stilt spørsmål om hvilke årsaker som hemmet eller fremmet god flyt, kom det frem ulike svar. Der fellesnevneren lå i god planlegging og tilrettelegging av arbeidet.

«Tømrrerne må være nøye med å anrope materialer. Her kan de være litt slappe, så der har vi litt å gå på» (BL1).

«Det kan skje at enten UE eller materialer ikke er på plass til riktig tid. Produksjonen stopper opp hvis leverandører ikke møter til avtalt tid» (BL2).

«Oppstår det problemer er vi byggeledere samspilte, og låner hverandre for eksempel en snekker hvis det er nødvendig. Ellers handler det om god planlegging» (BL1).

5.2.5 Produksjonen

I dette avsnittet presenteres planlegging og framdrift sett opp mot en effektiv produksjonsprosess, og om det er muligheter for enda mer systematisering i produksjonen.

Byggeleiderne benyttet seg av et prosjektstyringsverktøyet kalt «MS Project». Dette ble beskrevet som et oversiktlig verktøy, som ble benyttet gjennom hele prosjektperioden, og som oppdatertes jevnlig. Verktøyet viste forventet arbeidstid og rekkefølge til hver enkelt aktivitet, både for enkeltdager så vel som for hele prosjektperioden

«Det ble ikke brukt noen form for planleggingsverktøy da jeg startet her for tre år siden. Nå er kontorene pålagt å bruke MS Project» (BL1).

«Vi lager fremdriftsplan for hver enkelt aktivitet innenfor alle faser. Her benytter vi oss av erfaringstall, og det fungerer som et levende verktøy som kan justeres hele tiden» (BL2).

«Det er viktig å danne seg et bilde av når gutta skal ha materialer og lignende» (BL3).

«Ja, det fungerer litt som bakover-planlegging. De første enhetene har litt slingringsmonn, men dette justeres etter hvert. Overleveringsdatoen består» (BL1).

Hvis fremdriften stoppet opp, kunne det brukes ulik praksis for hver enkelt byggeleder. Alle former for avvik ble registrert, og forbedringsforslag ble sendt inn til hovedkontoret i Oslo.

«Vi rapporterer avvik, og sender forbedringsforslag inn til Oslo. Har du for lite materialer eller lignende, kan man sende melding for å rette opp i dette» (BL3).

På spørsmål om hvordan det var tilrettelagt for en effektiv produksjon på arbeidsplassen. Ble det svart med at tilrettelegging av arbeid gjennom planlegging, kontroll på bestillinger og dynamisk fremdriftsplan. Tilretteleggelse justertes ut over i prosjektet, som følge av erfaring. Utviklingen hadde vært stor de siste årene, men utførelsen kunne fremdeles gjøres bedre. Et svakt punkt i tilretteleggelsen var materialhåndtering. Tømrerne nevnte materialhåndtering som et viktig tema, og begrunnet dette med at det er enklere med større gjenbruk av materialer, og de visste nøyaktig hvordan disse materialene skulle brukes.

«Det har skjedd mye de siste årene for tilrettelegging. Grunnlaget for tegninger og bestillinger er bedre» (BL2).

«Jo bedre vi planlegger, jo bedre utføres arbeidet på byggeplassen» (BL2).

«Det er bestandig problemer, men ut over i prosjektet vet vi hva vi vil ha av materialer. Og strengene med materialer har over tid blitt skrevet om til en bedre materialhåndtering. Vi ønsker lite materialhåndtering» (BAS2).

«I starten av prosjekter kommer det mye forskjellige materialer. Det kunne gjerne vært mer gjenbruk av like materialer» (BAS2).

«Strømmen har vært et evig problem, spesielt på vinteren. Og lagringsplassen kan alltid bli bedre. Det blir ofte noe til overs. Kanskje en truck på feltet kunne hjulpet til med internttransport» (BAS2).

Det var utarbeidet en detaljert riggplan for prosjektet Heimdalstunet, med flere områder for avlesning og pålesning av materialer, og andre nødvendigheter for fremkommelighet. Riggplanen ble lagd sammen med bas/tømmer etter hvor de ønsket materialer, og forandret dette etter behov. Oppsummert ble materialer og verktøy beskrevet som lett tilgjengelig, og tilretteleggingen ble bedre underveis.

«Planene blir utarbeidet litt i forhold til hva gutta får på målebrevet (arbeidsestimat) med tanke på avstander, og at de får riktig betalt. Materialinntaket er på flere steder i bygget» (BL3).

«Det avtales materialtårn i andre etasje for materialer til «stammen» osv. Riggplanene ansees som gode» (BL 1).

«Materialene er svært godt tilgjengelig. Vi setter materialene der vi selv ønsker» (BAS2).

«Det smarte man gjorde på Heimdalstunet var å ta for seg en vegg, og når veggen var ferdig, samlet vi materialer og heiste det bort på tilsvarende vegg på neste hus. Dette sparte vi mye tid på» (BAS1).

Det var byggeleder som bestilte materialer, mens bas anropte etter behov. Det ble nevnt at bas ikke alltid var like flink til å bestille materialer til riktig tid eller riktig mengde.

«Vi har nok noe å gå på i forhold til bestillinger. Trengs det 100 meter, bestilles gjerne 150 meter. Men det er alltid bedre med mer enn for lite» (BL2).

Informantene var samstemte i at det ikke var nødvendig med bruk av mer prefabrikkering i produksjonen. Det brukte allerede takstoler, pre kappede stolper til vegger, bjelker og takverk.

«Nei, jeg vil ikke ha tilbake ferdigbygg, og ser ikke behovet, det gjør heller ikke gutta. Men det lages ferdigkappede lengder så slipper tømmerne å kutte lengder, noe som gir mindre svinn» (BL3).

«Plater får man i alle mulige lengder, og platestørrelsen har hjulpet oss i stammen en god del» (BAS1).

«Det er nok best sånn det er» (BAS2).

Generelt var prosjekter og byggemetoder beskrevet som «greit nok» systematisert og standardisert, men at det kunne være stor forskjell på hustyper og tilhørende materialer fra prosjekt til prosjekt.

«Det er ikke alltid standard hvordan arkitekten tenker. Alle metodene er ikke standardisert» (BAS2).

«På Heimdalstunet var det mange forskjellige materialtyper, noe som gir utfordringer. Når for eksempel dimensjonene i stammen bruker en kombinasjon mellom 36/48 tommer, blir det en del ekstra tidsbruk for tilpasning» (BAS1).

5.2.6 Søk perfeksjon

Her presenteres metoder for deling av kunnskap og erfaring i bedriften, noe som kan skape forbedring i byggeprosessen.

Det var ingen eller liten kjennskap blant informantene rundt temaet lean-teori og dens metoder/verktøy, men det var en felles forståelse når temaet ble forklart i korte trekk.

På spørsmål om det var en kultur for forbedring i bedriften ble det trukket frem av samtlige byggeledere at det var ukentlige driftsmøter hvor de diskuterte aktuell fremdrift. Her var det liten takhøyde for hva man ikke kunne ta opp til diskusjon, og formålet var å løse aktuelle problemer og skape forbedring. I tillegg ble det holdt møte med leverandører en gang i måneden, og jevnlig møter med bas samt dialog med tømmerne. Det ble nevnt at det er forskjellig praksis mellom ulike arkitekter og konstruktører samt at velfungerende metoder gjenbrukes for lite.

«Vi har møter hver tirsdag hvor vi prater om å forbedre oss. Her snur vi gjerne hver sten» (BL1).

«Vi er åpne for nye forbedringsforslag. Finner noen en god løsning så holder vi ikke den for oss selv» (BL3).

«Men jeg sier også. Finner vi noe nytt som fungerer, skal vi alltid begynne med noe nytt. Det er ofte en utfordring» (BL3).

«For å bli bedre må en spille på tvers av distriktskontorene. Bruke erfaringene man opparbeider seg. Vi er ikke alltid så flinke til det her. For eksempel kan det bygges et feltområde 1 og 2, hvor tegninger kommer fra en arkitekt og konstruktør. Etter et halvt år skal feltet bygges videre ut, men da kommer ikke de samme løsningene og tegningen som man hadde tidligere. Det kan være en ny konstruktør som tegner på sin måte, med sine løsninger» (BL1).

Det ble nevnt av alle byggelederne at det jobbes med erfaringsdeling. Dette ble utdypet og forklart best gjennom (BL1);

«En måte å forbedre oss på er å gjenbruke det vi bygger. Det jobbes fortiden mye i Oslo og på distriktskontorene med et prosjekt kalt «Optimalt bygg». Det plukkes ut et knippe boliger, kall det gjerne en intern katalog, der alt kan gjøres optimalt. Ta for eksempel Heimdalstunet, den boligtypen kan vi ALT om. Alt fra antall spiker til antall timer. Kjøper man en tomt, plukkes det ut et hus fra «Optimal katalogen» som passer denne tomta. I katalogen ligger skreddersydde tegninger, og målebrev (arbeidsestimat) er ferdig skrevet» (BL1).

5.2.7 Oppsummering av intervjuer

Her kommer en oppsummering av resultatene fra intervjuene. Det er viktig å understreke at oppsummeringen i tabellen kan bestå av resultater fra kun én informant så vel som fra alle informantene. Det må også understrekes at tabellen kun oppsummer resultater i én setning. Se mer utfyllende svar i kategoriene ovenfor.

Tabell 5-5: Oppsummering av resultater fra intervjuer

Kategori	Resultater
Variasjon i tallmaterialet	<ul style="list-style-type: none">- Gjentakelses effekt av like hus (materialer, løsninger)- Slipper å bygge nytt- God planlegging og tilrettelegging fra start er viktig- Informantene mente at «bunnen» var nådd- Mye tid gikk til materialhåndtering i starten av prosjektet- Informanter beskriver at ingen faser har større utfordringer

Verdiskapning i produksjonen	<ul style="list-style-type: none"> - Hadde mer å gå på i forhold til ryddighet og orden på arbeidsplass - Kunne blitt flinkere til å dekke til materialer, «ta vare på ting». - Kunne trengt bedre rutiner ved transport av verktøykontainer - Materiallikhet ga mindre svinn i tid og materialer - Feil ble synliggjort og oppdaget av neste arbeidslag - Oppstod små feil i interiør I pga. egendefinerte løsninger (tilvalg) - Nye byggemetoder kunne ha ineffektive løsninger
Verdikjeden	<ul style="list-style-type: none"> - Variabel materialbestilling av bas - I Interiør I kunne det oppstå problemer pga. underentreprenør og mange fagfolk i bygget - Betegnes som generell god logistikk og godt forhold til UE
Flyt	<ul style="list-style-type: none"> - Godt utarbeidede arbeidsoppgaver med riktig rekkefølge - Tømmeren styrte selv mye av flyten - Viktig med bestillinger av materialer til riktig tid - Det ble benyttet erfaringstall mellom byggeledere for å optimalisere flyt - God planlegging og tilrettelegging ga god flyt
Produksjonen	<ul style="list-style-type: none"> - Benyttet MS Project som planleggingsverktøy - Avvik og forbedringsforslag ble sendt til hovedkontoret - Tilretteleggingen for produksjon ble optimalisert ut over i prosjektet - Materialhåndtering ble nevnt som delvis problematisk i starten av prosjektet - Hadde mer å gå på ved å bestille riktig mengde av materialer - Ingen behov for mer prefabrikking - Ulike metoder og materialer fra prosjekt til prosjekt kan gi utfordringer. Ikke alt er standardisert
Søk perfeksjon	<ul style="list-style-type: none"> - Driftsmøter hver tirsdag - Fokus på god planlegging - Ulik praksis mellom ulike arkitekter og konstruktører - Skulle ofte begynne «på noe nytt» når noe endelig fungerte - Det jobbes med erfaringsprosjektet «Optimalt bygg»

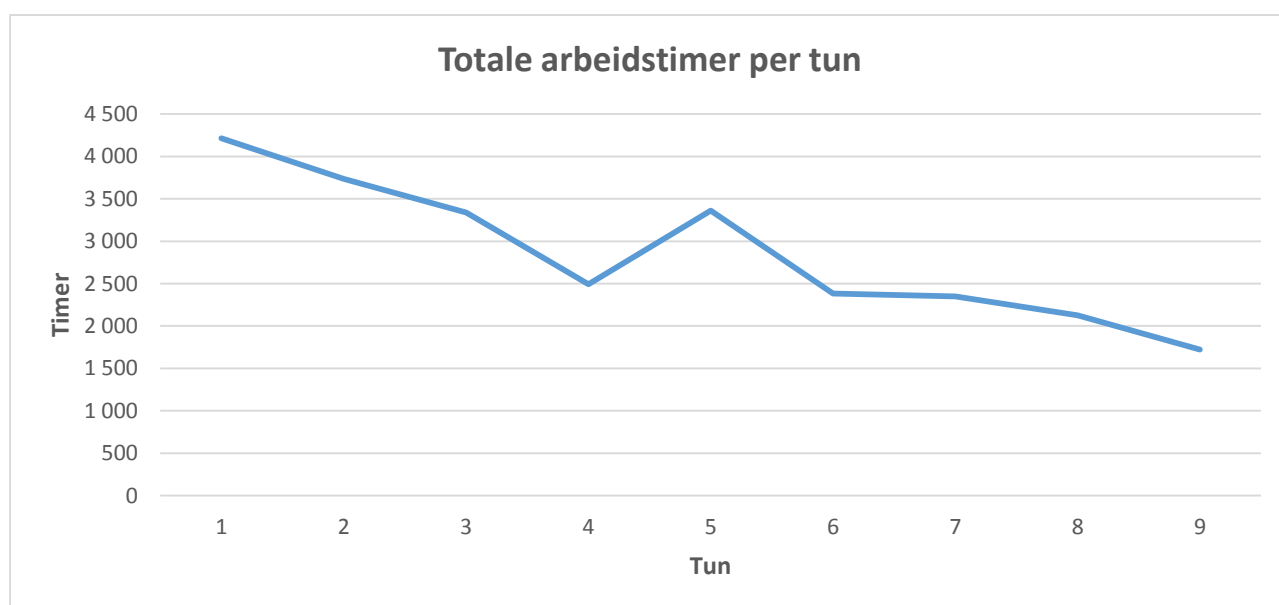
6 DISKUSJON

I dette kapitlet vil resultatene fra kapittel 5 diskuteres i forhold til teori, problemstilling, metode og resultater. Diskusjonen tar for seg følgende temaer;

- Variasjon i tallmaterialet
- Verdiskapning i produksjonen
- Verdikjeden
- Flyt
- Produksjon
- Søk perfeksjon

6.1 Variasjon i tallmaterialet

Resultatene fra både det kvantitative tallmaterialet og det analyserte intervjumaterialet er tydelig i sin sak; den repeterende/gjentagende effekten av arbeidet, gir store utslag i reduksjon av arbeidstimer (hovedfunn), refererer til figur 6-1. Den totale reduksjonen i arbeidstimer for de observerte tunene, utgjorde hele 59,1 prosent.



Figur 6-1: Totale arbeidstimer per tun (tidligere vist i resultatkapitlet)

Resultatet i rapporten støttes i teori om repeterende arbeid, som i rapportens tilfelle kan sammenlignes med Lean Production sin effekt av produksjon på samlebånd (Womack & Jones 2010). Samlebånd-effekten vil jevnt over fjerne ikke-verdiskapende aktiviteter samtidig som effektiviteten øker sett over tid. Resultatene fra hovedfunnet viser en jevn forbedring i totale arbeidstimer, med unntaket av tun 5 (skal diskuteres senere). Dette igjen kan deles inn i forbedring av arbeidstimer i de fire produksjonsfasene. Den faglige forklaringen på resultatet, er at arbeidsoppgavene blir mer og mer perfeksjonert, noe

utsagnet «øving gjør mester» kan beskrive. Den gjentakende effekt med å bygge like enheter av en utvalgt hustype med tilhørende like materialer, gir bedre kjennskap til hustypen, materialene, arbeidsoppgavene, samtidig som planleggingen av arbeidet blir perfektionert. Involverte tømrere, underentreprenører og byggeledere fikk bedre kjennskap til og forståelsen for sine arbeidsoppgaver. Arbeidsoppgaven er beskrevet som å gå fra «ukjente arbeidsoppgaver» til at arbeidsoppgavene går på «autopilot». Oppsummert er nøkkelordet «likhet», og gjenbruk der det er mulig.

Det er usikkert om resultatet av total forbedring i arbeidstimer ved Heimdalstunet, er unormalt høyt eller tilnærmet lik normal utvikling/praksis for repeterende arbeid. Det foreligger mindre teori om gevinsten av repeterende arbeid i prosenter på boligprosjekter. Derfor vil forfatter gjøre en antagelse, om at resultatforbedringene kan være normal praksis for prosjekter i regi av Block Watne. Det må nevnes at boligfeltet var stort, og at hustypen var beskrevet som mer utfordrende enn normalt benyttede hustyper i regi av Block Watne. Men forfatter vil frem til at så høye forbedringstall (59,1 %) i reduserte arbeidstimer, viser at produksjonen og gjennomføringsfasen innehar et enormt potensiale. Og derfor kan Heimdalstunet sannsynligvis sies å inneholde mange former for både synlig og skjult sløsing (Koskela et al. 2013). Dette skal diskuteres senere. Observasjonen i rapporten kunne blitt utdypet mer nøyaktig gjennom flere studerte case, noe forfatter ikke har hatt mulighet til på grunn av tid og omfang av rapporten.

Hvor kommer reduksjonen og variasjonen

Analysene og resultatene fra de fire produksjonsfasene, viser at store deler av variasjonen i arbeidstimer kommer mellom tun 1 og tun 2, eventuelt intervallet tun 1-3 (se figur 5-1). Dog «reddes» den totale forandringen i antall timer noe, ved at kategorien arbeidstimer «timelønn» er uvanlig høy ved tun 2. Hva dette skyldes er vanskelig å forklare uten tilstrekkelig bakgrunnsinformasjon, noe informantene ikke klart å gi en fornuftig forklaring på, da produksjonen fant sted februar 2013. Derimot er en generell forklaring på resultatet i intervallet tun 1-2, at utfordringene gjøres på første tun. Ny byggemetode og løsninger på grunn av nytt hus, kan gi startvansker. Med startvansker mener forfatter at det tar tid før arbeidsoppgavene og tilretteleggingen skaper jevn og god flyt av verdiskapning. Her settes det et spørsmålstegn om utfordringen med startvansker må gjøres gang på gang, ved et nytt boligprosjekt. Hvis dette er tilfellet, brukes ikke kunnskapen eller erfaringen riktig av tømrere, byggeledere, arkitekter eller konstruktører. I henhold til make-do-teorien til Koskela i kapittel 2.3, vil dette oppfattes som sløsing. Oppsummert kan resultatet i intervallet fra tun 1 til tun 2, beskrives som at mye kan gjøres annerledes i planleggingen og tilretteleggingen på byggeplass. Og det kan benyttes bedre valg av løsninger, gjenbruk og generelt erfaringsoverføring.

Videre gir informantene uttrykk for at det ikke var noen faser med spesielt større utfordringer i Heimdalstunet. Her vil forfatter påstå at informantene, kanskje spesielt byggeledere, ser bort ifra tallresultatene når de uttaler seg. Prosjektet har absolutt gått bra, men det er flere tydelige indikatorer på at enkelte av fasene i byggeproduksjonen, har hatt større utfordringer enn andre. Dette kan gis en faglig forklaring ved at oppgavene variere fra fase til fase. Noen faser består av mer kompliserte og mindre standardiserte løsninger. Det kan trekkes paralleller til teori om prefabrikasjon (Jaillon & Poon 2009). Et godt eksempel er stammen, hvor fasen/strengen har opparbeidet standardiserte løsninger, og derfor mindre variasjon i arbeidstimer. Derimot er det andre faser i produksjonen som ikke er like standardisert. Dette diskuteres i neste avsnitt.

Variasjon i forbedring i antall arbeidstimer, varierer mellom de fire produksjonsfasene. Stammen (F1) varierer lite, det samme kan man for så vidt si om interiør II (F4), med unntak av tun 1. Derimot ser utfordringene, men også det største potensialet, til å ligge i fasaden (F2) og interiør I (F3). Forfatter er usikker på hva teorien nøyaktig sier om arbeidet i disse fasene. Men funn fra informanter tilsier at fasaden (F2) har hatt, om ikke problemer, men utfordringer med materialhåndtering. Materialulikheter fra prosjekt til prosjekt, og store mengder av tilsendte materialer til et nytt prosjekt, som eksempel ved tun 1, ser ut til å ha skapt mer materialhåndtering enn ønskelig. Dette kan også gjelde flere faser. Mer materiallikhet fra prosjekt til prosjekt, er etterspurt av bas/tømrer. Både når det gjelder færre ulike materialslag, og mindre variasjon fra prosjekt til prosjekt. Om dette er mulig og ønskelig fra kunden og Block Watne sin side, er en annen sak. Men det foreligger et potensiale for reduksjon i en «skjult» kategori for sløsing.

Ved interiør I (F3) er oppfatningen at resultatene av variasjonen, kan tilsies en fase med til tider stor uforutsigbarhet og liten grad av systematisering. Det er i perioder flere ulike fagfolk i bygget. Dette kan ha ført til en mer kaotisk arbeidsplass med mindre flyt (Kraemer et al. 2007). Interiør I er svært avhengig av underentreprenørene utfører riktig arbeid til riktig tid. Hva som skjer i disse fasene har ikke forfatter noe grunnlag for å formulere seg om, da det ikke har vært tid til å undersøke dette nærmere. Men det kunne vært spennende å utforske nettopp denne fase, da det er mange fagfolk i bygget samtidig. For å oppsummere mente informantene at det tilsynelatende ikke noen gjentakende utfordringer i denne produksjonsfasen, men derimot sier tallmaterialet noe helt annet.

Resultatene fra Interiør II (F4), forklares ved at utfordringene i den fasen kan skyldes egendefinerte kundeløsninger (tilvalg). Dette vil i teorien gi større vanskeligheter for jevn flyt i fasen.

Utfordringen er allerede gjort

Et spesielt spennende funn, kom frem ved at en informant mente at utfordringene på Heimdalstunet, ble gjort i et tidligere prosjekt. Det ble nemlig produsert et mindre felt på rundt 40 enheter av samme hustype som Heimdalstunet, av samme distriktskontor og arbeidslag. Dette resultatet forsterker antagelsen i forrige avsnitt, ved at prosjekter må «starte på nytt» hver gang. Den tidligere opparbeidede erfaringen og kunnskapen blir utnyttet riktig. Forfatter vil ikke spekulere for mye, da det ikke foreligger informasjon om det nevnte prosjektet. Da det ikke er sikkert at prosjektet bestod av en identisk som ved Heimdalstunet, eller om de samme fagarbeiderne har jobbet på begge prosjektene. Det er mulig at deler av utfordringene ble tatt på forrige prosjekt. Men dette burde gitt en høyere produktivitet i starten av Heimdalstunet.

Trend for de siste tunene

Ved å se på resultatet av produksjonen av de siste observerte tunene 8-9, ser man fremdeles en prosentvis reduksjon i antall arbeidstimer. Teorien tilsier at et kontinuerlig fokus på perfektionering av arbeidsmetoder vil skape økt effektivisering, noe som igjen gir økt produktivitet (Womack & Jones 2010). Den kontinuerlige sirkelen av forbedringer på flere områder, vil fremdeles tilføye fremgang. Dette viser analysen med en trend på fortsatt reduksjon (9,6 %) i intervall tun 8-9. Denne observasjonen er litt motstridende til det inntrykket byggeledere ga. De mente at bunnen (reduksjon i antall arbeidstimer) var nådd. Derimot må det presiseres at rapporten kun har tatt utgangspunkt i 6-bolig-tunene som er produsert først på feltet, og ikke de resterende 4-bolig-tunene. Observasjoner av 4-bolig-tunene kunne for eksempel vist at produksjonen ikke kunne reduseres mer, i henhold til informantenes utsagn.

Tun 5

Variasjonen i tun 5 bryter med de generelle resultatene og trender i rapporten. Det er mer usikkert om denne variasjonen skal sammenlignes ved dårlig planlegging eller variabilitet i flyten (Kraemer et al. 2007). Det foreligger ingen detaljert informasjon forfatter kan benytte seg av, da informanter ikke selv visste hvorfor denne variasjonen hadde oppstått. Dette er som tidligere diskutert i metodekapittelet, en svakhet med «gammel» data, da informanter ikke husker fenomener og arbeid som er gjort for flere år siden. Forfatter gjør derfor flere antagelser, og mener det må ha oppstått noe uvanlig i produksjonen. Arbeidstimene for stamme (F1) er unormalt lave, likeså er både arbeidstimer i fasaden (F2) og interiør II (F4) unormalt høye. Antagelsen forfatter legger til grunn er at stammelaget, som har benyttet langt færre timer en gjennomsnittlig og normalt, kan ha gjort et mindre godt arbeid, og de senere fasene har fått større utfordringer i sine faser. Dette forblir uvisst, men kan også tilsies at noe i planleggingen og framdriften kan ha gått galt.

Tilslutt diskuteres gevinsten i reduserte kostnader, spesielt tømmerlønninger. Dette illustreres best gjennom at bedre planlegging og forbedring av arbeidsoppgavene i

prosjektperioden, har gitt reduserte arbeidstimer i *timelønn akkord* (uspesifisert) og *timelønn* (ikke akkord). Noe som er i henhold til tidligere nevnt teori. Også tabell 5-4 er en indikator på kostnadsreduksjon, da tabellen viser at «andel tømmerkost» er redusert gjennom prosjektperioden. Forklaringen er at tømmerlønnen har gått ned og fått mindre betydning i forhold til materialer tilhørende hvert produserte tun. Materialkostnaden har variert, men i gjennomsnitt har de holdt seg stabile. Derimot er tømmerlønnen redusert med mindre antall arbeidstimer «timelønn», og er blitt en mindre del av det totale kostnadsbildet per tun.

6.2 Verdiskapning i produksjonen

Resultatene gir en klar indikasjon på at det har oppstått en økning i verdiskapning over prosjektperioden, spesielt sett i lys av reduksjonen i arbeidstimer. Økningen i verdiskapning er et resultat av økt effektivisering og reduksjon av sløsing i flere ledd av produksjonen. Ifølge teori om transformasjoner, flyt og verdi (Koskela), stemmer funnene i analysen med teorien. Gjennom et balansert forhold av de tre faktorene *transformasjon*, *flyt* og *verdi*, vil hver enkelt arbeidsoppgave bli gjennomført på en bedre og mer effektiv måte. Gjennom at totale arbeidstimer er kraftig redusert for hvert enkelt tun, og kvaliteten er opprettholdt samt at det viser en total effektivisering i strengene i produksjonen. Dette kan skyldes at hver enkelt arbeidsoppgave er mer riktig utført, og at flytobjektet (boligen) får en jevnere verdiskapning. Altså har hver arbeidsoppgave på Heimdalstunet blitt stegvis forbedret. Dette gir en økt av gevinst, i form av lavere kostander. Derimot kan dette også snus andre veien, ved å spørre seg selv hvorfor potensialet for økt effektivisering er så stort. Og rapporten gir inntrykk av, at prosjektet viser at det tar tid og flere repetisjoner, for å eliminere deler av sløsing.

Resultatforbedringen kan også sammenlignes med teori i Lean og teori som omhandles sløsing i kapittel 2.3 Ifølge Koskela et al. (2013) finnes det sløsing overalt i all produksjon, og målet er å eliminere sløsing kontinuerlig. Resultatene fra rapporten tyder på flere former av både skjult og synlig sløsing i gjennomføringsfasen. Et punkt er at arbeidstimer synker drastisk. Ser man derimot på materialkostnader, gir ikke disse noen indikasjon på variasjon, noe som tyder på lite svinn i materialer i utgangspunktet. Dette kommer også frem i intervjuene hvor viktigheten av gjenbruk kommenteres. Nå kan prosjektet deles inn i flere faser, hvor første produserte tun vil ha en klart større mengde av sløsing, sett i forhold til siste produserte tun.

Forfatter har fått en oppfatning av at det finnes ulike former for sløsing i prosjektet. Det kom frem resultater som ryddighet og orden, mer materiallikhet og bedre planlegging (se tabell 5-5). Forfatter mener det finnes mye sløsing innenfor disse temaene:

Tydeligste former for sløsing på Heimdalstunet

- Unødvendige transporter
- Unødvendige bevegelser
- Defekter
- Venting
- Making-do

Problemet med rapporten er at det ikke har vært tid til å gjøre detaljerte observasjoner, eller innhente mer kvantitativt tallmateriale. Mer talldata kunne synliggjort betydningen av Koskela sine kategorier for sløsing.

6.3 Verdikjeden

Analysen av verdikjeden på prosjektet viser at egenregien i de fleste ledd er ønskelig. Forklaringen på det kommer av at ved egenregi har de større kontroll på prosjektet som en helhet, og kunnskapen til arbeiderne i prosjektet kan videreutvikles etter behov. Det er skrevet et kort avsnitt om denne teorien i Lean Production i kapittel 2. Funn viser at Block Watne har mer kontroll på Heimdalstunet gjennom egenregi i verdikjeden. Det vil være mulig for eksempel å sette i gang med videre produksjon på et byggefelt, eller tilføye ekstra arbeidskraft hvis man ser et behov. Underentreprenør er beskrevet som relativt nye, uten at det har hatt for mye å si for gjennomføringen.

Arkitektene og konstruktørene er nevnt som viktige faktorer i verdikjeden. Noe som også må påpekes som en klar fordel for Heimdalstunet ved å bruke egne aktører. Valgt hustype med tilhørende byggemetoder og materialer, er ment å være tilpasset standard byggemetoder for prosjekter i Block Watne. Det er kun i gjennomføringsfasen at elementer ved løsninger og tegninger viser seg å kunne skape problemer. Disse løsningene ikke like nok, noe som er nevnt å være et problem i forhold til enkelte løsninger på byggeplass.

Videre tyder resultatene på at i interiør I-fasen (F3), hvor underentreprenørene av ulike fag kommer inn, er utsatt for stor variasjon i arbeidstimer og produktivitet. Hva nøyaktig dette kommer av er mer usikkert. Men forfatter trekker antagelsen at underentreprenørene kan ha noe å gjøre med den store variasjonen i fasen. Dog er det nevnt at underentreprenører selv tar den største risikoen i prosjekter, noe som også kan motbevise forfatters egne tanker.

Videre er det flere temaer som kan diskuteres vedrørende verdikjedene ved prosjektet, men forfatter har lite informasjon rundt disse temaene til å kunne skape en fornuftig diskusjon.

Temaene er:

- Materialleverandør (tilgjengelighet, pris og kvalitet)
- Koordinering av underentreprenører

6.4 Flyt

God flyt er viktig for fremdriften i et prosjekt. Basert på resultatene virker både byggeledere og tømrere å være fornøyd med oppbygning av strenger (faser). Men tallmaterialet kan vise noe annet enn den beskrivelsen informantene gir. Ifølge (Kraemer et al. 2007) sin teori er flyt på et prosjekt avhengig av å eliminere ikke-verdiskapende aktiviteter, skape jevn verdiflyt, minske variabilitet, og ha en rekke forutsetninger klart på byggeplassen.

Tallmaterialet tilsier at flyten er dårlig ved tun 1, men at flyten helt klart øker markant ut over i prosjektet. Den dårlige flyten i starten av prosjektet kan tilskrives mindre tilstrekkelig planlegging eller kunnskap om påbegynte oppgaver. Da det ikke er gjort noen målinger av flyteffektivitet i prosjektet, kan det være vanskelig å understøtte argumentene gjennom tallmaterialet, uten mer tilstrekkelige detaljer om tallene.

Informantene forklarer derimot et hensiktsmessig bilde av flyten i prosjektet, og dette beskrives ved at oppgavene er godt definerte og har en fornuftig rekkefølge. En faglig forklaring av utviklingen av flyten i prosjektet, kan tilsies at planleggingen og tilretteleggingen har blitt bedre i prosjektperioden, og derfor skapt mindre variasjoner og jevnere flyt. Resultatene tilsier at planleggingen har gradvis blitt mer og mer tilpasset prosjektet. Men dette er ikke entydig i starten av prosjektet. Materialer, oppgaver og fagarbeidere samkjøres bedre gjennom stadig forbedring av planlegging. Spesielt virker materialer og materiallogistikken til å være forbedret gjennom prosjektets forløp. Det samme vil gjelde for samkjøringen av ulike fag (underentreprenører) etter som det blir en mer og mer samkjørt produksjon. Bedre materiallogistikk kan ha fjernet deler av ikke-verdiskapende bevegelser og mindre unødvendig arbeid.

Et resultat som er positiv for flyten i prosjektet, kan gjenspeiles i reduksjonen i kategorien for «timelønn». Dette er timer basert på oppgaver som prosjektet opprinnelig ikke er ment å ha, og en reduksjon i disse timene vil tilsa at flere av disse «problem-oppgavene» er fjernet. Dette kan ha en sammenheng med bedre planlegging.

Analysen viser at mye av flyten bestemmes av tømrerne selv, når de selv anroper eller avbestiller materialer. Det er selvsagt hensiktsmessig at tømmeren bestiller materialer, men tømrerne har ikke alltid vært like flinke til å bestille riktig mengde, eller til riktig tid. Hvordan dette kan løses på en hensiktsmessig måte, er gjenbruk av erfaringstall og bedre oppfølging fra byggeleder. Bedre materialbestilling vil kunne gi mindre venting og unødvendige oppgaver.

6.5 Produksjonen

Bygningsproduksjon kan være et vidt begrep, derfor vil det være hensiktsmessig å diskutere oppbygningen av gjennomføringsfasen. Analysen har vist at god fremdriftsplanlegging og detaljplanlegging har vært viktig, noe som stemmer overens med hva Veidekke, Tyrén

(Tyrèn 2009) og andre kilder beskriver i teorikapittelet. Informantene mener at en dynamisk justering av fremdriftsplanen, vil ha best virkning. Det virket derimot til å være litt ulik praksis på hvor ofte denne fremdriftsplanen oppdateres. Noen nevnte at de justerte den én gang i uken, mens andre oftere. I denne oppgaven kommer det frem at fremdriftsplanleggingen virker å holde mål, derimot kan detaljplanleggingen for best mulig tilrettelegging for tømmerne, virke å ha et forbedringspotensialet. Dette nevnes spesielt av tømmerne, men også av byggeleder som mener at høyere produktivitet, må planleggingen og tilretteleggingen være på plass.

Avvik og defekter kan forekomme i produksjonen og blir loggført i avviksrapporter. Om disse avvikene derimot har noen effekt for fremtidig arbeid på prosjektet og andre prosjekter er mer usikkert.

Materialhåndtering, som nevnt tidligere, ble beskrevet som problematisk i starten av prosjektet. Dette går også på planlegging på byggeplass, men gjerne også planlegging på idéfase-nivå. For at tømmerne ikke skal bruke for mye tid som kan registreres som venting eller tilhørende sløsing, kan det jobbes enda mer med materiallikhet og tilrettelegging for tømmerne. Dette problemet kan delvis skyldes noe av de «dårlige» resultatene ved de første produserte tunene. Ettersom tømmerne har fått bedre oversikt over hvilke materialer som brukes, og hvor de skal brukes, vil arbeidet gå bedre.

I tillegg kom det frem av analysen at produksjonen har mer å gå på i forhold til bestilling av materialer til riktig tid og mengde. Dette handler om innarbeidete rutiner, noe som for så vidt ser ut til å være på plass. Nøyaktige bestillinger, kommer gjerne ved erfaring og kunnskap.

6.6 Søk perfeksjon

Søk etter stadig forbedring i prosjektet og arbeidsmetoder generelt, ble påpekt som viktige faktorer både for byggeledere og tømmerne. Dette kan forklares ved at byggeledere ønsker en god produksjon med god flyt og lite feil, sånn at forventet driftsresultat oppnås. Mens tømmerne ønsker å oppnå en god flyt av arbeid, da de får bedre arbeidsforhold og ikke minst bedre betalt gjennom akkorden. Disse faktorene vil øke perfeksjoneringen av arbeidet, noe som er i tråd med teori om å søke perfeksjon gjennom kontinuerlig forbedring (Womack & Jones 2010).

Et moment som kom frem i resultatene var at det ikke alltid er likhet mellom prosjekter. Det nevnes at det er ulik praksis i hvordan arkitekter og konstruktører utfører arbeidet sitt ved hovedkontoret i Oslo, noe som gir ulike byggemetoder og løsninger. Det kommer også frem at informantene føler at de ofte må «starte på nytt». Noe som understreker ytterligere den nevnte praksisen. Selv om det benyttes erfaringstall og mye gjenbruk av metoder, løsninger

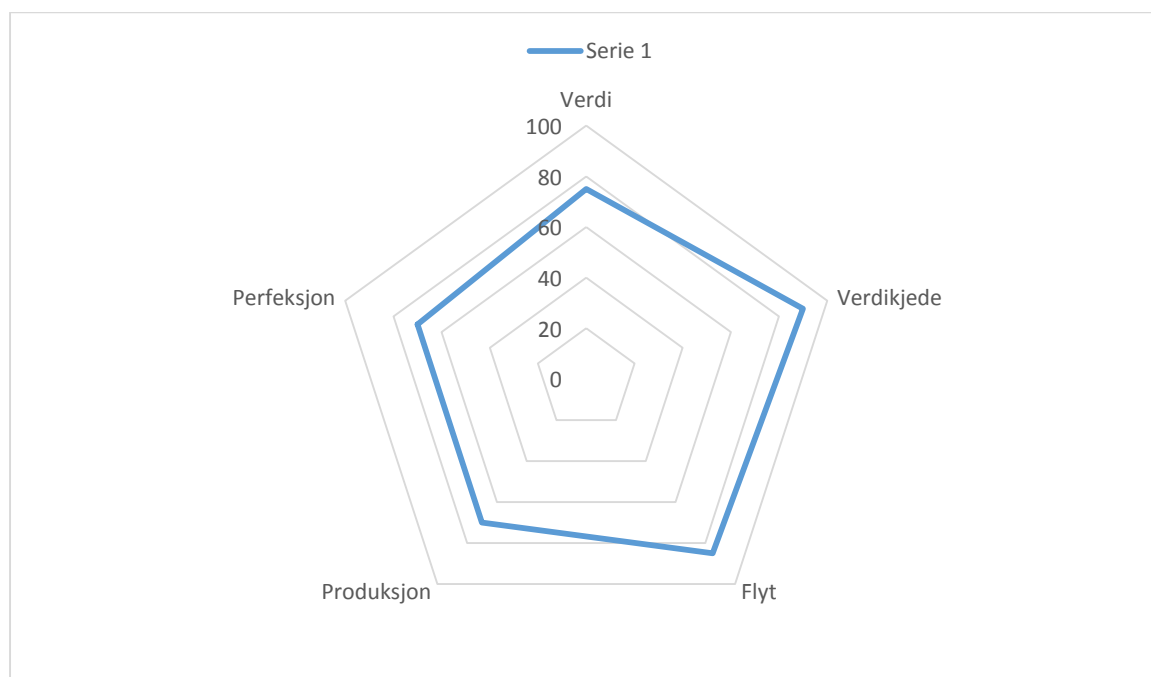
og materialer, oppleves ikke dette fullt ut i praksis av de som skal utføre prosjektene. Dette kan også understrekes gjennom resultatene i tallmaterialet i rapporten. Hvis løsningene hadde vært enda mer standardisert, gjennom gjenbruk, og lik praksis av arkitekter og konstruktører, ville man muligens oppnå en høyere produktivitet ved tun 1. Dette ansees som et viktig funn av forfatter, for det tydeliggjør at det ikke gjenbrukes nok erfaring i prosjektene.

I teorien drøftes det at perfektionering av arbeid handler om å benytte seg av den erfaringen man opparbeider gjennom prøving og feiling. Informantene ga uttrykk for at Block Watne jobber internt med erfaringsdeling på tvers av distriktskontorene gjennom et prosjekt kalt «Optimalt bygg». Her er formålet å dele mer erfaring på tvers av bedriften. Når et byggeprosjekt, som for eksempel Heimdalstunet, perfektioneres mot slutten av produksjonen, vil man vite nøyaktig hva som var behovet i prosjektet. Alt fra antall spiker til beste materiallogistikk som er benyttet for hustypen og prosjektet. Dette er et spennende arbeid, og er i samsvar teorien om at hver bit av produksjonen må optimaliseres. Når dette er sagt, kan det igjen vise svakhetene ved prosjektet Heimdalstunet og viktigheten med gjenbruk. Både materialer og arbeidsmetoder kan standardiseres og systematiseres mer.

Oppsummering av gjennomføringen i Heimdalstunet

Forfatter har tilegnet seg mye informasjon om prosjektets og distriktskontorets metoder. Her kommer en kortfattet oppsummering og subjektiv oppfatning av temaer vedrørende produksjonen.

1. *Verdiskapning i produksjonen*: Det er spesialiserte arbeidslag i hver fase. Dette gir spesialister i arbeidsoppgavene og metodene. Sløsing fjernes og oppgaver optimaliseres. Derimot virker finnes former for sløsing. Ansees som middels god.
2. *Verdikjeden*: Verdikjeden er i egenregi og kunnskapen holdes innad i bedriften. Verdikjeden består av tømrer, BL, PL, arkitekt og konstruktør. Det utarbeides risikokontrakter med UE, og leverandørstatus oppdateres. Ansees som god.
3. *Flyt*: Arbeidsoppgavene er tilrettelagt i ønsket rekkefølge. Det arbeider kun et arbeidslag om gangen i boligen. Mye av flyten bestemmes av tømrer og bestillinger av materialer. Ansees som svært god
4. *Produksjon*: Planleggingen ansees som god. Men mye kan tilrettelegges bedre i starten av et prosjekt. Ansees som middels.
5. *Søk Perfeksjon*: Block Watne har spennende ting på gang med prosjekt om gjenbruk. Til nå har de vært middels god på dette. Ansees som middels



Figur 6-2: Oppsummering i fem egendefinerte prinsipper

7 KONKLUSJON

Først vil forfatter understreke at rapporten ofte nevner ordet «reduksjon» og sjeldnere «variasjon». Dette kommer av at det har vært vanskelig å finne årsaken til variasjonen mellom produserte tun, uten mer detaljert data og informasjon for prosjekter som ble bygget for flere år siden.

Forskningsspørsmål i rapporten:

Hvilke faktorer i gjennomføringsfasen har hatt betydning for variasjonen i produktivitet ved boligprosjektet Heimdalstunet?

Med tilhørende delspørsmål:

- 1. Definere hva som skaper variasjon i repeterende boligprosjekter?*
- 2. Hvordan kan prinsippene; verdiskapning i produksjonen, verdikjeden, flyt, produksjon og søk perfeksjon, belyse hva som skaper variasjon i gjennomføringsfasen?*

Hva skapte variasjon i Heimdalstunet

Resultatene i rapporten viser at den gjentakende/repeterende effekten av like hus, materialer og arbeidsmetoder, gir en stor reduksjon (og variasjon) i total antall arbeidstimer per produserte tun. De observerte tunene viser jevnt over en reduksjon i totale arbeidstimer (unntak tun 5), noe som igjen viser det store potensialet i forbedring og gevinst, hvis organisasjonen fanger opp dette.

Analysen gir gode indikasjoner på at enkelte faser i gjennomføringen, har høyere variasjon og større potensial for forbedring. Dette gjelder forholdsvis fasade (F2), interiør I (F3) og delvis interiør II (F4). I tillegg reduseres kategorien «arbeidstimer timelønn» kraftig ut over i prosjektet. Et samlet moment (i fasene) for reduksjonen og mindre variasjon i prosjektperioden, kan tilskrives bedre; flyt, planlegging og tilrettelegging.

Analysen viser at Heimdalstunet har hatt «startproblemer», noe som vies stor oppmerksomhet i rapporten. Prosjektet bærer preg av at mye virker som «nytt» for tømrere ved prosjektet. Det tar tid å «forstå» arbeidsoppgavene, materialene og husets byggemetode, for å skape en ønsket flyt. At prosjektet totalt sett reduserer arbeidstiden med 59,1 %, og hvor mye kommer ved de første produserte tunene, tilsier gjenbruk av standardløsninger og materialer, kanskje ikke er så god som informantene og organisasjonen antyder. Forfatter konkludere med at variasjonen som er skapt på Heimdalstunet, kan tilsies mindre gjenbruk av systematisering og standardisering av metoder og løsninger.

De fem gjennomgåtte temaene

I undersøkelsen kommer det frem at verdiskapningen øker betraktelig ut over i prosjekt, og synlig sløsing elimineres. Spesielt kan sløsing i starten av prosjekt tilskrives at enkelte faser med tilhørende tømre, opplever at de hver gang må «starte på nytt» med materialer og metoder. Med dette menes at arbeidsmetoder og materialer kunne vært enda mer standardisert i prosjekter. Det er derimot ikke funnet noen trend for gjennomsnittlig reduksjon i totale materialkostnader. Verdikjeden oppfattes som god, med unntak av varierende materiallogistikk, og det er usikkert hva underentreprenør har å si for arbeidet til tømmerne i Interør I-fasen. Flyten øker ut over prosjektet, og bestemmes mye av å få materialer til riktig tid og i riktig mengde. Reduksjonen i kategorien «timelønn», er en indikasjon på at flyten bedres og verdiskapningen økes. Resultatene tilsier at prosjektet har hatt mer å gå på i forhold til planlegging og tilrettelegging i starten av prosjekt. Mye av startproblemene kan tilskrives materialhåndtering og ukjente løsninger for tømmerne. Selv om det er brukt gode erfaringstall og erfaringsdeling på tvers av prosjektet og distriktskontoret, har gjenbruken og erfaringen ikke vært god nok i starten av prosjektet.

Samlet konklusjon

- Variasjon i tallmaterialet
 - Gjentakende/repeterende effekt av (årsak):
 - Like hus, materialer og arbeidsmetoder
 - Gjentakende effekt ga stor reduksjon i totale antall arbeidstimer per tun (virkning):
 - Total reduksjon i arbeidstimer: 59,1 %
 - *Årsaker til variasjon og reduksjon:*
 - Lav produktivitet i starten av prosjektet
 - Må «starte på nytt»
 - Arbeidsoppgaver perfeksjoneres underveis
 - Bedre planlegging og tilretteleggelse
 - Stor reduksjon i kategorien «timelønn»
 - Eliminere skjulte og synlige former for sløsing (eks. materialhåndtering og materiallogistikk)
 - Reduksjon av totale antall arbeidstimer per tun ser ikke ut til å ha nådd bunnen
 - Størst potensial ved de første produserte enhetene
 - Fase 2 og 3, og delvis 4 i produksjonen, skiller seg ut med størst reduksjon i antall arbeidstimer
 - Totale materialkostnader viser ingen trend til synlig reduksjon. Tyder på lite svinn og variasjon
 - Totale lønnskostnader reduseres og «andel materialkost» synker.

- Verdiskapning i produksjonen
 - Økende verdiskapning i prosjektperioden
 - Stor reduksjon i synlig og skjult sløsing

- Verdikjeden
 - Tidvis problemer med UE
 - Variabel materiallogistikk

- Flyt
 - Variabel flyt i starten av prosjektet
 - Flyten styrer god materiallogistikk: riktig tid og mengde
 - Kategorien «timelønn» reduseres kraftig, noe som kommer av bedre flyt

- Produksjon
 - Bedre tilrettelegging for effektiv produksjon ut over i prosjektet
 - Erfaringslæring underveis
 - Bruker mye tid på materialhåndtering
 - Tømrere ønsker mer materiallikhet

- Søk perfeksjon
 - Arbeidsoppgaver perfeksjoneres i perioden
 - Høye antall arbeidstimer tyder på dårlig gjenbruk av metoder og materialer
 - Kan muligens standardisere løsningene mer
 - Har et erfaringsprosjekt på gang

8 VIDERE ARBEID

Forfatter får ikke understreket nok at rapporten ansees som et forstudium til videre arbeid rundt et spennende og høyest aktuelt tema. Det er mange faktorer som spiller inn i gjennomføringsfasen ved et boligprosjekt, noe forfatter har fått erfare. Det må konkretiseres at rapporten virker kritisk til gjennomføringen av Heimdalstunet. Da må det nevnes at forfatter mener Block Watne har gjort mye riktig i prosjektet. Spesielt ved å ha spesialiserte tømrere i hver fase, egne arkitekter og konstruktører, som lager standardiserte løsninger. Dette vil definitivt øke effektiviseringen over tid.

Block Watne selv har betegnet Heimdalstunet som et prestisjeprosjekt på grunn av den gode utviklingen. Derimot settes det et spørsmålstegn ved at Block Watne og andre aktører, alltid må «starte på nytt», uansett nytt prosjekt. Når de starter på nytt, tilsvarer det en lav produktivitet ved de første produserte enhetene. Dette gjelder mest sannsynlig de fleste prosjekter, og ikke bare Block Watne sine. Ut ifra dette synspunktet mener forfatter at det kan forskes videre på mange spennende temaer. Spesielt er forfatter av den oppfatning at mye kan diskuteres gjennom teori, men de virkelige løsningene ligger i kvantitative forskning. Kvantitative data vil gi mer troverdige holdepunkter. Og for det andre, mener forfatter at løsningen er mye høyere gjenbruk av tidligere erfaringer og løsninger.

Under er det presentert flere formuleringer for hvordan det kan arbeides videre med temaet.

1. Hvor store deler av Block Watne sine hustyper, er absolutt standard (i alle prosjekter)? Kunne man kategorisere dette, og senere standardisere mer av arbeidet, metoder og løsninger? Der målet er å utvide bruken av standardiserte løsninger?
2. Heimdalstunet viste stor variasjon i totale antall arbeidstimer, timelønn, og enkelte av fasene. Det kunne vært spennende å se på om det er de samme fasene som har problemer eller lignende problemer i andre prosjekter.
3. Erfaring og gjenbruk er ofte nøkkelen til en god suksessoppskrift. Dette skal Block Watne selv prøve gjennom sitt «optimal bolig». Hvordan kan man utarbeidet en plan for optimal gjenbruk?
4. Det er mulig å gjøre et studie hvor man sammenligner mange av Block Watne sine prosjekter, og deres tilhørende forbedringsrater. Er det alltid like mye å hente i prosjektene?
5. Det kunne vært interessant å observere om produksjon av enda flere like enheter kunne redusert antall arbeidstimer ytterligere.

6. Det kunne vært gjort et kvantitativt studie hvor man observerer for eksempel tømrener over gitte tidsperioder, for å kartlegge evt. former for sløsing.

Forfatter har enda flere forslag, men mye går i det samme, at kvantitative forskningsmetoder er veien å gå videre.

9 REFERANSER

- Ballard, H. G. (2000). *The last planner system of production control*: The University of Birmingham.
- Bergesen, O. E. (2014). *Fokus på kunde verdi som en integrert del av lean prosjektgjennomføring*. 172 s.
- Bertelsen, S. & Koskela, L. (2002). Managing the three aspects of production in construction. *IGLC-10, Gramado, Brazil*.
- Dahlum, S. (2015). *Validitet*: Store Norske Leksikon. Tilgjengelig fra: <https://snl.no> (lest 29.09.2015).
- Djuve, A. (2015). *Norsk byggebransje er ikke lenger norsk*: Dagens Næringsliv. Tilgjengelig fra: <http://www.dn.no/nyheter/naringsliv/2015/10/14/2157/Bygg-og-anlegg/-norsk-byggebransje-er-ikke-lenger-norsk> (lest 14.10.2015).
- Eikeland, P. T. (2001). Teoretisk analyse av byggeprosesser. *Felles teorigrunnlag for organisering av byggeprosesser*. 72 s.
- Fellesforbundet. (2015). *Lønns- og arbeidsvilkår: Akkordtariffene*. Fellesforbundet. Tilgjengelig fra: <http://www.fellesforbundet.no/Lonns--og-arbeidsvilkar/Akkordtariffer/Akkordtariffene/> (lest 27.09.2015).
- Gibb, A. G. (1999). *Off-site fabrication: prefabrication, pre-assembly and modularisation*: John Wiley & Sons.
- Hørlyk, G. (2015). Byggebransjen tar tak i logistikken. *Logistikk & Ledelse, utgave nr. 2*: 26-28.
- Jaillon, L. & Poon, C. S. (2009). The evolution of prefabricated residential building systems in Hong Kong: A review of the public and the private sector. *Automation in Construction*, 18 (3): 239-248.
- Johannessen, A., Kristoffersen, L. & Tufte, P. A. (2010). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode*. Oslo: Abstrakt forlag. 436 s.
- Koskela, L., Bølviken, T. & Rooke, J. (2013). *Which are the Wastes of Construction?* Proceedings for the 21st Annual Conference of the International Group for Lean Construction. 3-12 s.
- Kraemer, K., Henrich, G., Koskela, L. & Kagioglou, M. (2007). *How construction flows have been understood in lean construction*. 4th International SCRI Symposium, as part of the 4th International Research Week (IRW proceedings).
- Lean Construction NO. (2015). *Hva er Lean Construction*. Samforsk.no. Tilgjengelig fra: <http://samforsk.no/lc/Sider/Om-Lean-Construction.aspx> (lest 17.09.2015).
- Lean Enterprise Institute. (2015). *What is Lean?* Tilgjengelig fra: <http://www.lean.org/WhatsLean/> (lest 15.09.2015).
- Lean Manufacturing Resource Center. (2015). Lean Production. 18.09.2015.
- Learn Lean Manufacturing. (2009). Pull System - A Key Lean Concept.
- Lysons, K. & Farrington, B. (2006). *Purchasing and supply chain management*: Pearson Education.
- Molde kommune. (2015). *Lean i Molde kommune* Brosjyre. Tilgjengelig fra: <http://www.molde.kommune.no/forbedringskultur.329058.no.html>.
- Performance, B. (2015). *Lean prosjektbasert*. Tilgjengelig fra: <http://mybright.no/lean-prosjektbasert/>.
- Samset, K. (2014). *Evaluering av prosjekter*. Bergen: Fagbokforlaget. 236 s.

- Santos, J., Wysk, R. A. & Torres, J. M. (2014). *Improving production with lean thinking*: John Wiley & Sons.
- Statistisk Sentralbyrå. (2015). *Nasjonalregnskapet: Produktivitetsberegninger for næringer*. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/nasjonalregnskap-og-konjunkturer/statistikker/nr/tilleggsinformasjon/produktivitetsendringer-for-naringer> (lest 17.08.2015).
- Svartdal, F. (2015). *Reliabilitet*: Store Norske Leksikon. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/reliabilitet> (lest 29.09.2015).
- Thue, J. V. (2009). *Prefabrikasjon*: Store Norske Leksikon. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/prefabrikasjon> (lest 24.09.2015).
- Tyrèn, C. W. (2009). *Bygningsproduksjon*: Byggenæringsens forlag. 166 s.
- University of Kentucky. (2015). *Lean Systems Program*. Tilgjengelig fra: <https://www.lean.uky.edu/reference/terminology/> (lest 20.09.2015).
- Veidekke. (2008). *Involverende planlegging*: Veidekke. Tilgjengelig fra: <http://norsk.leanlearning.no/content/download/23090/128412/file/Involverende%20Oplanlegging.pdf> (lest 02.10.2015).
- Womack, J. P., Jones, D. T. & Roos, D. (1990). *Machine that changed the world*: Simon and Schuster.
- Womack, J. P. & Jones, D. T. (2010). *Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation*: Simon and Schuster.
- Zhou, M. C. & Venkatesh, K. (1999). Modeling, simulation, and control of flexible manufacturing systems.

10 VEDLEGG

Liste av vedlegg

A. CASEBESKRIVELSE

1. Tabell av kostander.....81
2. Tabell av registrerte arbeidstimer.....82
3. Prosjektstart av betong og trearbeid.....83

B. INTERVJUGUIDER

1. Intervjuguide: Byggeleder.....84
2. Intervjuguide: Bas/tømrer.....87

Vedlegg A.1 Tabell av kostnader

Materialkostnader							Tømmerlønnninger						
Bygget rekkefølge	Boliger per tun	Completion rate	Prognose	Virkelig	Rest å bokføre	Bygget rekkefølge	Boliger per tun	Completion rate	Prognose	Virkelig	Rest å bokføre		
1	6	100 %	2 044 794,00	2 044 792,78	1,22	1	6	100 %	1 803 061,00	1 803 061,41	-0,41		
2	6	100 %	1 776 077,00	1 776 078,53	-1,53	2	6	100 %	1 562 753,00	1 562 752,60	0,4		
3	6	100 %	1 798 197,00	1 798 199,13	-2,13	3	6	100 %	1 482 969,00	1 482 969,34	-0,34		
4	6	100 %	1 699 793,00	1 699 793,81	-0,81	5	6	100 %	1 199 758,00	1 199 757,86	0,14		
5	6	100 %	1 889 241,00	1 889 240,33	0,67	4	6	100 %	1 468 013,00	1 468 012,89	0,11		
7	6	100 %	1 763 541,00	1 763 540,24	0,76	7	6	100 %	1 176 800,00	1 176 800,28	-0,28		
8	6	100 %	1 870 968,00	1 870 967,67	0,33	8	6	100 %	1 185 788,00	1 185 788,12	-0,12		
10	6	100 %	1 851 649,00	1 851 649,12	-0,12	10	6	100 %	1 183 573,00	1 183 572,96	0,04		
12	6	96,30 %	1 751 585,00	1 752 441,12	-856,12	12	6	96,30 %	1 160 000,00	1 006 061,94	153 938,06		
6	4	100 %	1 337 881,00	1 337 880,78	0,22	6	4	100 %	1 009 220,00	1 009 220,20	-0,2		
9	4	94,93 %	1 350 486,00	1 350 487,18	-1,18	9	4	94,93 %	819 922,00	794 848,67	25 073,33		
11	4	97,31 %	1 273 086,00	1 273 086,15	-0,15	11	4	97,31 %	858 110,00	859 029,89	-919,89		
13	4	79,23 %	1 371 987,00	1 371 987,39	-0,39	13	4	79,23 %	1 150 000,00	780 412,20	369 587,80		
14	4	65,81 %	1 364 254,00	1 287 701,74	76 552,26	14	4	65,81 %	1 150 000,00	713 177,04	436 822,96		
15	4	55,69 %	1 392 769,00	1 059 260,35	333 508,65	15	4	55,69 %	1 150 000,00	681 201,37	468 798,63		
16	4	47,05 %	1 397 185,00	668 064,81	729 120,19	16	4	47,05 %	1 150 000,00	324 267,44	825 732,56		
17	4	19,36 %	1 378 751,00	527 820,54	850 930,46	17	4	19,36 %	1 150 000,00	251 147,79	898 852,21		

Vedlegg A.2 Tabell av registrerte arbeidstimer

Registrerte arbeidstimer											
Bygget rekkefølge	Bolig per tun	Completion rate	Stamme (F1)	Fasade (F2)	Interiør 1 (F3)	Interiør 2 (F4)	Div.	Sum Akkord	Timelønn i akk. [31]	Timelønn [31]	Sum Timer
1	6	100 %	471	724	1286	486	0	2967	822	426	4 214
2	6	100 %	405	649	856	358	0	2268	650	818	3 735
3	6	100 %	443	639	817	397	0	2295	619	426	3 340
4	6	100 %	508	548	623	313	66	2057	194	242	2 493
5	6	100 %	330	542	1124	402	0	2397	596	367	3 360
7	6	100 %	480	527	622	299	0	1927	113	345	2 385
8	6	100 %	481	500	546	313	0	1840	261	251	2 351
10	6	100 %	411	412	395	329	0	1547	278	303	2 128
12	6	96,30 %	393	372	431	315	0	1511	97	116	1 723
6	4	100 %	380	356	456	225	4	1421	151,00	405,5	1 978
9	4	94,93 %	331	305	336	236	0	1207	89,00	144,00	1 440
11	4	97,31 %	315	279	323	273	0	1190	139,50	141,5	1 471
13	4	79,23 %	319	319	326	225	0	1189	0,00	0,00	1 189
14	4	65,81 %	344	299	315	123	0	1081	0,00	0,00	1 081
15	4	55,69 %	321	330	302	0	0	953	0,00	0,00	953
16	4	47,05 %	319	116	14	0	0	449	0,00	0,00	449
17	4	19,36 %	331	0	0	0	12	343	0,00	0,00	343

Vedlegg A.3 Prosjektstart av betong og trearbeid

Prosjekt/tun	Boliger per tun	Igangsetting betong	Igangsetting trearbeider
1	6	18.06.2012	01.08.2012
2	6	11.06.2012	06.09.2012
3	6	14.09.2012	15.11.2012
4	6	27.11.2012	27.11.2012
5	6	13.09.2012	04.02.2013
6	4	20.11.2012	29.07.2013
7	6	16.09.2013	23.10.2013
8	6	11.09.2013	19.11.2013
9	4	16.12.2013	16.12.2013
10	6	12.11.2013	17.12.2013
11	4	12.11.2013	28.01.2014
12	6	15.07.2014	25.08.2014
13	4	06.10.2014	13.11.2014
14	4	20.10.2014	08.12.2014
15	4	04.11.2014	06.02.2015
16	4	03.11.2014	13.03.2015
17	4	27.05.2015	27.07.2015

Vedlegg B.1. Intervjuguide Byggeleder (BL)

Innledning

- Presenterer meg selv.
- Informerer om oppgaven og tema det vil stilles spørsmål om.
- Informere om at intervjuet er frivillig og at man kan trekke seg når som helst.
- Gå igjennom hvordan intervjuet dokumenteres, og hva som gjøres med materialet.
 - Personopplysninger behandles konfidensielt.
 - Det er vil ikke være mulig å gjengi intervjuer, og innsamlet personopplysninger slettes etter prosjektslutt osv.
- Spørre om det er greit å ta opp intervjuet.

1. Informanten

- Stilling
- Arbeidserfaring
- Rolle i prosjektet *heimdalstunet*?

1.1 Intro om prosjektet

- Kan du si litt generelt om prosjektet *Heimdalstunet*?
 - Entrepriseform
 - Hvor mange tømrere arbeider samtidig på prosjektet?
 - Hvor mange tømrere er det i hvert arbeidslag?
- Med tanke på tunene/prosjektene; hvor mange tun bygges samtidig i parallell?
- Brukes de samme arbeidslagene gjennom hele perioden?
- Benyttes Tek 10 standard?
- Hvordan stiller dere i forhold til SHA (Sikkerhet, Helse, Arbeidsmiljø)?
- Hvilke overordnede målsetninger har/har du til prosjektet?

2. Spørsmål om tallmaterialet og økt produktivitet

- Hva tror du de store variasjonene i byggetid skyldes?
 - Hvis man ser på hver enkelt fase?
 - Er det større utfordringer i enkelte faser?
 - Hvilke faktorer har gått bedre lenger ut i prosjektet?
- Hva skyldes variasjonen i materialforbruk, tømrerlønninger og antall timer ved hvert tun?
- Er det mulig å starte med en høyere produktivitet?
 - Hvorfor klarer man ikke å starte med høyere produktivitet (arbeidstimer)?
- Hva skyldes variasjonen i timer for timelønn akkord og timelønn?
 - Disse reduseres mye. Hvorfor?
 - Hvordan kan man få ned tallet tidligere/lære til neste gang? (obs: årstider)

3. Spørsmål om Planlegging og Ledelse (management)

- Ble det benyttet planleggingsverktøy underveis?
 - Eksempelvis: excel, fremdriftsplanlegging, bakover planlegging, LBS?
 - Fungerer det godt? Kunne man hatt behov for mer prosjektstyringsverktøy?
- Hvor mange nivåer er fremdriftsplanen?
 - Nøkkelord: hovedfremdriftsplan, fase-, utkikk-, ukeplan
- Hvor godt følger dere fremdriftsplanen?
- Hvis den ikke følges, har dere et avvikssystem?
 - PPU (prosent planlagt utført)
- Hvordan er logistikken av varestrøm?
- Vil du kalle logistikken effektiv og rasjonelt bygget opp?
- Har dere en plan for plassering av materialer og verktøy på arbeidsstasjoner?
- Hvordan er det tilrettelagt for produktiv produksjon på arbeidsplassen?
 - Kunne noe bli gjort annerledes ved tilretteleggingen?

4. Spørsmål om sløsing på arbeidsplass (ark vises)

- Hvordan håndterer dere sløsing?
- Prøver dere å eliminert eller redusert sløsing i produksjonen deres?
- Er det noen steder hvor du mener dere har større utfordringer/flaskehals i produksjonen?
- Er det noen steder i produksjonen det gjøres oftere feil?
- Hvis dere finner et jevnlig problem, prøver dere å løse dette?

5. Spørsmål om flyteffektivitet i prosjekter

Arbeidsprosessene ved boligprosjekt er gjerne transformasjonsbasert, altså utførelsen av aktiviteter, og disse er som regel godt optimaliser hver for seg. Men nå ønsker jeg å snakke litt om flyt:

- Hvordan vil du si at flyt (flyteffektiviteten) normalt er på et prosjekt?
 - Flyten mellom materialer, arbeidere og oppgaver?
- Er arbeidsoppgavene til tømmerene godt definert?
- Er rekkefølgen på arbeidsoppgavene godt tilpasset hverandre?
 - Hva er typiske årsaker som hemmer flyt?
 - Hva er typiske årsaker som fremmer flyt?
- Er det god kommunikasjon mellom aktører (samspillet)? UE?

6. Spørsmål om kultur og økt systematisering

- Har dere en kultur for kontinuerlig forbedring?
- Kan man standardisere/systematisere produksjonen mer? Evt. Hvordan mener du det kan gjøres?
- Er det mulighet for å bruke mer prefabrikkering enkelte steder?

Avslutning

- Høre om det er noe mer informanten ønsker å legge til; er det noe som jeg ikke har tenkt på?
- Her vil jeg kort oppsummere informasjonen som er kommet frem i løpet av intervjuet. Her har informanten mulighet til å korrigere og rette opp i eventuelle uklarheter.
- Dersom informanten ønsker er det mulig å få tilsendt intervjuet med notater, slik at informanten kan kvalitetssikre informasjonen som vil brukes i oppgaven.
- Dersom du skulle ha noen spørsmål i etterkant er det bare å kontakt meg.

Takk for at du tok deg tid til intervjuet!

Vedlegg B.2. Intervjuguide: Bas/tømrer (BAS)

Innledning

- Presenterer meg selv.
- Informerer om oppgaven og tema det vil stilles spørsmål om.
- Informere om at intervjuet er frivillig og at man kan trekke seg når som helst.
- Gå igjennom hvordan intervjuet dokumenteres, og hva som gjøres med materialet.
 - Personopplysninger behandles konfidensielt.
 - Det vil ikke være mulig å gjengi intervjuer, og innsamlet personopplysninger slettes etter prosjektslutt osv.
- Spørre om det er greit å ta opp intervjuet.

2. Informanten

- Stilling
- Arbeidserfaring
- Hva er normalt dine arbeidsoppgaver ved prosjektet?

- Kan du fortelle litt generelt om din oppfatning av Heimdalstunet?

3. Spørsmål om produktivitet

- Er arbeidsoppgavene i din fase godt definert i forhold til prosjektet?
- Synes du at rekkefølgen på arbeidsoppgavene er godt tilpasset hverandre?
- Med tanke på produktivitet, hvordan er det tilrettelagt for produksjon på arbeidsplassen?
- Eventuelt hva mener du kunne vært bedre tilrettelagt, for å bruke mer tid på å produsere?
- Er du fornøyd med plassering av materialer og verktøy?
 - Er disse lett tilgjengelig?
 - Kan noe gjøres enklere for deg og dine oppgaver?
- Er det god planleggingen og kommunikasjon mellom deg og

4. Spørsmål om variasjonen

- Hva mener du er grunnen til den store forbedringen i tid totalt sett?
- Hva mener du er grunnen til (evt.) forbedring i dine arbeidsfase?
 - Hva har vært utslagsgivende/ hva er gjort annerledes?
- Hvordan kan man tidligere bruke mindre arbeidstimer?
 - Produktivitet: materialer og arbeidstimer
- Kan det å jobbe for fort gå ut over kvaliteten?

5. Spørsmål om sløsing på arbeidsplass

- Prøver dere å eliminert eller redusert sløsing i produksjonen deres?
 - Nøkkelord: unødvendige oppgaver og bevegelser (se ark)
- Hva er de største utfordringer i produksjonen?
 - Flaskehalsen i fasen?
- Hvis dere finner et jevnlig problem, prøver dere å løse dette?

6. Spørsmål om flyteeffektivitet i prosjekter

- Hvordan vil du si at flyten er i prosjektet?
 - Nøkkelord: materialer, arbeidere og oppgaver
- Er det noe som hindrer god flyt i produksjonen?
- Er flyten forskjellig i prosjekter?
- Hva kjennetegner eventuelt dårlig og god flyt?
- Hva synes du om samarbeidet og kommunikasjon mellom aktører (BL, UE)?

7. Spørsmål om kultur og økt systematisering

- Er dere flinke på gjenbruk?
- Deler dere erfaringer innad i bedriften for å skape forbedring?
- Et det noe man kan standardisere/systematisere produksjonen mer?
 - Evt. Hvordan mener du det kan gjøres?
- Er det mulighet for å bruke mer prefabrikering enkelte steder i produksjonen?

Avslutning

- Høre om det er noe mer informanten ønsker å legge til; noe som jeg ikke har tenkt på?
- Her vil jeg kort oppsummere informasjonen som er kommet frem i løpet av intervjuet. Her har informanten mulighet til å korrigere og rette opp i eventuelle uklarheter.
- Dersom informanten ønsker er det mulig å få tilsendt intervjuet med notater, slik at informanten kan kvalitetssikre informasjonen som vil brukes i oppgaven.
- Dersom du skulle ha noen spørsmål i etterkant er det bare å kontakt meg.

Takk for at du tok deg tid til intervjuet!



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Postboks 5003
NO-1432 Ås
67 23 00 00
www.nmbu.no