

Reduksjon av sløsing i produksjon på byggeplass

Marie Mjelve

Bygg- og miljøteknikk

Innlevert: juni 2016

Hovedveileder: Amund Bruland, BAT

Medveileder: Olav Torp, BAT

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



Oppgavens tittel: Reduksjon av sløsing i produksjon på byggeplass	Dato: 9.6.2016		
	Antall sider (inkl. bilag): 116		
	Masteroppgave	X	Prosjektoppgave
Navn: Marie Mjelve			
Faglærer/veileder: Amund Bruland og Olav Torp			
Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere: Kristen Vollestad og Helge Schiager, Skanska Norge AS			

Ekstrakt:

Høye byggekostnader og lav produktivitet er to av byggenæringens største utfordringer. Det er et ønske i næringen om at produktiviteten skal forbedres og kostnadene reduseres. Reduksjon av sløsing i produksjon antas å redusere kostnadene og øke produktiviteten. Det hevdes også at mindre sløsing skal bidra til bedre flyt i produksjon. Hensikten med denne oppgaven er å undersøke og forstå sammenhengen mellom sløsing og flyt i produksjon, og bidra til at flyten forbedres og sløsing reduseres.

Masteroppgaven er utført med Skanska Norge AS som ekstern samarbeidspartner.

Rapporten er et resultat av en litteraturstudie og dybdeintervjuer. Litteraturen er i hovedsak avgrenset til bygg og anleggsrelatert litteratur. Ti dybdeintervjuer ble gjennomført i forbindelse med masteroppgaven. Resultatene fra fem intervjuer gjort i forbindelse med en prosjektoppgave, gjennomført høsten 2015, inkluderes også i resultatene.

Stikkord:

1. Flyt i produksjon
2. Sløsing i produksjon
3. Produktivitet
4. Kostnadsreduksjon

Marie Mjelve

Forord

Denne masteroppgaven er utarbeidet våren 2016 ved Institutt for bygg, anlegg og transport, Fakultetet for ingeniørvitenskap og teknologi ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet i Trondheim. Det er individuelt arbeid som har resultert i rapporten. Masteroppgaven er det avsluttende arbeidet i masterprogrammet bygg og miljøteknikk, og utgjør 30 studiepoeng. Den avsluttende oppgaven er skrevet innenfor hovedprofilen anleggsteknikk.

Rapporten er utarbeidet etter ønske av Skanska Norge AS, som også har bidratt under arbeidet med oppgaven. Arbeidet bygger videre på prosjektoppgaven, *Flyt i produksjon på byggeplass*, som ble utført ved NTNU høsten 2015. Oppgaven har til hensikt å undersøke sammenhengen mellom sløsing og flyt i produksjon.

Jeg vil takke Skanska Norge AS for samarbeidet. Jeg vil rette en spesiell takk til mine eksterne veiledere i Skanska, Kristen Vollestad og Helge Schiager, for gode innspill i utformingen av problemstillingen og hjelp underveis i arbeidet med oppgaven. Jeg vil også takke alle intervjuobjektene som tok seg tid til å snakke med meg i forbindelse med oppgaven.

Sist, men ikke minst vil jeg rette en stor takk til mine veiledere Amund Bruland og Olav Torp ved Institutt for bygg, anlegg og transport, NTNU, for gode innspill og veiledning under arbeidet med denne oppgaven.

Trondheim, 9.6.2016



Marie Mjelve

Sammendrag

Høye byggekostnader og lav produktivitet er to av byggenæringens største utfordringer. Det er et ønske i næringen at produktiviteten skal forbedres og kostnadene skal reduseres. Reduksjon av sløsing i produksjon antas å redusere kostnadene og øke produktiviteten. Det hevdes også at mindre sløsing skal bidra til bedre flyt i produksjon. Hensikten med denne oppgaven er å undersøke og forstå sammenhengen mellom sløsing og flyt i produksjon, og bidra til at flyten forbedres og sløsing reduseres.

Masteroppgaven er utført med Skanska Norge AS som ekstern samarbeidspartner.

Rapporten er et resultat av en litteraturstudie og dybdeintervjuer. Litteraturen er i hovedsak avgrenset til bygg og anleggsrelatert litteratur. Ti dybdeintervjuer ble gjennomført i forbindelse med masteroppgaven. Resultatene fra fem intervjuer gjort i forbindelse med en prosjektoppgave, gjennomført høsten 2015, inkluderes også i resultatene.

Det mangler en omforent forståelse av både flyt og sløsing i teorien. Begge begrepene har sterke intuitive kvaliteter. De intuitive kvalitetene gjør det mulig å utvikle, og benytte, metoder og verktøy som skal bidra til forbedring av flyten og en reduksjon av sløsing. I produksjon forbindes ofte flyt med god fremdrift og uhindrede aktiviteter. Sløsing forbindes ofte med ineffektiv ressursbruk og ineffektive prosesser i produksjon.

Forbedringspotensialet er stort når det kommer til sløsing i produksjon. Det sløses med både tid, materialer og andre resurser, noe som også fører til at det sløses med penger. Undersøkelser tyder på at 10 – 20 % av innkjøpte materialer ender som avfall og mellom 10 - 30 % av arbeidstiden kan gå bort til sløsing. For å redusere sløsing i produksjon er det viktig å ta tak i årsakene til at det sløses. Planleggingsarbeidet, prosjekteringen, innkjøp, holdninger og verdier er noen av årsakene til at det sløses i produksjon. Hindringer i produksjon er også en viktig årsak til sløsing.

Bruk av planleggingsmetoder som Last Planner System skal bidra til at produksjonen ikke hindres, og dermed vil ikke sløsing som følge av hindringer oppstå. Taktplanlegging og skråstrekplanlegging er også metoder som kan redusere sløsing, ved at sløsing med tid synliggjøres i planleggingen. Dette er metoder og verktøy som også skal bidra til bedre flyt i produksjon.

Det er en sammenheng mellom sløsing og flyt i produksjon. Hindres produksjonen kan det føre til making-do situasjoner, venting, unødvendig bevegelse og ineffektiv arbeid blant annet. Dette vil føre til sløsing med tid, ettersom tiden ikke brukes direkte eller indirekte til å produsere. I slike situasjoner oppfattes ofte flyten i produksjon som mangelfull. Tidsbruken i produksjon påvirker dermed hvordan flyten i produksjon oppfattes.

Summary

High construction costs and low productivity are two of the construction industry's biggest challenges. There is a desire in the industry that the productivity will be improved and costs cut. Waste reduction is presumed to reduce costs and increase productivity. It is also claimed that less waste in production contributes to an improvement of the flow. The purpose of this master thesis is to look in to, and understand, the connection between waste and flow in production, and contribute to an improvement of flow and waste reduction.

This report is a result of a collaboration with Skanska Norge AS.

A literature review and depth interviews were conducted to gather the information used in this report. The literature is limited to construction related literature. Results from 15 depth interviews are included in the report. Ten depth interviews were conducted during the work with the master thesis. Five interviews were conducted during the autumn semester in 2015, while the author were working with a project assignment.

There is a lack of a common understanding of the terms flow and waste in the theory. Both concepts have strong intuitive qualities, making it possible to develop methods and tools that will contribute to an improvement of flow and a reduction of waste. In production flow is often associated with good progress in production and the presence of unhindered activities. Waste is often associated with inefficient use of resources and inefficient processes in production.

In production there is time waste, material waste and waste with other resources, which leads to waste of money. Research indicate that 10 to 20 % of the materials ends up as waste, and work time waste may be 10 to 30 % of the work time. It is important to address the causes of waste, to reduce waste in production. The planning, design, procurement, conduct and values are some of causes of waste in production. Hindrances in production are an important cause of waste as well.

The use of planning methods such as Last Planner System helps to prevent waste, by removing hindrances before the planned activity is carried out. Takt-time planning and flow line visualisation are methods that can reduce waste as well. Those methods are used to visualise the appearance of time waste in production planning. All three of these methods contribute to an improvement of flow in production.

There is a connection between waste and flow in production. Hindrances in production can lead to making-do situations, waiting, unnecessary movement and inefficient work, among other things. This will result in time waste, since the work time is not used directly or indirectly to produce. In such situations flow is often perceived as inadequate. The use of work time influences how the flow in production is perceived.

Innholdsfortegnelse

FORORD	I
SAMMENDRAG	III
SUMMARY	V
BEGREPER OG FORKORTELSER	IX
1 INNLEDNING	1
1.1 INTRODUKSJON	1
1.2 BAKGRUNN	3
1.3 FORMÅL OG FORSKNINGSSPØRSMÅL	3
1.4 AVGRENSNINGER	4
1.5 RAPPORTENS OPPBYGGING	4
2 METODE	7
2.1 FORSKNINGSMETODE	7
2.2 METODER FOR INNHENTING AV INFORMASJON	7
2.3 VALGTE METODER	8
2.4 ANVENDT METODE	9
2.5 OPPGAVENS RELIABILITET OG VALIDITET	12
3 LEAN CONSTRUCTION	15
3.1 LEAN-FILOSOFIEN	15
3.2 LEAN CONSTRUCTION	16
3.3 TFV-MODELLEN FOR PRODUKSJON	16
4 FLYT	19
4.1 FLYT I LEAN CONSTRUCTION	19
4.2 DEN INTUITIVE FORSTÅElsen AV FLYT	20
4.3 FLYT I PROSESS OG OPERASJON	21
4.4 FORUTSETNINGER FOR FLYT	22
4.5 FORBEDRING AV FLYT	24
5 SLØSING	25
5.1 DEFINISJON AV SLØSING	25
5.2 OHNOS LISTE OVER SYV KATEGORIER AV SLØSING	26
5.3 SLØSING SETT UT FRA TFV-MODELLEN FOR PRODUKSJON	26
5.4 KOSTNADEN AV SLØSING	31
5.5 MENGDER SLØSING	32
5.6 ÅRSAKER TIL SLØSING	36
5.7 KONSEKVENSER AV SLØSING	41
5.8 METODER OG VERKTØY FOR REDUKSJON AV SLØSING	41

6	RESULTATER	51
6.1	FORSTÅELSE AV SLØSING	51
6.2	FORSTÅELSE AV FLYT	51
6.3	KATEGORIER AV SLØSING	52
6.4	MAKING- DO	53
6.5	SLØSING OG KVALITET	54
6.6	MENGDER SLØSING	54
6.7	ÅRSAKER TIL SLØSING	57
6.8	DAGENS PRAKSIS I SKANSKA	62
6.9	FORBEDRINGSMULIGHETER	66
6.10	SAMMENHENGEN MELLOM SLØSING OG FLYT	70
7	DISKUSJON	71
7.1	FORSTÅELSE AV SLØSING	71
7.2	FORSTÅELSE AV FLYT	71
7.3	KATEGORIER AV SLØSING	72
7.4	MAKING-DO	73
7.5	SLØSING OG KVALITET	74
7.6	MENGDER SLØSING	75
7.7	KOSTNADEN AV SLØSING	77
7.8	ÅRSAKER TIL SLØSING	77
7.9	DAGENS PRAKSIS I SKANSKA	82
7.10	FORBEDRINGSMULIGHETER	84
7.11	SAMMENHENGEN MELLOM SLØSING OG FLYT	87
8	KONKLUSJON	89
9	VIDERE ARBEID	91
	REFERANSELISTE	93
	VEDLEGG	

Begreper og forkortelser

Begreper og forkortelser	Forklaring
BIM	Building Information Model
HMS	Helse, miljø og sikkerhet
IGLC	International Group for Lean Construction
LC	Lean Construction
LPS	Last Planner System. En planleggingsmetode som skal fjerne hindringer i produksjon. Se kapittel 5.8.4 for en mer detaljert forklaring
Making-do	Gjennomførelsen av en aktivitet starter eller fortsettes, uten at alle innsatsfaktorene er tilstede. Se kapittel 5.3.4 for en mer detaljert forklaring
PDCA-hjulet	Plan, do, check, act-hjulet. En metode for kontinuerlig forbedring. Se kapittel 5.8.2 for en mer detaljert forklaring
PPU	Prosent, planlagt, utført. Se kapittel 5.8.4 for en mer detaljert forklaring
Pull-metode	Aktiviteter trekkes fra oppstrøms produksjonsenheter. Utkikksporsessen i LPS er en pull-metode. Utkikksporsessen beskrives i kapittel 5.8.4.
TB	Trimmet Bygging. Se kapittel 5.8.3 for en detaljert beskrivelse.
TFV-modellen	Transformasjon, flyt, verdi –modellen. Se kapittel 3.3 for en mer detaljert forklaring
TPS	Toyota Production System
UE	Underentreprenør

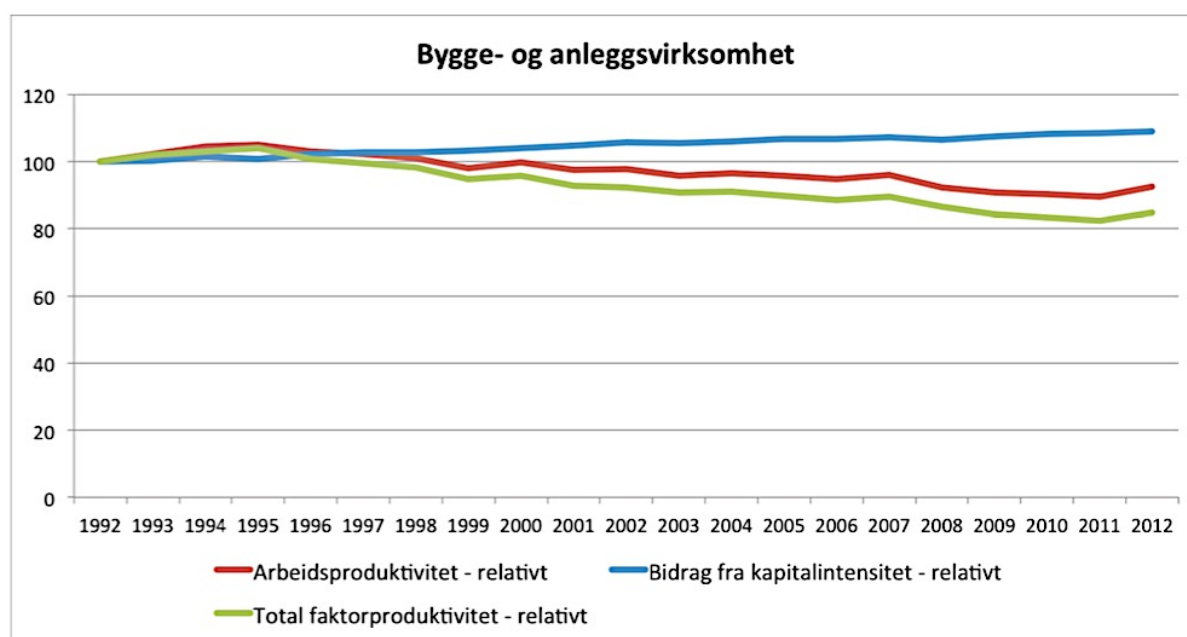
1 Innledning

Innledningen til rapporten introduserer rapportens tema og bakgrunnen for valg av tema. Oppgavens formål og forskningsspørsmålene presenteres. Andre avgrensninger i forhold til oppgavens omfang klargjøres. Til slutt presenteres den videre disposisjonen til oppgaven.

1.1 Introduksjon

Produktiviteten og kostnadsutviklingen er noen av de største utfordringene til byggenæringen (Bygg21, u.å). Både myndighetene og næringen selv ønsker å ta tak i disse utfordringene for å realisere næringens potensiale.

Bygg- og anleggsnæringen har hatt en nedgang i den målte produktiviteten de siste årene (Produktivitetskommissjonen, 2015). Figur 1 viser utviklingen til total faktorproduktivitet sammenlignet med arbeidsproduktivitet og bidraget fra kapitalintensitet for en periode på 20 år, fra 1992 til 2012 (Langlo et al., 2013).



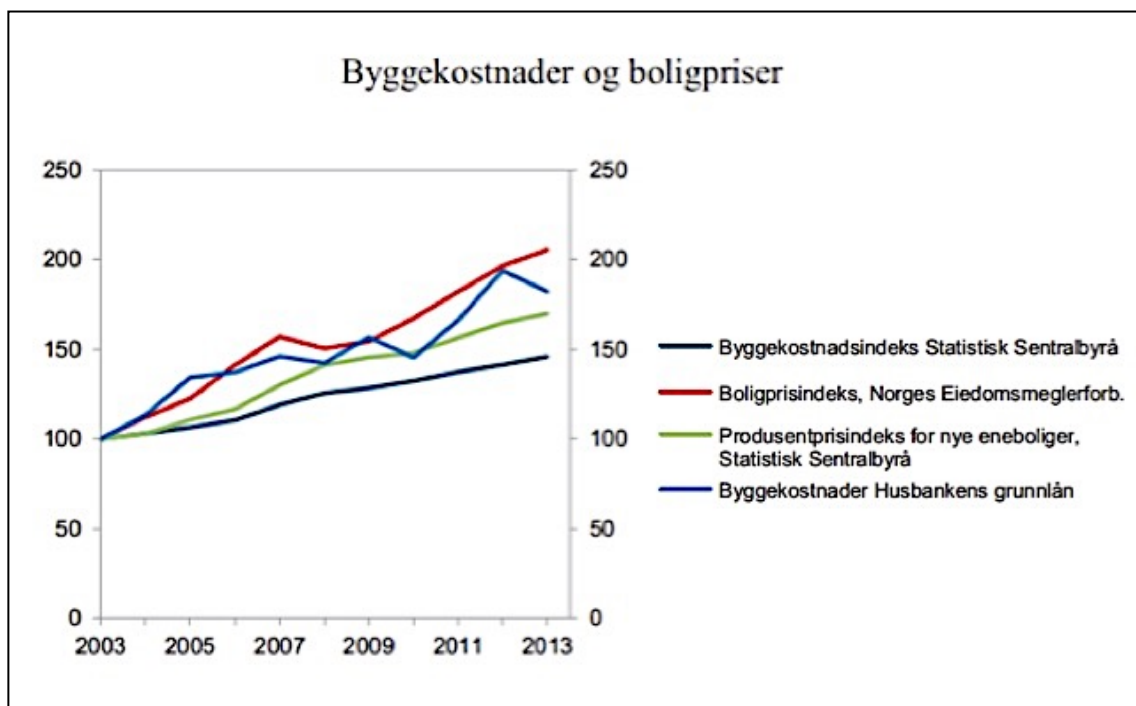
Figur 1 Relative utviklingen i total faktorproduktivitet i BA-næringen. Indeks 1992=100 (Langlo et al., 2013, Figur2).

Dagens produktivetsmålinger fra SSB tar imidlertid ikke hensyn til næringens kompleksitet, endrede krav fra myndigheter og økte krav fra forbrukere og forskjellen i bygge og anleggsprosjektene omfang blant annet. Dette gjør det vanskelig å sammenligne produktivitetstallene på tvers av prosjekter, organisasjoner og bransjer, samt produktivitet utviklingen over tid (Langlo et al., 2013). Dette fører til at det er et behov for å finne andre og bedre metoder for prestasjonsmåling (Langlo et al., 2013).

Innad i næringen er det også stor forskjeller i produktivitet/kostnadseffektivitet. SINTEFs prosjekt ”Produktivitet i bygg- og anleggsnæringen (2001-2006)” undersøkte 122 boligblokkprosjekter av relativ lik karakter. Undersøkelsene viste at prosjektene i gjennomsnitt hadde en effektivitet på 79 % i forhold til de beste prosjektene (100 %). De dårligste prosjektene bruke dobbelt så mye ressurser som de fleste effektive på å produsere et helt likt bygg (Ingvaldsen og Edvardsen, 2007).

Den kraftige kostnadsveksten de siste årene er en utfordring for næringen.

Byggekostnadsindeksen, som viser kostnadsveksten til materialer og arbeidskraft, har hatt en økning på 46 % mellom 2003 og 2013. Figur 2 viser utviklingen i byggekostnader og boligpriser over en ti-års periode fra 2003-2013.



Figur 2 Byggekostnader og boligpriser. Indeks 2003=100
(Produktivitetskommissjonen, 2015).

I en næring som hadde en omsetning på 462 mrd. kr i 2014, kan små grep føre til at store besparelser (Statistisk Sentralbyrå, 2015). Kontinuerlig forbedring i bransjen, organisasjonene og prosjektene er viktig for å forbedre effektiviteten og lønnsomheten til næringen (Josephson og Björkman, 2011). En produksjonsfilosofi som fokuserer på det kontinuerlige forbedringsarbeidet er Lean Construction (Lundkvist et al., 2014). Et av hovedelementene i denne produksjonsfilosofien er flyt (Howell, 1999). Måling av flyt kan være en mulig prestasjonsmåling. Reduksjon av sløsing i produksjon skal bidra til bedre flyt i produksjonen (Koskela, 2000). Grunnen til at det er et ønske om å redusere sløsing er en antakelse om at redusert sløsing, vil føre til en kostnadsreduksjon og dermed også en økning i produktiviteten (Formoso et al., 2015, Kalsaas, 2010).

1.2 Bakgrunn

Masteroppgaven bygger videre på prosjektoppgaven ”Flyt i produksjon på byggeplass” (Mjelve, 2015). Prosjektoppgaven tok for seg utfordringene med å skape god flyt i produksjon. I likhet med masteroppgaven ble prosjektoppgaven gjennomført med Skanska Norge AS som samarbeidspartner. Under arbeidet med oppgaven kom det frem at det viktigste som kan gjøres for å forbedre flyten er å redusere sløsing (Koskela, 2000). Derfor ønsker en å fokusere på sløsing i produksjon på byggeplass og sammenhengen mellom sløsing og flyt i denne oppgaven. Deler av det teoretiske rammeverket i denne oppgaven er hentet fra prosjektoppgaven ”Flyt i produksjon på byggeplass” (Mjelve, 2015). Dette gjelder i hovedsak litteraturen som omhandler flyt, men også noen metoder og verktøy for reduksjon av sløsing. Deler av resultatene fra intervjuer gjennomført under arbeidet med prosjektoppgaven benyttes også i denne oppgaven. Videre i denne oppgaven vil det ikke refereres spesifikt til prosjektoppgaven.

1.3 Formål og forskningsspørsmål

1.3.1 Formål

Masteroppgaven har til formål å undersøke og forstå sammenhengen mellom sløsing og flyt i produksjon på byggeplass. Det er et ønske om å forstå sammenhengen mellom sløsing og flyt, hvordan flyten kan forbedres og sløsing reduseres. Det er et mål at oppgaven skal bidra til en reduksjon i sløsing og forbedring av flyten i produksjon på byggeplass.

1.3.2 Forskningsspørsmål

Det er utarbeidet syv forskningsspørsmål med bakgrunn i oppgavens formål. Forbedring av flyt i produksjon dekkes i prosjektoppgaven ”Flyt i produksjon på byggeplass” (Mjelve, 2015). Derfor fokuseres det på sløsing og sammenhengen mellom sløsing og flyt i produksjon i forskningsspørsmålene som er utarbeidet. Besvarelsen av forskningsspørsmålene skal bidra til oppnåelsen av oppgavens formål. Forskningsspørsmålene listes opp under.

FS1. Hva legges i begrepet flyt?

FS2. Hva legges i begrepet sløsing?

FS3. Hvilke kategorier av sløsing finnes i produksjon på byggeplass?

FS4. Hvor mye sløsing er det i produksjon på byggeplass?

FS5. Hvordan kan sløsing i produksjonen reduseres?

FS6. Hvordan arbeider Skanska med å redusere sløsing i produksjon?

FS7. Kan en reduksjon i sløsing i produksjon på byggeplass bidra til å skape bedre flyt i produksjonen?

1.4 Avgrensninger

Oppgavens gjennomføres med en fastsatt grense i forhold til tidsbruk og omfang. Oppgaven har en begrensning i tid på 20 uker, og utgjør 30 studiepoeng av masterstudiet bygg og miljøteknikk.

Både sløsing og flyt omtales i litteratur fra flere ulike fagfelt. Litteraturen i det teoretiske rammeverket vil i hovedsak være relatert til produksjon i bygg og anlegg. Dette gjøres for å begrense mengden tilgjengelig litteratur.

Det finnes seks ulike prinsipper for å forbedre flyten i produksjon (Koskela, 1992). Disse seks prinsippene er: Redusere sløsing; Redusere variabilitet; Redusere ledetid; Forenkle aktiviteter; Øke fleksibilitet; Øke gjennomsiktighet. Ettersom reduksjon av sløsing trekkes frem som den mest fundamentale kilden til forbedring av flyt, har en valgt å fokusere utelukkende på reduksjon av sløsing i denne oppgaven.

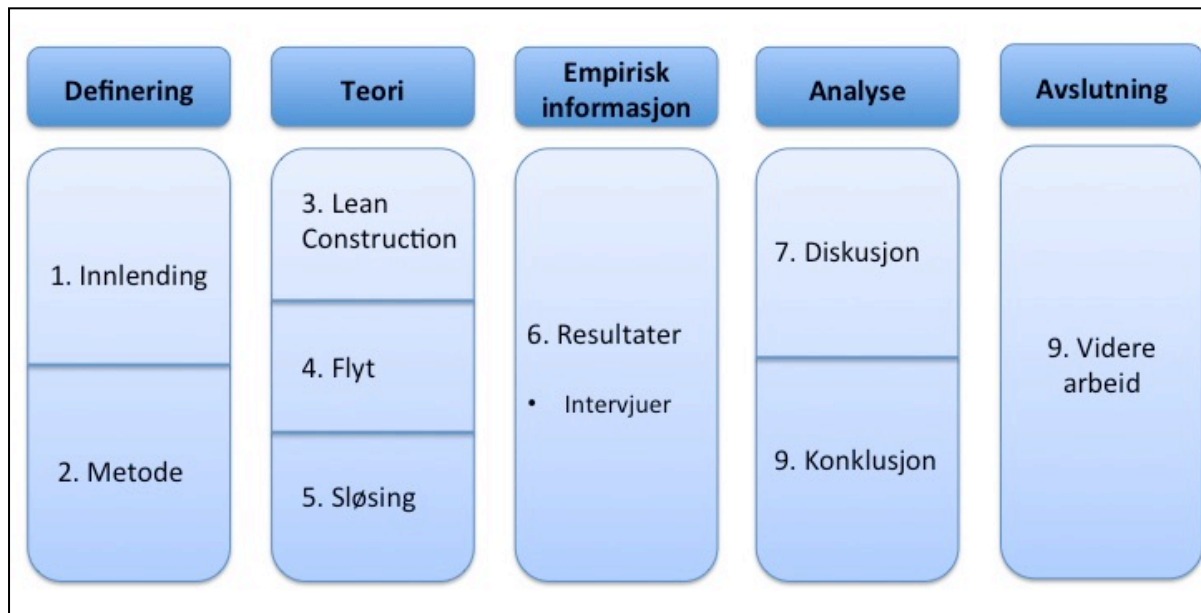
En skal gjennomføre intervjuer under arbeidet med oppgaven. For å avgrense oppgavens omfang må det også settes begrensninger for antallet intervjuer som skal gjennomføres. Samtidig må informasjonsgrunnlaget være tilstrekkelig for å kunne svare på forskningsspørsmålene. Det antas at mellom 5-10 intervjuer ute på prosjekter, samt intervjuer sentralt i Skanska, gir tilstrekkelig informasjonsgrunnlag.

I denne oppgaven fokuseres det på reduksjon av sløsing i produksjon i byggeprosjekter. Derfor er ikke det hentet inn informasjon om sløsing fra aktører i prosessene som foregår før produksjonen starter. Selv om produksjon i anleggsprosjekter ikke inkluderes i oppgaven kan Deler av funnene i oppgaven kan være relevant for denne typen prosjekter.

1.5 Rapportens oppbygging

I dette delkapittelet presenteres utformingen av masteroppgaven. Figur 3 viser oppgavens struktur. En kort beskrivelse av kapitlenes innhold og valget av oppbygging gis også i dette delkapittelet.

Masteroppgaven defineres i Kapittel 1 Innledning, og Kapittel 2 Metode. I Innledningen gis en introduksjon til det valgte tema, og bakgrunnen for valget av tema begrunnes. Formålet med oppgaven og forskningsspørsmålene presenteres, og avgrensinger av oppgavens omfang gjøres. I kapittel 2 Metode dokumenteres gjennomføringen av arbeidet med masteroppgaven. Vurderte og valgte metoder presenteres, og det gis en beskrivelse av anvendelsen av valgte metoder. Oppgaven reliabilitet og validitet vurderes til slutt.



Figur 3 Oppgavens struktur.

Kapittel 3 Lean Construction, Kapittel 4 Flyt og Kapittel 5 sløsing utgjør det teoretiske rammeverket til oppgaven. Kapittel 3 Lean Construction ble inkludert ettersom mye av teorien om flyt og sløsing bygger på en Lean filosofi. En innføring i Lean-filosofien og Lean Construction ble vurdert som nødvendig for å oppnå oppgavens formål. Store deler av det teoretiske rammeverket om sløsing og flyt i bygg og anleggsproduksjon stammer fra Lean Construction miljøet. Kapittel 4 Flyt og Kapittel 5 Sløsing skal bidra til en oppnåelse av oppgavens formål og besvarelse av oppgavens forskningsspørsmål. Det teoretiske rammeverket danner deler av grunnlaget for diskusjonen.

Kapittel 6 Resultater presenterer de empiriske dataene som ble innhentet ved gjennomføringen av 10 intervjuer under arbeidet med masteroppgaven. Resultater fra fem intervjuer gjennomført i forbindelse med en prosjektoppgave gjennomført høsten 2015, inkluderes også i dette kapitlet. Resultatene, skal i liket med det teoretiske rammeverket, bidra til oppnåelsen av oppgavens formål, og besvarelsen av forskningsspørsmålene. Sammen med det teoretiske rammeverket danner resultatene grunnlaget for diskusjonen.

Kapittel 7 Diskusjon og Kapittel 8 Konklusjon utgjør analysedelen til oppgaven. I kapittel 7 Diskusjon diskuteres resultatene fra kapittel 6 ut fra oppgavens formål, forskningsspørsmål og det teoretiske rammeverket. Basert på det som diskuteres i kapittel 7 Diskusjon, konkluderes det ut fra formål og forskningsspørsmålene i kapittel 8 Konklusjon.

Oppgaven avsluttes med en presentasjon av muligheter for videre arbeid innenfor temaet, i Kapittel 9 Videre arbeid.

2 Metode

Metodekapittelet beskriver fremgangsmåten som ble bruk under arbeidet med oppgaven. Først gjøres en vurdering av ulike aktuelle forskningsmetoder. Deretter gis en begrunnelse for valg av metode, samt en beskrivelse av forskningsmetodene som ble benyttet. Troverdigheten til rapporten vurderes til slutt.

2.1 Forskningsmetode

Ved gjennomføring vitenskapelig forskning må det tas i betraktning hvilke forskningsmetoder og metoder for innhenting av data, som er mest hensiktsmessig å benytte. En metode er en fremgangsmåte for å løse problemer og for å tilegne seg ny kunnskap. Alle virkemidler som kan brukes til å oppnå dette målet er en metode (Holme og Solvang, 1996). Metodene som benyttes i arbeidet med oppgaven må være egnet til å besvare problemstillingen og forskningsspørsmålene. Forskningsmetoder deles vanligvis inn i kvantitative og kvalitative metoder (Liu, 2011). Hovedtrekkene til kvalitativ og kvantitativ metode og forskjellen mellom metodene presenteres i tabellen under.

Tabell 1 Kvalitativ vs. Kvantitativ metode (Samset, 2014).

Kvantitativ metode	Kvalitativ metode
Tallbasert informasjon	Tekstlig informasjon
Få opplysninger om mange undersøkelsesenheter	Mange opplysninger om få undersøkelsesenheter
Stor grad av etterprøvbarehet	Etterprøvbarehet er ofte vanskelig
Stor grad av presisjon	Stor vekt på relevans
Generalisering og samsvar som mål	Helhetsforståelse som mål
Nødvendig for å dokumentere og skaffe bevis	Nødvendig for å beskrive kontekst og tolke/drøfte resultater

2.2 Metoder for innhenting av informasjon

Teori og litteratur danner et viktig grunnlag for alt forskningsarbeid. Litteraturstudie er en viktig del av det innledende arbeidet, og brukes for å finne god og relevant teori. Metoden brukes også for å avdekke tidligere studier gjennomført innenfor temaet (Fellows og Liu, 2008). Eksisterende litteratur og teori kan hentes fra rapporter, systemer og lignende eller dokumentgjennomgang (Holme og Solvang, 1996, Olsson, 2011).

Vanlige metoder for bygg og anleggsundersøkelser er casestudier, dybdeundersøkelser gjennom intervjuer (dybdeintervjuer), storskala undersøkelser (spørreundersøkelser), simuleringer og stokastisk modellering, deltakende observasjon og laboratorium eksperiment (Fellows og Liu, 2008).

I denne oppgaven er det et ønske om å undersøke og forstå sammenhengen mellom sløsing og flyt. Både kvalitative og kvantitative metoder kan være aktuelle for å oppnå dette formålet, og for å besvare forskningsspørsmålene. Laboratorium eksperiment, stokastisk modellering og simuleringer vurderes til å ikke være hensiktsmessig å benytte for å besvare forskningsspørsmålene. Aktuelle forskningsmetoder for denne oppgaven kan derfor være (Holme og Solvang, 1996, Olsson, 2011):

- Dokumentgjennomgang
- Bruk av eksisterende data fra systemer, rapporter og lignende
- Observasjoner
- Dybdeintervjuer
- Spørreundersøkelser
- Målinger

2.3 Valgte metoder

I dette delkapittelet begrunnes de valgte metodene. Det gis en beskrivelse av hver enkelt av metodene og hvordan hver av metodene ble benyttet under arbeidet med denne oppgaven.

I denne oppgaven hadde forfatteren i utgangspunktet tenkt å bruke en kombinasjon av både kvalitative intervjuer og kvantitative målinger for å besvare forskningsspørsmålene. De kvalitative målingene skulle gjennomføres ved direkte observasjon av produksjon og målinger av tapt tid gjort i form av en kombinasjon av klokkestudie og frekvensstudie. Både klokkestudie og frekvensstudie er metoder som er egnet for registrering av tapt tid (Kalsaas, 2010, Thune-Holm og Johansen, 2006).

Grunnet tidsavgrensningen til oppgaven og mangel på egnede case til en eventuell casestudien, valgte forfatteren å ikke gjennomføre de kvalitative målingene. Egne undersøkelser i denne oppgaven ble gjennomført som kvalitative intervjuer. I tillegg til de kvalitative intervjuene ble det gjennomført en dokumentgjennomgang, som danner det teoretiske rammeverket til oppgaven.

Valgte metoder for besvarelse av forskningsspørsmålene fremstilles i tabellen under.

Tabell 2 Metodevalg for besvarelse av forskningsspørsmål.

Forskingsspørsmål	Anvendte metoder	Kommentar
1. Hva legges i begrepet flyt?	Litteraturstudie og intervjuer	Finne teoretiske definisjoner og beskrivelser av begrepet, og resultater fra 15 intervjuer gjort i forbindelse med master og prosjektoppgave
2. Hva legges i begrepet sløsing?	Litteraturstudie og intervjuer	Finne teoretiske definisjoner og beskrivelser av begrepet, og resultater fra 10 intervjuer
3. Hvilke kategorier av sløsing finnes i produksjon på byggeplass?	Litteraturstudie og intervjuer	Gjennomgang av ulike kategoriseringer i litteraturen, og kategoriseringer gjort i 10 intervjuer
4. Hvor mye sløsing er det i produksjon på byggeplass?	Litteraturstudie og intervjuer	Litteraturstudie og antakelser gjort i 10 intervjuer
5. Hvordan kan sløsing i produksjonen reduseres?	Litteraturstudie og intervjuer	Gjennomgang av årsaker til sløsing, og metoder og verktøy for reduksjon av sløsing i litteraturen og resultater fra 10 intervjuer.
6. Hvordan arbeider Skanska med å redusere sløsing i produksjon?	Intervjuer	Resultater fra 15 intervjuer gjort i forbindelse med master og prosjektoppgave
7. Kan en reduksjon i sløsing i produksjon på byggeplass bidra til å skape bedre flyt i produksjonen?	Litteraturstudie og intervjuer	Se på sammenhengen mellom sløsing og flyt i teorien og resultater fra 10 intervjuer

2.4 Anvendt metode

2.4.1 Litteraturstudie

Det er gjennomført litteratursøk i ulike databaser for å finne litteratur til det teoretiske rammeverket. I hovedsak er det gjort søk i Oria, Scopus og blant artikler utgitt av International Group for Lean Construction, IGLC. Oria og Scopus gir et bredt utvalg av

akademisk litteratur (Bibsys, u.å, Elsevier, 2015). IGLC har publisert en rekke artikler som omhandler flyt, sløsing, og metoder for forbedring av disse. De fleste av artiklene som er publisert av IGLC ligger også i Scopus. Scopus er en database som kun består av fagfelleverdert litteratur (Elsevier, 2015).

Pensumlitteratur fra nåværende og tidligere emner forfatteren har fullført ved NTNU, ble gjennomgått for å finne god og relevant litteratur.

Deler av det teoretiske rammeverket i denne oppgaven er hentet fra prosjektoppgaven ”Flyt i produksjon på byggeplass” (Mjelve, 2015). Dette gjelder i hovedsak litteraturen som omhandler flyt, men også noen metoder og verktøy for reduksjon av sløsing.

Søkene etter litteratur har hatt flere forskjellige utgangspunkt. Det er gjort søk etter litteratur som beskriver eller definerer begrepene sløsing og flyt i produksjon. Det er gjort søk etter litteratur som tar for seg ulike metoder og verktøy for reduksjon av sløsing i produksjon. Det er også gjort søk etter litteratur som viser en sammenheng mellom sløsing og flyt i produksjon. Det er hovedsakelig gjort søk etter litteratur som er direkte knyttet opp mot produksjon i bygg og anleggsprosjekter. Det er også gjort søk på Lean-filosofien. Der er også gjort søk etter primærkildene til noe av litteraturen som ble funnet gjennom søkemotorene.

Kildekritikk har vært en viktig del av vurderingen og utvelgelsen av litteraturen. Kildenes troverdighet, nøyaktighet, objektivitet og egnethet ble vurdert som en del av dette arbeidet. Bruk av disse vurderingskriteriene skal sørge for at litteraturen er av god kvalitet og relevant for oppgaven.

Litteratursøket fremstilles i tabellen under, med databaser, søkeord og antall treff. Det er kun søkene som har resultert i benyttet litteratur som inkluderes i tabellen. Søkene som ble gjort i prosjektoppgaven inkluderes ikke. Søk etter primærkilder inkluderes heller ikke i tabellen.

Tabell 3 Litteratursøk.

Søkemotor	Søkeord	Treff
Scopus	1. Quantification of material waste in construction	75
	2. Takt in construction	21
Iglc.net	3. Waste in construction	14
	4. Reducing waste	15
	5. Waste reduction	11
	6. What is Lean Construction	1

2.4.2 Intervjuer

I arbeidet med masteroppgaven ble det gjennomført 10 intervjuer. Sammen med 5 intervjuer gjennomført i prosjektoppgaven, høsten 2015, danner disse intervjuene grunnlaget for resultatkapittelet.

Hensikten med å gjennomføre intervjuer er å samle inn mye og variert informasjon, for å kunne besvare forskningsspørsmålene på best mulig måte. Intervjuobjektene ble valgt med dette som bakgrunn. Forfatteren ønsket å få innspill på sløsing i produksjon fra flere forskjellige vinkler, og valgte derfor å intervju flere forskjellige roller i produksjon og i Skanska. Forfatteren ønsket å gjennomføre intervjuer med tre baser, 3 produksjonsledere, 3 prosjektledere og en person sentralt i Skanska. Etersom det er sløsing i produksjon som skal undersøkes i denne oppgaven, var det hensiktsmessig å intervju ulike roller i produksjon. Det ble gjort for å få frem forskjeller mellom de ulike rollene i produksjon. Det er også ønskelig å se om Skanska sentralt har en annen oppfattelse av sløsing, enn i produksjonen. Derfor ønsket forfatteren å gjennomføre et intervju med en person sentralt i Skanska.

De eksterne veilederne i Skanska gav en liste med produksjonsledere, prosjektledere og personer sentralt i Skanska som var mulig å intervju. De aktuelle intervjuobjektene ble kontaktet, med forespørsel om muligheten for intervju. I intervjuforespørselen til prosjektlederne ble det spurt om muligheten til å intervju en eller flere baser på det aktuelle prosjektet vedkommende var prosjektleder for. Dette var avklart med veilederne i Skanska før forespørselen ble sendt.

Det ble gjennomført intervjuer med to tømmerbaser og en forskalingsbas. En produksjonsleder for tømmerarbeid og en for betongarbeid ble intervjuet. En av personene som var listet som produksjonsleder, hadde byttet rolle, og arbeidet som prosjektleder. Etersom vedkommende hadde erfaring som produksjonsleder, ble intervjuguiden til produksjonslederne brukt under intervjuet. Dette ble gjort for å få likt antall intervjuer med de ulike rollene i produksjon. Det ble også gjennomført tre intervjuer med prosjektledere, der intervjuguiden for prosjektledere ble benyttet. Intervjuguidene ligger i vedlegg A.

Det ble utarbeidet en intervjuguide til hver av rollene, ettersom en ønsket svar på litt ulike spørsmål for de ulike rollene. De fleste av spørsmålene som ble stilt var like for alle rollene, men det ble gjort noen tilpasninger av intervjuguidene til de ulike rollene. Det var enkelte spørsmål, som for eksempel en bas ikke forventes å ha kunnskapen til å besvare. Intervjuguidene ble oversendt til intervjuobjektene, slik at de fikk muligheten til å forbedre seg til intervjuet. Intervjuguidene til basene ble sent til den aktuelle prosjektlederen. Det var ingen av basene som hadde fått intervjuguiden av sin prosjektleder før intervjuet.

Intervjuene ble gjennomført som en samtale, der intervjuguiden fungerte som en veiledning. Denne løsningen ble valgt for å sørge for at mest mulig informasjon kom frem under intervjuene. Utdypende spørsmål ble stilt der det var behov for å gå mer i dybden på det som

ble sagt. De fleste intervjuene ble gjennomført som en til en samtale. Ett intervju med en prosjektleder og ett intervju med en bas ble gjennomført med en produksjonsleder tidvis tilstede. Årsaken til det var at intervjuet ble gjennomført på et lite prosjekt, der intervjuet ble gjennomført på den ene brakken som utgjorde anleggskontoret. Produksjonsleder som var tilstede var ikke en av produksjonslederne som ble intervjuet. Vedkommende kom med noen innspill uten at det så ut til å påvirke meningene til de som ble intervjuet.

Det var stor geografisk spredning i lokaliseringen til de intervjuede. Syv av intervjuene ble gjennomført ansikt til ansikt. To av disse var i Trondheim, tre i Arendal og to i Oslo. I utgangspunktet skulle de resterende intervjuene ble gjennomføres ved hjelp av videosamtale på Lync. På grunn av tekniske problemer måtte alle intervjuene som skulle gjennomføres med Lync, tas på telefon. Ett av intervjuene måtte for eksempel avbrytes på grunn av dårlig kvalitet på lyden.

Det ble gjort opptak av alle intervjuene og det ble tatt notater underveis. Dette ble avklart med alle intervjuobjektene før intervjuet startet. Etter at intervjuene var ferdig transkribert fikk alle intervjuobjektene tilsendt et utkast av resultatene fra sitt intervju. De ble bedt om tilbakemelding og kommentarer på resultatet, for å unngå misforståelser. Det var også mulig å tilføre informasjon. Tekniske problemer førte til at ett av opptakene ble slettet. Den aktuelle av de intervjuede ble bedt om å gå ekstra nøye igjennom resultatene fra intervjuet.

2.5 Oppgavens reliabilitet og validitet

Informasjonen som benyttes må kvalitetsikres. Det stilles krav om at informasjonen har høy grad av reliabilitet og validitet (Dalland, 2000). Reliabiliteten til informasjonen viser til graden av pålitelighet eller nøyaktighet i den informasjonen som er samlet inn (Store norske leksikon, 2015). Validiteten til informasjonen viser til graden av gyldighet eller relevansen til informasjonen (Dahlum, 2015). Validiteten til informasjonen knyttes også opp mot informasjonens relevans i forhold til oppgavens formål og forskningsspørsmål (Dalland, 2000).

2.5.1 Litteraturstudie

Litteraturen som brukes i det teoretiske rammeverket til denne oppgaven kvalitetsikres ved bruk av fire kriterier. Disse fire kriteriene er objektivitet, nøyaktighet, troverdighet og egnethet. Disse vurderingskriteriene skal sørge for at litteraturen er av god kvalitet, og relevant for oppgaven.

Reliabiliteten til informasjonen vurderes ut fra av kriteriene troverdighet, objektivitet og nøyaktighet. Litteraturen i det teoretiske rammeverket er i hovedsak fagfelleverderte akademiske artikler og bøker. Basert på dette vurderes troverdigheten og nøyaktigheten til litteraturen som god.

Store deler av litteraturen som brukes i denne oppgavens er konferanse-artikler fra IGLC konferanser. Flere av disse artiklene er skrevet av en liten gruppe mennesker med tilknytning til IGLC. IGLC er en gruppe forskere og fagfolk innenfor bygg, anlegg og eiendomsnæringen, som arbeider for en drastisk endring av næringen, for å være bedre rustet til fremtidige endringer (IGLC, 2015). Ettersom deler av litteraturen er skrevet av de samme forfatterne, som alle har tilknytning til IGLC, kan det påvirke objektiviteten i litteraturen. Det er gjort forsøk på å finne god og relevant litteratur fra andre fagmiljøer, men dette har vist seg å være en utfordring. En årsak til det kan være at IGLC-miljøet har stort fokus på problematikken med sløsing og flyt i produksjon. Det er mye litteratur om både flyt og sløsing i produksjon, men lite av den litteraturen tar for seg flyt og sløsing i bygg og anleggsproduksjon. For å sørge for at litteraturen som benyttes er av god kvalitet, er det gjort søk i Scopus etter de benyttede artiklene fra IGLC. De fleste artiklene fra IGLC er også en del av de akademiske artiklene i Scopus, som kun har fagfelleverdert litteratur.

Validiteten til litteraturen dekkes av kriteriet om egnethet. Det eksisterte som nevnt mye litteratur om både sløsing og flyt i produksjon. Avgrensingen som gjøres i forhold til at kun bygg og anleggsrelatert litteratur benyttes, utelukker store deler av den tilgjengelige litteraturen. Litteraturen som benyttes i oppgaven er likevel godt egnet til å besvare oppgavens forskningsspørsmål og har høy grad av relevans i forhold til oppgavens formål. Validiteten til litteraturen vurderes derfor til å være god.

2.5.2 Intervjuer

Reliabilitet til intervjuenes resultater påvirkes av ulike feilkilder i intervjuprosessen (Dalland, 2000). Både notering, opptak og oversendelse av utkast til intervjuobjektene var tiltak som ble gjort for å unngå misforståelser og feil. Enkelte av intervjuobjektene kom med korreksjoner og tilførte informasjon. Andre intervjuobjekter gav tilbakemelding om at de følte at de var forstått riktig. Tre av personene som ble intervjuet i forbindelse med masteroppgaven har ikke gitt noen respons på utkastet som de fikk tilsendt. Dette velger forfatteren å tolke som at disse intervjuobjektene følte at de ble forstått riktig. Muligheten til å komme med korreksjoner og tilføring bidrar til økt reliabilitet i resultatene.

Intervjuguidene ble utarbeidet for å passe til de ulike rollene som ble intervjuet. Det var ikke alle spørsmålene som ble stilt til alle rollene, men alle spørsmålene ble stilt til flere roller. Dette ble gjort for å øke påliteligheten og nøyaktigheten til resultatene.

Resultatene fra intervjuene viser at samlet sett var forståelsen av begrepene relativ lik, selv om alle intervjuobjektene hadde en egen forklaring av begrepet. Det kan nevnes at personene som ble intervjuet i prosjektoppgaven og i masteroppgaven hadde lik forståelse av flyt. Reliabiliteten til disse resultatene skal dermed være god.

Intervjuobjektene hadde stort sett en ganske lik kategorisering av sløsing. De fleste intervjuobjektene nevnte også de samme årsakene til sløsing og forbedringsmuligheten. Det

samme gjaldt metodene og verktøyene som brukes for å reduseres sløsing. Alle intervjuobjektene var enig om at det var en sammenheng mellom sløsing og flyt, og at flyten kan forbedres gjennom en reduksjon i sløsing. Dette kan tyde på at reliabiliteten til disse resultatene er gode.

Der intervjuobjektene ble bedt om å anta mengden av sløsing var det stor spredning i resultatene. Dette gjaldt både andelen av tid, materialer og prosjektkostnaden. Reliabilitet til disse resultatene er lav. Antakelsene er gjort av et begrenset antall personer. De er gjort av personer med flere års erfaring, noe som i utgangspunktet skal bidra til gode antakelser. Selv om forståelsen av sløsing var relativt lik for alle intervjuobjektene, kan det være en forskjell i hva de definerer om sløsing. Dette kan være en forklaring på de store forskjellene i antakelsene. Noen av de anslagene underbygges i midlertid av teori, noe som samlet sett bidrar til økt reliabilitet for disse resultatene.

Forarbeidet som gjøres til intervjuet påvirker validiteten til resultatene (Dalland, 2000). Oppgavens formål og forskningsspørsmålene, ble brukt aktivt under utarbeidelsen av intervjuguidene. Rekkefølgen på spørsmålene ble valgt for å få en god struktur på samtalen med intervjuobjektene. Litteratur fra det teoretiske rammeverket ble brukt under utarbeidelsen av intervjuguidene. Slik skulle det sørges for at viktige elementer ikke ble glemt, og at resultatene fra intervjuene var sammenlignbar med litteraturen. Dette var spesielt viktig der intervjuobjektene ble bedt om å gjøre antakelser av mengden av sløsing. Resultatene fra intervjuene har bidratt til besvarelsen av forskningsspørsmålene og oppnåelsen av oppgavens formål. Validiteten til resultatene anses derfor som god.

Etter intervjuene var gjennomført oppdaget forfatteren at ett av spørsmålene var feil formulert. Det som omtales som *construction project cost* i Josephson og Björkman(2011), ble oversatt til prosjektkostnaden av forfatteren. Josephson og Björkman mente egentlig prosjektes produksjonskostnad når de brukte begrepet *construction project cost* (Josephson og Saukkoriipi, 2005). Dette påvirker ikke validiteten til resultatene fra intervjuene, men påvirker sammenlignbarheten med teoriene.

3 Lean Construction

I dette kapittelet presenteres Lean-filosofien og Lean Construction.

3.1 Lean-filosofien

Lean er en produksjonsfilosofi som benyttes i flere forskjellige industrier, som for eksempel industriell produksjon og bygg og anlegg (Koskela, 1992). Filosofien har en analytisk tilnærming til produksjon. Målet med Lean-filosofien er å maksimere verdien for kunden, samtidig som alt som forbruker ressurser uten å skape verdi reduseres eller elimineres (Koskela, 1992). Med kunde menes både sluttbrukeren av produktet og aktørene i den neste aktiviteten som skal gjennomføres (Koskela, 1992).

Bruken av Lean-filosofien i produksjon har sitt opphav i den japanske bilindustrien. Toyota Production system (TPS), utviklet av den japanske ingeniøren Ohno, danner grunnlaget for det som kalles Lean Production eller Lean Manufacturing (Howell, 1999). Lean Production ser på produksjon som en flyt av materialer og informasjon fra råmateriale til ferdig produkt (Koskela, 1992). Den grunnleggende tilnærmingen til Lean produksjon kan oppsummeres i følgende punkter (Howell, 1999):

- Identifiser og lever verdi til kunden: eliminer alt som ikke skaper verdi.
- Organiser produksjonen for kontinuerlig flyt.
- Perfeksjoner produktet og skap en pålitelig flyt ved å stoppe produksjon når feil oppdages, bruk av pull-metoder, del informasjonen og beslutningstakingen.
- Streb etter perfeksjon: lever et produkt som tilfredsstiller kundens krav, til rett tid, uten bruk av lagerbeholdningen.

En liste over generelle prinsipper for forbedring av flyt har blitt utviklet. Denne listen tar for seg hvordan flyt i prosesser kan designes, kontrolleres og forbedres (Koskela, 1992):

1. Reduser andelen med ikke-verdiskapende aktiviteter.
2. Øke verdien til produksjonsutbyttet, ved systematisk vurdering av kundens krav.
3. Reduser variabilitet
4. Reduser syklustiden.
5. Forenkle arbeidet ved å minimere antallet trinn, deler og sammenhenger.
6. Øke fleksibiliteten til produksjonsutbytte
7. Øke gjennomsiktigheten til prosessene.
8. Fokuser kontrollene mot hele prosessene
9. Inkluder kontinuerlig forbedring inn i prosessen.
10. Balanser forbedring av flyten med forbedring av transformasjonen.
11. Benchmark

3.2 Lean Construction

Lean Construction (LC) bygger på Lean-filosofien, men det er gjort noen tilpasninger til bygg- og anleggsproduksjon (Howell, 1999). Produksjon i bygge- og anleggsprosjekter har noen iboende egenskaper som skiller den fra fabrikkproduksjon (Koskela, 1992). Det er viktig å forstå særpregene til produksjonssystemet, å unngå de uheldige virkningene av disse (Koskela, 1992). Følgende egenskaper trekkes ofte frem som særegenheter i bygge og anleggsproduksjon (Koskela, 1992):

- Hvert prosjekt har unike egenskaper
- Produksjonen er stedsbasert
- Organisasjonen er tverrfaglig og midlertidig
- Regulatoriske inngrep

Selv om det er vesentlige forskjeller mellom bygge og anleggsproduksjon og fabrikkproduksjon, er det noen likheter som gjør at Lean Production filosofien er overførbart (Howell, 1999). De generelle prinsippene for design og forbedringen av flyten kan anvendes i bygg og anleggsproduksjon, og de kan brukes til å forbedre flyten i byggeprosessene. (Koskela, 1992). Produksjon i bygg og anlegg, har i likhet med fabrikkproduksjon, behov for optimalisering av produksjonsprosessene, reduksjon av sløsing og maksimalisering av verdien (Howell, 1999).

3.3 TFV-modellen for produksjon

TFV-modellen for produksjon er en generell produksjonsteori, men modellen sees ofte som en vesentlig del av det teoretiske fundamentet til LC (Bølviken et al., 2014).

Produksjon i BAE-næringen kan sees på som en kombinasjon av transformasjon, flyt og verdi, TFV (Koskela, 2000). Med transformasjon menes prosesseringen av materialene fra råmateriale til sluttprodukt (Koskela, 1992). Flyt defineres som inspeksjon, bevegelse og venting, og foregår mellom prosesseringen. I de fleste tilfellene vil flyt være ikke-verdiskapende aktiviteter (Koskela, 2000). Flytbegrepet forklares ytterligere i kapittel 4. Verdi viser til oppfyllelsen av kundens krav (Koskela, 1992). Tabellen under oppsummerer TFV-modellen ut fra et produksjonsperspektiv.

Tabell 4 TFV-modellens syn på produksjon (etter Koskela, 2000).

	Transformasjons- perspektivet	Flytperspektivet	Det verdigerende perspektivet
Konseptualisering av produksjon	En transformasjon av innsatsfaktorer til produksjonsutbytte	En flyt av materialer, bestående av transformasjon, inspeksjon, bevegelse og venting	En prosess der verdi for kunden skapes gjennom tilfredsstillelse av kundens krav.
Hovedprinsipper	Effektiv realisering av produksjon	Eliminering av sløsing (ikke-verdiskapende aktiviteter)	Eliminasjon av verditap (oppnådd verdi i relasjon til høyest mulige verdi)
Metoder og praksis (eksempler)	Work breakdown strukture, ”ansvarsfordelingskart”	Kontinuerlig flyt, pull-produksjon, kontinuerlig forbedring	Metoder for å fange opp krav, Quality Function Deployment
Praktisk bidrag	Sørge for at det som gjøres, gjennomføres.	Sørge for at det som er unødvendig, gjøres så lite som mulig.	Sørge for ta kundens krav tilfredsstilles på best mulige måte
Foreslått navn for den praktiske anvendelsen av perspektivet	Oppgaveledelse	Flytledelse	Verdiledelse

TFV-modellen for produksjon introduserer et todelt syn på produksjon, der produksjonen består av både transformasjon og flyt. Produksjonens effektivitet kan tilskrives både effektiviteten i prosesseringen, samt mengden og effektiviteten av flyten i aktivitetene (Koskela, 1992).

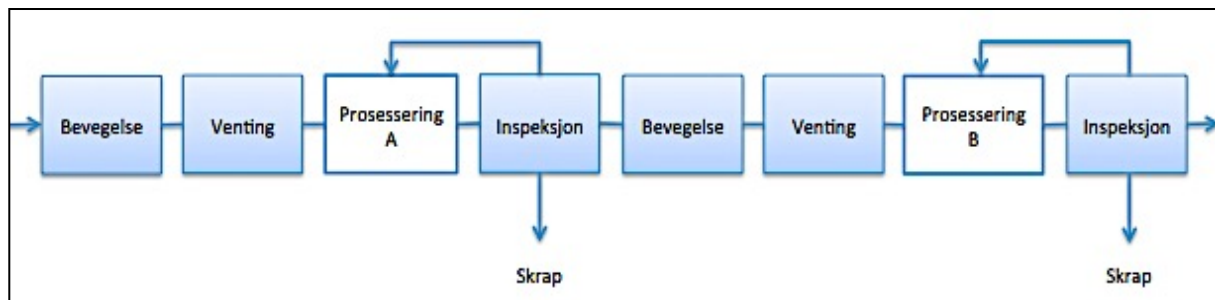
Alle aktiviteter krever tid og koster penger, men det er kun transformasjonsaktiviteten som er direkte verdiskapende. I forbedringsarbeidet bør det fokuseres på forbedring eller eliminering av flytaktiviteter, og transformasjonsaktiviteter bør effektiviseres (Koskela, 1992).

4 Flyt

I dette kapittelet presenteres ulike beskrivelser og definisjoner på flytbegrepet. Forutsetninger for flyt i produksjon beskrives og mulige metoder for flytforbedring presenteres.

4.1 Flyt i Lean Construction

Produksjon kan sees på som en flyt av materialer og/eller informasjon fra råmateriale til sluttprodukt (Koskela, 1992). I denne flyten prosesseres, inspiseres, venter og beveger materialene seg (Koskela, 1992). Prosesseringen av materialer representerer transformasjonsaspektet av produksjon. Inspeksjon, venting og bevegelse representerer flyten i produksjon (Koskela, 1992). Figur 4 gir en fremstilling av produksjonsprosessen som flyt (Koskela, 1992).



Figur 4 Produksjon som flyt. De blå boksene representerer ikke-verdiskapende aktiviteter (etter Koskela, 1992.)

Tabell 5 De ulike typene flyt og beskrivelsen av disse (Koskela, 2000, Salthaug og Sørensen, 2010).

Type flyt	Beskrivelse
Materialflyt	Materialflyt er de benyttede materialenes bevegelse gjennom leveransekjeden. Det kan for eksempel være armering som produseres og bøyes hos armerings-produsenten, for deretter å transporteres til byggeplassen. På byggeplassen transporteres armeringen til det stedet den skal benyttes og armeringsjernene monteres.
Lokalitetsflyt	Lokalitetsflyt er arbeidslagenes bevegelse på byggeplassen for å montere materialene på riktig sted. For eksempelet med armering, vil lokalitetsflyten være hvordan arbeidslagene beveger seg på byggeplassen for å montere armeringen på de stedene der det skal være betongkonstruksjoner.
Monteringsflyt	Monteringsflyt er fremdriften til byggeprosjektet gjennom de forskjellige produksjonsfasene, som for eksempel grunnarbeid, råbygg, tett bygg osv.

I BAE-prosjekter er det tre forskjellige typer flyt: materialflyt, lokalitetsflyt og monteringsflyt (Koskela, 2000, Salthaug og Sørensen, 2010). En beskrivelse av de tre typene flyt gis i tabellen over.

4.2 Den intuitive forståelsen av flyt

Selv om Koskelas flytbegrep er anerkjent og omtalt i flere vitenskapelige publikasjoner, dekker ikke definisjonen de intuitive kvalitetene til flytbegrepet (Kalsaas og Bølviken, 2010). Det er mange aktører som har en mer intuitiv forståelse av flytbegrepet, basert på egne erfaringer og meninger (Kalsaas og Bølviken, 2010). Flyt assosieres ofte med følgende: handlingsrekkefølge, kontinuerlig bevegelse, det å kunne bevege seg fritt og tilføring av verdi (Kalsaas og Bølviken, 2010).

Kø-teori er ofte benyttet for å forklare flyt i produksjon. Bruk av kø-teori til å forklare flyt synliggjør noen av utfordringene med å skape god flyt i produksjon. Kø-teori gjør utfordringer tilknyttet avhengigheter og varians tydeligere (Howell, 1999). Et eksempel som ofte benyttes for å illustrere flyt, er biltrafikk på en motorvei. Oppstår det kø på en tett trafikkert vei vil det som skjer foran i køen påvirke de som er lenger bak. Hvis for eksempel en bil reduserer farten, fordi bilen foran skal svinge av veien, må også bilene bak redusere farten for å unngå kollisjoner. Når bilen har svingt av veien vil bilen bak akselerere for å tette igjen luken. Både akselerasjonene og nedbremsingene vil føre til variasjon i hastigheten, og kjøremønsteret blir ujevnt. I en kø vil omgivelsene påvirke situasjonen til deltakeren i køen, og de påvirkes spesielt av det som skjer foran i køen. Det er avhengigheter mellom aktivitetene på en byggeplass, og variasjoner i fremdriften kan oppstå som følge av disse avhengighetene.

I følge Oxford Advanced Learner's Dictionary (u.å.) betyr flyt, eller flow, *stødig og kontinuerlig bevegelse i en retning* (subs.). Å flyte betyr *å bevege seg jevnt og stødig i en retning* (verb) (Oxford Advanced Learner's Dictionary, u.å.-a). De intuitive kvalitetene til denne definisjonen har ført til at den ofte benyttes av akademikere og praktikere. Denne definisjonen benyttes også når forbedring av arbeidsflyt, work flow, diskuteres i LC (Kalsaas og Bølviken, 2010).

Arbeidsflyt, ligner forståelsen av flyt som ofte benyttes i praksis av BAE-næringen (Forsberg, 2010). Det er ingen omforent definisjon av arbeidsflyt, eller work flow. Ballard (2000) beskriver arbeidsflyt som hastigheten og rekkefølgen på aktivitetene når de beveger seg mellom arbeidslagene i produksjonen. I følge Oxford Advanced Learner's Dictionary (Oxford Advanced Learner's Dictionary, u.å.-b) er work flow *en serie med trinn som en enkelt gjenstand eller en type arbeid passerer gjennom fra begynnelsen til den er ferdig; hastigheten den har under passeringen av trinnene*.

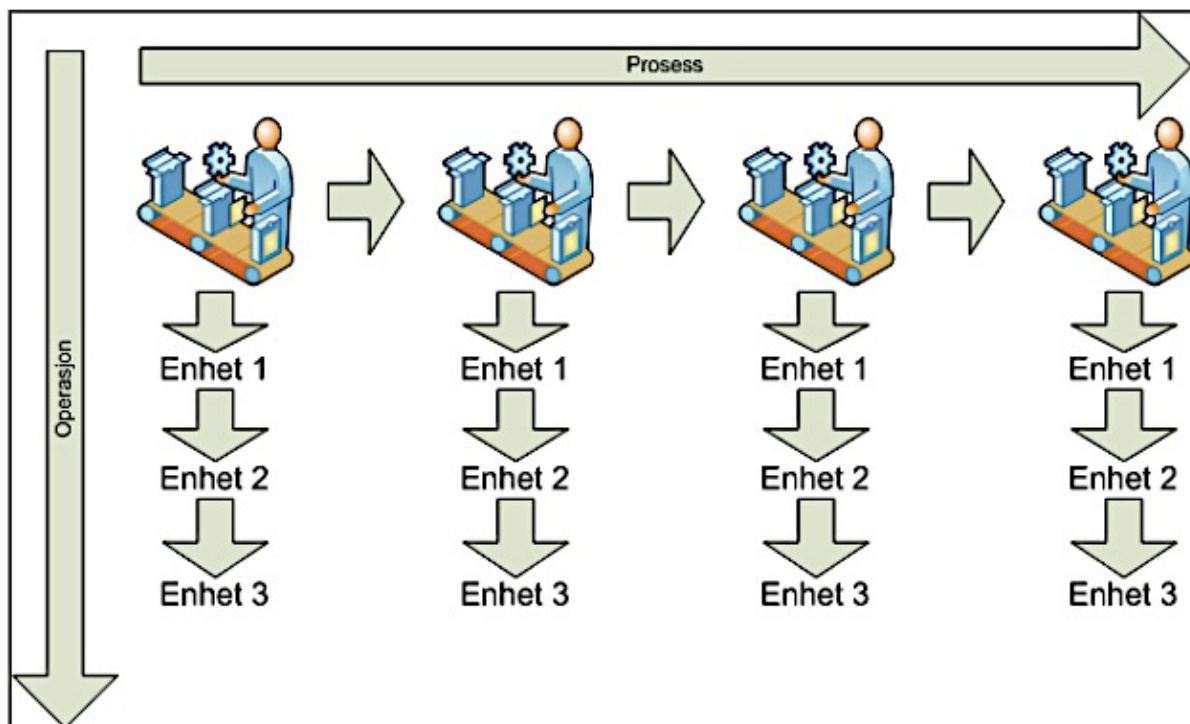
Kalsaas (2013) har definert arbeidsflyt i produksjon på bygge- og anleggsplasser som alt arbeid som utføres innenfor arbeidstiden. Hindringer som dødtid, omarbeid og andre typer sløsing er ikke inkludert i arbeidsflyten (Kalsaas, 2013).

$$\text{Arbeidsflyt} = \frac{\text{diponible timeverk} - \text{sløst tid}}{\text{disponible timeverk}}$$

4.3 Flyt i prosess og operasjon

Den japanske ingeniøren Shingo har utviklet et flytkonsept som skiller mellom flyt i operasjon og flyt i prosess (Forsberg, 2010, Wikipedia, 2015). Konseptet ble utviklet for produksjon i fabrikkindustrien, men omtales også i litteraturen som tar for seg flyt i bygg og anleggsproduksjon. Det gjelder blant annet Koskela (2000), Bertelsen (2003) og Kalsaas og Bølviken (2010).

Shingo ser på flyt som en rekke av hendelser. Skillet mellom flyt i prosess og operasjon skal øke forståelsen av produksjonen (Kalsaas og Bølviken, 2010). Shingos skille mellom flyt i prosess og operasjon illustreres i figuren under.



Figur 5 Shingos skille mellom flyt i operasjon og prosess (Salthaug og Sørensen, 2010. Figur 4).

Operasjon beskrives som rekken av hendelser der materialer bearbeides av arbeidere eller maskiner. Fokuset i operasjon er flyten for arbeiderene (Kalsaas og Bølviken, 2010).

Operasjonell flyt er arbeidet den enkelte arbeider utfører på produktet. Når det er flere arbeidere som utførere operasjoner på et produkt blir den operasjonelle flyten et resultat av

produktiviteten til enkeltpersoner (Forsberg, 2010). Prosess kan beskrives som flyten av materialer fra en arbeidsstasjon til en annen, og hvordan produktet transformeres fra råmateriale til ferdig produkt (Koskela, 2000). Både operasjon og prosess består av fire elementer: prosessering, inspeksjon, transport og forsinkelse (Kalsaas og Bølviken, 2010). Ved bruk av dette konseptet er det ikke relevant å spørre om produksjonen flyter, men hvordan den flyter (Kalsaas og Bølviken, 2010).

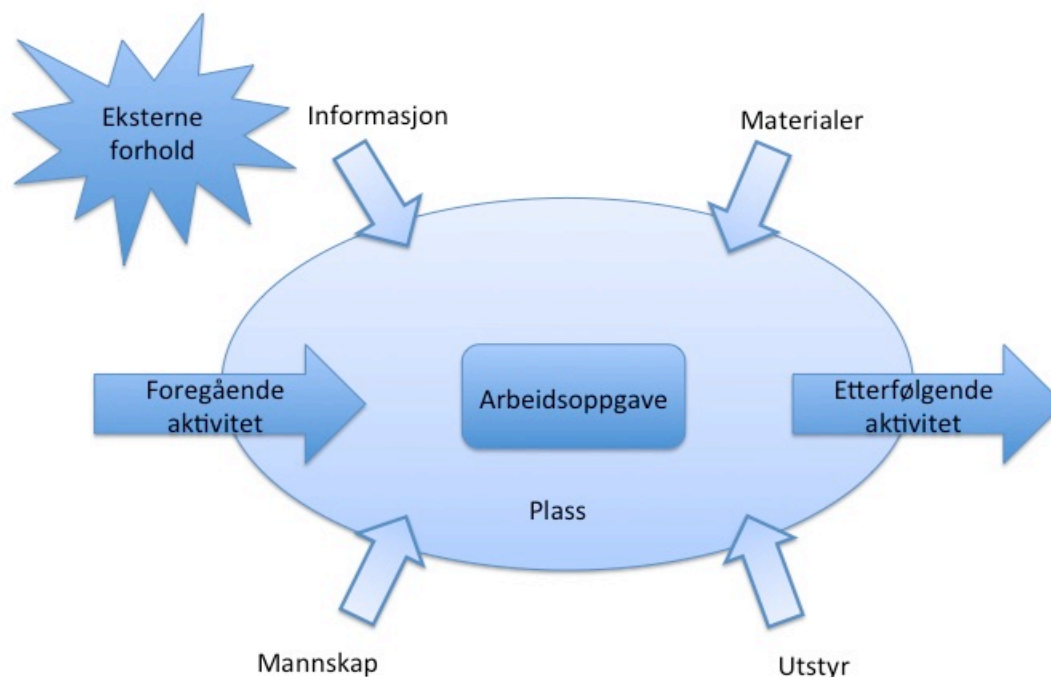
Benyttes Shingos konseptualisering av flyt i BAE-prosjekter vil forståelsen av begrepene, prosess og operasjon, være ulik forståelsen av begrepene i fabrikkindustrien. Prosess kan forstås som fremdriften i prosjektet. Operasjon kan forstås som arbeidet som de forskjellige fagene eller arbeidslagene påtar seg (Kalsaas og Bølviken, 2010). Arbeidsflyten, eller flyten i operasjoner, kan sees på som arbeiderenes bevegelser i forhold til konstruksjonen etterhvert som den transformeres til sluttproduktet (Kalsaas og Bølviken, 2010).

I BAE-prosjekter kan operasjon brytes ned i arbeidspakker, som har sin egen interne flyt med prosessering, inspisering, transporterering og forsinkelser. Arbeidspakkene tildeles det faget med riktig kompetanse, og bearbeides videre innenfor faget hvis det er nødvendig. Hver av arbeidspakkene i et byggeprosjekt utgjør en egen prosess, som påvirker fremdriften til hele prosjektet. Støtteaktiviteter bør inkluderes i operasjon, da disse aktivitetene er en viktig del av det arbeidet som utføres i prosjektene (Kalsaas og Bølviken, 2010).

4.4 Forutsetninger for flyt

Det er minst syv forskjellige forutsetninger som danner grunnlaget for resultatene fra aktivitetene i BAE-prosjekter (Koskela, 2000). Disse forutsetningene omtales ofte som de syv forutsetningene, og brukes som kriterier for at aktiviteter skal være sunne. En aktivitet er sunn når alle innsatsfaktorer og forutsetninger for aktiviteten er tilfredsstillt (Koskela, 2004). Figur 6 viser en fremstilling av de syv forutsetningene for sunne aktiviteter.

Realiseringen av arbeidsoppgavene avhenger av disse forutsetningene. Fremdriften i prosjektet er igjen avhengig av realiseringen av arbeidsoppgavene. Fraværet av en eller flere av disse forutsetningene kan derfor skape utfordringer for flyten i produksjon (Koskela, 2000). I tabell 6 gis en forklaring av alle de syv forutsetningene.



Figur 6 De syv forutsetninger for sunne aktiviteter (Østby-Deglum et al., 2013).

Tabell 6 De syv forutsetningene og forklaring av disse (Halleraker, 2014, Østby-Deglum et al., 2013).

Forutsetning	Forklaring
Foregående oppgaver	Alle foregående oppgaver må være ferdigstilt. Det vil for eksempel ikke være mulig å male en vegg hvis veggen ikke er bygget.
Informasjon	Alle tegninger, beskrivelser og annen informasjon må være tilgjengelig for de som skal bruke informasjonen.
Materialer	Nødvendige materialer må være tilgjengelig på arbeidsplassen, og det må være riktig mengde og kvalitet på materialet.
Mannskap	Arbeiderene som skal utføre arbeidet må være tilstede på arbeidsplassen. De må ha riktig kompetanse, og det må være nok bemanning til å utføre arbeidet.
Utstyr	Alt nødvendig utstyr og verktøy må være på plass. Utstyret skal helst være effektivt og sikkert. Det bør også være lite belastende for mannskapet.
Plass	Stedet der arbeidsoppgaven skal utføres må være tilgjengelig. Det må være tilstrekkelig med plass til å kunne utføre oppgaven, og området bør være rent og ryddig.
Eksterne forhold	Eksterne forhold, er ytre forhold, som prosjektet har liten eller ingen mulighet til å påvirke. Det kan for eksempel være værforhold, offentlige godkjenninger og lignende.

4.5 Forbedring av flyt

For å kunne forbedre flyten produksjon i BAE-prosjekter er det essensielt å forstå prosjektenes særegenheter. På den måten kan uønskede effekter unngås, eller begrenses (Koskela, 1992). Noen særegenheter i bygg og anleggsproduksjon er listet opp under (Koskela, 1992, Koskela, 2000):

- Den unike karakteren til prosjektene. Dette fører til større sannsynlighet for byggskaader og byggefeil i produksjonen.
- Stedsbasert produksjon. Produksjonsprosessene foregår på byggeplass ikke i fabrikk. Flere fag kan jobbe på samme sted samtidig, og trengsel kan påvirke produktiviteten.
- Midlertidige organisasjoner, med personer fra ulike fagbakgrunner.
- Regulerte inngrep. Prosessene er regulerte og styres av lover og forskrifter.
- Arbeidsoppgaver utføres ofte under suboptimale forhold. Det kan for eksempel være at oppgavene utføres i feil rekkefølge, trengsel på arbeidsstedet, mange start og stopp, for store arbeidslag, overtid, lite egnet utstyr, manglende materialer, osv.

Det er i alt 11 prinsipper for forbedring av flyten i produksjon, se kapittel 3.1. De seks viktigste prinsippene for flytforbedring listes opp under (Koskela, 2000):

- Redusere sløsing
- Redusere variabiliteten
- Redusere ledetiden
- Forenkle aktiviteter
- Øke fleksibiliteten
- Øke gjennomsiktigheten

Reduksjon av sløsing er den mest fundamentale kilden til forbedring av flyten i produksjon (Koskela, 2000). Eliminering eller minimering av ikke-verdiskapende aktiviteter bør derfor være hovedfokus i flytforbedringsprosessen (Koskela, 1992). Begrepet sløsing, dens årsaker og muligheter for forbedring av sløsing i produksjon vil presenteres i neste kapittel.

5 Sløsing

I dette kapitlet presenteres ulike beskrivelser og definisjoner av sløsing. Kategorier av sløsing, og mengdene av sløsing med tid og materialer gjennomgås. Kostanden av sløsing er også en del av dette kapitlet. Ulike årsaker til sløsing og konsekvensene av sløsing i produksjon gjennomgås. Tilslutt presenteres noe mulige metoder for reduksjon av sløsing i produksjon.

5.1 Definisjon av sløsing

Det er ingen allment akseptert definisjon av sløsing, selv om det er et vanlig begrep (Bølviken et al., 2014). Felles for flere av de utarbeidete definisjonene er at de definerer sløsing som ikke-verdiskapende aktiviteter, som krever tid og ressurser (Denzer et al., 2015, Formoso et al., 2015). En viktig del av disse definisjonene er skillet mellom aktiviteter som skaper verdig, og de som ikke skaper verdi. Aktivitetene i produksjon kan kategoriseres som følgende (Denzer et al., 2015):

- Verdiskapende aktiviteter
- Ikke-verdiskapende aktiviteter, som er nødvendig
- Ikke-verdiskapende aktiviteter, som ikke er nødvendig

Verdiskapende aktiviteter vil være det som defineres som direkte arbeid (Denzer et al., 2015). På en byggeplass kan direkte arbeid for eksempel være plassering av betong i en forskaling. Ikke-verdiskapende aktiviteter, som er nødvendig, kan også kalles nødvendig sløsing (Østby-Deglum et al., 2013). Nødvendig sløsing skaper ingen verdi for sluttkunden, men er nødvendig for gjennomføringen av fremtidige verdiskapende aktiviteter (Denzer et al., 2015). Dette gjelder blant annet planlegging, administrative oppgaver, rigg og HMS (Denzer et al., 2015, Koskela, 2000). Aktiviteter som ikke skaper verdi kan for eksempel være omarbeid, ubenyttet tid, venting og forstyrrelser, nødvendig personlig tid, observerbar sløsing og inspeksjoner (Denzer et al., 2015).

Det er en definisjon av sløsing som skiller seg litt ut fra de andre definisjonene. Bølviken et al. (2014) har utarbeidet en definisjon som bygger på TFV-modellen for produksjon. De definerer sløsing som bruk av mer enn nødvendig, eller uønsket produksjonsutbytte. Denne definisjonen knyttes også opp mot verdibegrepet. Verdi defineres som ønsket produksjonsutbytte, og uønsket produksjonsutbytte vil da være ikke-verdiskapende (Bølviken et al., 2014). Bølviken et al. (2014) sin definisjon av sløsing gjør det mulig å skille mellom sløsing ut fra et transformasjon, flyt og verdi-perspektiv (Denzer et al., 2015).

5.2 Ohnos liste over syv kategorier av sløsing

I TPS identifiseres syv kategorier av sløsing for masseproduksjon (Koskela et al., 2013). Etterhvert som andre industrier tok i bruk Lean-filosofien, ble også listen tatt i bruk for å forstå sløsing i produksjon. Dette gjelder også for Lean Construction. I TPS ble følgende syv kategorier av sløsing i produksjon identifisert (Ohno, 1988):

- Sløsing som følge av overproduksjon
- Sløsing som følge av defekter
- Sløsing som følge av flytting av materialer
- Sløsing som følge av prosessering
- Sløsing som følge av inventar
- Sløsing som følge av venting
- Sløsing som følge av bevegelse

Ohnos liste er laget med industriell masseproduksjon som utgangspunkt (Koskela et al., 2013). Det er noen vesentlige forskjeller mellom Produksjon i bygg og anleggsprosjekter og industriell produksjon. I bygg og anleggsprosjekter skjer produksjonen på byggeplassen, produksjonen er unik for prosjektet og prosjektorganisasjonen er midlertidig (Koskela, 2000). Flere særegenheter i bygg og anleggsproduksjon listes opp i kapittel 4.5. På grunn av disse ulikhetene i produksjon er det flere som argumenter for at sløsing i bygg og anleggsproduksjon vil være ulik sløsing i masseproduksjon (Koskela, 2004, Koskela et al., 2013, Macomber og Howell, 2004).

Det er gjort flere forsøk på å tilpasse Ohnos liste til produksjon i bygg og anleggsprosjekter. Manglende evne til å lytte og til å snakke foreslås som en av de største formene for sløsing i bygg og anleggsbransjen (Macomber og Howell, 2004). Making-do har blant annet blitt tilført lista som den åttende kategorien av sløsing i produksjon (Koskela, 2004).

”Oppgavereduksjon”, eller task diminishment, foreslås også som en av de viktigste formene for sløsing i produksjon i bygg og anleggsprosjekter (Koskela et al., 2013) Making-do forklares i kapittel 5.3.4 og ”oppgavereduksjon” forklares i kapittel 5.3.5.

5.3 Sløsing sett ut fra TFV-modellen for produksjon

Koskela (2000) hevder at en reduksjon av sløsing i produksjon er den mest fundamentale kilden til forbedring av flyt. Flyt er en del av den teoretiske modellen TFV-modellen for produksjon. TFV-modellen for produksjon er beskrevet over i kapittel 3.3, og flyt i TFV-modellen er beskrevet i kapittel 4.1. Skal flyten forbedres vil det derfor være essensielt å forstå sløsing ut i fra et flytperspektiv.

Bølviken et al. (2014) har utarbeidet et klassifiseringssystem for sløsing i produksjon i bygg og anleggsprosjekter. Dette klassifiseringssystemet er basert på TFV-modellen for

produksjon. Dette klassifiseringssystemet har en del likhetstrekk med Ohnos liste over sløsing (Bølviken et al., 2014). Sløsing ut fra TFV-modellen for produksjon beskrives under. Tabell 7 gir en sammenligning av Ohnos liste og sløsing ut fra et TFV-perspektiv.

Tabell 7 Sammenligning av Ohnos syv kategorier av sløsing og sløsing sett ut fra TFV-modellen for produksjon.

Sløsing ut fra et TFV-perspektiv		Ohnos syv kategorier av sløsing
Verdi-perspektivet:	Mangel av tiltenkt bruk	Overproduksjon
	Manglende kvalitet	Defekte produkter
Arbeidsflyt:	Venting	Venting
	Ineffektiv produksjon eller unødvendig produksjon	Prosessering
	Unødvendig bevegelse	Bevegelse
Produktflyt:	Unødvendig transport	Transport
	Materialer som ikke prosesseres eller steder der det ikke produseres.	Inventar

5.3.1 Transformasjonsperspektivet

Sett fra et transformasjonsperspektiv vil sløsing være materialtap. Materialtap kan deles inn i tre forskjellige kategorier (Bølviken et al., 2014):

1. Sløsing med materialer. Alt av materialer som ikke er en del av det endelige produktet er sløsing.
2. Ikke-optimal bruk av materialer. Dette vil si at det brukes unødvendig mye materialer i et produkt.
3. Ikke-optimal bruk av maskiner, utstyr og arbeidskraft. Dette vil innebære at det brukes unødvendige mengder av disse innsatsfaktorene i produksjonsprosessen.

Sløsing med materialer er en absolutt form for sløsing, uavhengig av årsaken til sløsing (Bølviken et al., 2014). Ikke-optimal bruk av materialer kan være både nødvendig og unødvendig sløsing. Om sløsing sees på som nødvendig eller ikke avhenger av det nåværende kunnskapsnivået og teknologien. Sløsing som er nødvendig i dag, kan ved hjelp av ny teknologi eller kunnskap bli unødvendig i fremtiden (Bølviken et al., 2014).

5.3.2 Flytperspektivet

I TFV-modellen for produksjon handler flytperspektivet om flyt i tid og rom. Flyt i rommet vil alltid henge sammen med flyt i tiden, men flyt i tiden handler ikke alltid om flyt i rommet. Tid vil derfor være en essensiell ressurs i produksjonen. Ut i fra dette vil sløsing sett fra et flyt-perspektiv, være tapt tid. Med tapt tid menes at det brukes mer tid enn nødvendig (Bølviken et al., 2014).

Sløsing sett fra et flyt-perspektiv kan deles i to, sløsing i arbeidsflyt og sløsing produktflyt. Produktflyt er det samme som Shingo kaller prosessflyt og arbeidsflyt er det samme som Shingo kaller flyt i operasjoner. Arbeidsflyt er flyten i arbeidet som fagarbeidere utfører. Dette er beskrevet i detalj i kapittel 4.3 Kategoriene av sløsing i arbeidsflyt og produktflyt gis i tabell 8.

Tabell 8 Kategorisering av sløsing i arbeidsflyt og produktflyt (Bølviken et al., 2014).

Sløsing i arbeidsflyt	Sløsing i produktflyt
1. Unødvendig flytting av mennesker	5. Steder der det ikke arbeides
2. Unødvendig arbeid	6. Materialer som ikke prosesseres
3. Ineffektivt arbeid	7. Unødvendig transportering av materialer
4. Venting	

1. Unødvendig flytting av mennesker. På en byggeplass er det mannskapet som beveger seg rundt på produksjonsstedet (Koskela et al., 2013). Sløsing som følge av bevegelse vil være unødvendig bevegelse av mannskap rundt på byggeplassen (Bølviken et al., 2014). Unødvendig kan sees ut i fra et flyt-perspektiv i TFV-modellen for produksjon, og vil ha en negativ effekt på arbeidsflyten (Bølviken et al., 2014).

2. og 3. Unødvendig og ineffektivt arbeid. Ohnos sløsing som følge av prosessering kan knyttes opp mot prosesseringshastigheten, prosesseringsmetoden og behovet for prosessering. Det er viktig å skille mellom ineffektiv prosessering og unødvendig prosessering (Bølviken et al., 2014). Ut i fra TFV-modellen vil ineffektiv prosessering og unødvendig prosessering regnes som to ulike former for sløsing (Bølviken et al., 2014). Både ineffektiv prosessering og unødvendig prosessering vil ha en negativ virkning på arbeidsflyten (Bølviken et al., 2014).

4. Venting. Med venting menes tiden som går bort til at arbeiderene venter på at arbeid kan gjøres. Dette punktet er likt med Ohnos liste. Ut i fra TFV-modellen for produksjon kan venting sees ut i fra et flyt-perspektiv (Bølviken et al., 2014). Venting er å regne som tapt tid, og dermed også sløsing i arbeidsflyten (Bølviken et al., 2014).

5. og 6. Inventar. Ohnos inventar inkluderer både inventar av materialer og inventar av ferdigstilte produkter. For bygg og anleggsprosjekter vil inventar i hovedsak regnes som materialer som venter på prosessering, eller steder der det ikke arbeides (Bølviken et al., 2014).

Det at alle tilgjengelige steder til produksjon ikke benyttes, er en form for sløsing som er spesiell for bygg og anleggsprosjekter (Bølviken et al., 2014). I bygg og anleggsprosjekter flyter produksjonen gjennom produktet, og ubenyttede steder kan derfor sees på som inventar (Bølviken et al., 2014).

Alle materialer som ikke er under prosessering, men som lagres på byggeplassen, vil være en del av inventaret (Bølviken et al., 2014)

7. Unødvendig transport av materialer. I bygge- og anleggsprosjekter vil transport av materialer være til produksjonsstedet, siden det er stasjonært. Dette fører til at produksjonsstedet også er produktets endelige plassering (Bølviken et al., 2014). Sløsing som følge av transport av materialer vil være all transport til andre steder enn det endelige produksjonsstedet (Bølviken et al., 2014).

5.3.3 Verdiperspektivet

Sløsing sett ut fra verdi-perspektivet vil være tapt verdi. Det vil si at produksjonsutbytte fra produksjonen ikke ble som ønsket (Bølviken et al., 2014). Tapt verdi kan være at kundens krav ikke tilfredsstilles, de kunne vært tilfredsstillt på en bedre måte eller produktet brukes på en annen måte en tenkt (Bølviken et al., 2014). Disse årsakene er knyttet opp mot produktet, men det er ikke all uønsket produksjonsutbytte som er det. Det vil også være noen uønskede produksjonsutbytte som er resultater av bi-produkter fra produksjon. Kategoriseringen av sløsing ut fra et verdi-perspektiv gis i tabellen under.

Tabell 9 Kategorier av sløsing tilknyttet hovedprodukt og bi-produkt (Bølviken et al., 2014).

Sløsing i hovedproduktet	Sløsing i bi-produktet
1. Manglende kvalitet. Dette inkluderer defekte produkter.	3. Skadelige utslipp.
2. Mangel av tiltenkt bruk.	4. Skader eller arbeidsrelatert sykdom.

Ohnos overproduksjon regnes som en del av sløsing som følge av mangel av tiltenkt bruk i dette klassifiseringssystemet. Produksjon av defekte produkter sees på som en del av manglende kvalitet i produksjon (Bølviken et al., 2014). Omarbeid som følge av feil er en kjent form for sløsing i bygg og anleggsprosjekter (Formoso et al., 2015). Feil i produksjon fører til tapt verdi (Bølviken et al., 2014).

5.3.4 Making-do

Making-do som sløsing vil si at en aktivitet startes uten at alle innsatsfaktorene er tilstede, eller arbeidet med en aktivitet fortsetter selv om tilgjengeligheten til en av innsatsfaktorene har opphørt (Koskela, 2004). En innsatsfaktor vil i tillegg til materialer også inkludere maskiner, utstyr, personell, instruksjoner eller eksterne forhold osv. (Koskela, 2004). Når making-do forekommer kan ventetiden sees på som negativ, ettersom prosesseringen har startet før alle nødvendige innsatsfaktorer er på plass (Koskela, 2004). Making-do kan sees på som en måte for å håndtere variabilitet i produksjonen (Koskela, 2004).

Making- do benyttes for å unngå at fremdriften forsinkelser og for få en høy utnyttelsesgrad av ressursene som disponeres (Koskela, 2004). Making-do kan føre til hyppige bytter av

aktiviteter. Noe som igjen kan føre til sløsing med tid, ettersom det går med ekstra tid til opp- og nedringing hver gang det er bytte av aktivitet. En uttalelse fra en tømrer, om at det ikke var akseptabelt å vente på klargjøring av aktiviteter, indikerer at making-do er utbredt blant tømrere (Kalsaas, 2010).

Manglende innsatsfaktorer er ofte et resultat av organisatoriske bestemmelser, som lokale beslutningstakere har liten eller ingen kontroll over (Bølviken et al., 2014). Når det mangler innsatsfaktorer er valgmulighetene making-do eller stans i produksjon. Making-do vil oppfattes som et forståelig og rasjonelt valg. Ut fra et helhetlig perspektiv på produksjon, kan making-do virke mot sin hensikt. Making-do kan ha større negative enn positive virkninger hvis det ikke tas tak rot-årsakene til de manglende innsatsfaktorene (Bølviken et al., 2014).

Ut fra TFV-modellen for produksjon kan making-do sees ut fra flere alternative synspunkter (Bølviken et al., 2014). Making-do kan sees som en variant av ineffektivt arbeid, siden det mangler en eller flere forutsetninger (Bølviken et al., 2014). Making-do kan brukes som en strategi, for å hindre de negative virkningene av manglende forutsetninger. Flere forskjellige typer sløsing kan være tilfelle i en making-do situasjon. Making-do kan dermed sees som en kompleks form for sløsing, der både tapt tid, verdi og materialer kan forekomme (Bølviken et al., 2014).

Bygg og anleggsprosjektenes kompleksitet og måten prosjektene gjennomføres på legger til rette for making-do. Det er flere ulike aktører som er involvert i prosjektene. Grensesnittene mellom aktørene, fasene i prosjektet og aktivitetene i produksjon er mange. Tilstrekkelig med bevis indikerer at tidligfasen starter i en making-do modus (Koskela, 2000). Dette skyldes kundenes manglende evne til å samle inn og bestemme kravene til prosjektet (Koskela, 2004). Samspillet mellom de prosjekterende og innkjøperen, tilrettelegger også for making-do. Innkjøpene starter før produktet er ferdig prosjektert, og det kjøpes ofte inn i store kvanta (Koskela, 2004). Grensesnittet mellom innkjøp og produksjon anstreges som følge av sene tegningsleveranser. Sen kontraktsinngåelse med produsentene kan føre til at det ikke er tid til å planlegge og forberede produksjonen ordentlig (Koskela, 2004). Alle problemene i tidligere faser som ikke tas tak i havner på byggeplassen, og er direkte til hinder for fremdriften (Koskela, 2004).

5.3.5 Oppgavereduksjon

”Oppgavereduksjon”, eller task diminishment, vil si at en aktivitet ikke utføres slik at den samsvarer med kravene til produktet, eller utførelsen av aktiviteten var ikke som den skulle (Bølviken et al., 2014). Disse oppgavene forblir uoppdaget, eller korrigeres ikke hvis de oppdages.

”Oppgavereduksjon” vil føre til tapt verdi, ettersom det produktet som skulle leveres, ikke blir levert. Ut i fra TFV-modellens klassifiseringssystem for sløsing, kan ”oppgavereduksjon” sees på som manglende kvalitet i produktet. ”Oppgavereduksjon” kan også sees på som en

egen type sløsing, nemlig sløsing som følge av det som skulle vært gjort ikke gjøres (Bølviken et al., 2014).

5.3.6 Buffering

Sløsing med materialer kan for eksempel være et overskuddslager med materialer som venter på å prosesseres. Dette kalles for buffering (Koskela, 2004). Buffering er en strategi, der en type sløsing brukes til å redusere en annen type sløsing. Ved bruk av buffering legges det bevisst inn en form for sløsing, som for eksempel ekstra tid i fremdriftsplanen, for å få et tilfredsstillende flytnivå. På den måten kan det totale nivået av sløsing i systemet reduseres (Bølviken et al., 2014). Det er viktig å være oppmerksom på at buffering kan skjule variabilitet og årsaken til variabiliteten. Dette kan igjen føre til at rot-årsaken til sløsing ikke tas tak i, og dermed blir graden av sløsing i produksjon blir høyere.

5.4 Kostnaden av sløsing

Kostnad kan defineres som verdien av et offer av en resurs (Josephson og Björkman, 2011). Det vil si at det er en verdi knyttet til ressursens alternative bruk. Bruken av ressurser ett sted gjør at de ikke kan brukes et annet sted.

Som nevnt i kapittel 5.1 defineres sløsing ofte som ikke-verdiskapende aktiviteter, som forbruker ressurser og tid (Denzer et al., 2015). Ut i fra definisjonen av kostnad vil det være en kostnad knyttet opp mot sløsing. Der det sløses med ressurser, er det gjort et offer av en resurs i forhold til en alternativ bruk. Dermed vil det være en kostnad knyttet opp mot sløsing. Dette stemmer med den eksisterende antakelsen om at redusert sløsing vil føre til en kostnadsreduksjon (Kalsaas, 2010).

En undersøkelse utført i Sverige viser at 30 - 35 % av produksjonskostnaden i et prosjekt kan være et resultat av sløsing (Josephson og Saukkoriipi, 2005). På lang sikt kan produksjonskostnaden halveres, ettersom det ikke er all sløsing som blir identifisert i undersøkelsen (Josephson og Björkman, 2011). Kostnaden av sløsing kan deles inn i hovedgrupper. De 30 - 35 % prosentene av sløsing fordeles som vist i tabell 10.

Tabell 10 Produksjonskostnaden av sløsing (Josephson og Saukkoriipi, 2005).

Hovedgruppe	Prosent	Forklaring
Defekter og kontroller	Ca. 10 %	Kostnaden av synlige og usynlige defekter, inspeksjoner, forsikring, tyveri og vandalisme.
Ressursbruk	Ca. 10 %	Kostnaden av ineffektivitet, venting, inaktive maskiner og materialsløsning.
Helse og sikkerhet	Ca. 10 %	Kostnaden av arbeidsrelatert sykdom og skade.
Systemer og strukturer	Ca. 5 %	Kostnaden av en vedvarende detaljplanleggingsprosess, en omfattende innkjøpsprosess og dokumentasjon blant annet.

5.5 Mengder sløsing

5.5.1 Tid

Det er gjort flere undersøkelser av sløsing med tid. Metodene som benyttes for å gjennomføre målingen er ulike. Undersøkelsene har ulik forståelse av sløsing, og hva som inngår i nødvendig og unødvendig sløsing. Dette gjør det vanskelig å sammenligne resultatene fra de ulike undersøkelsene. Resultatene fra tre undersøkelser av tapt tid vil gjennomgås i dette kapitlet. Alle undersøkelsene er gjort i Norge eller Sverige.

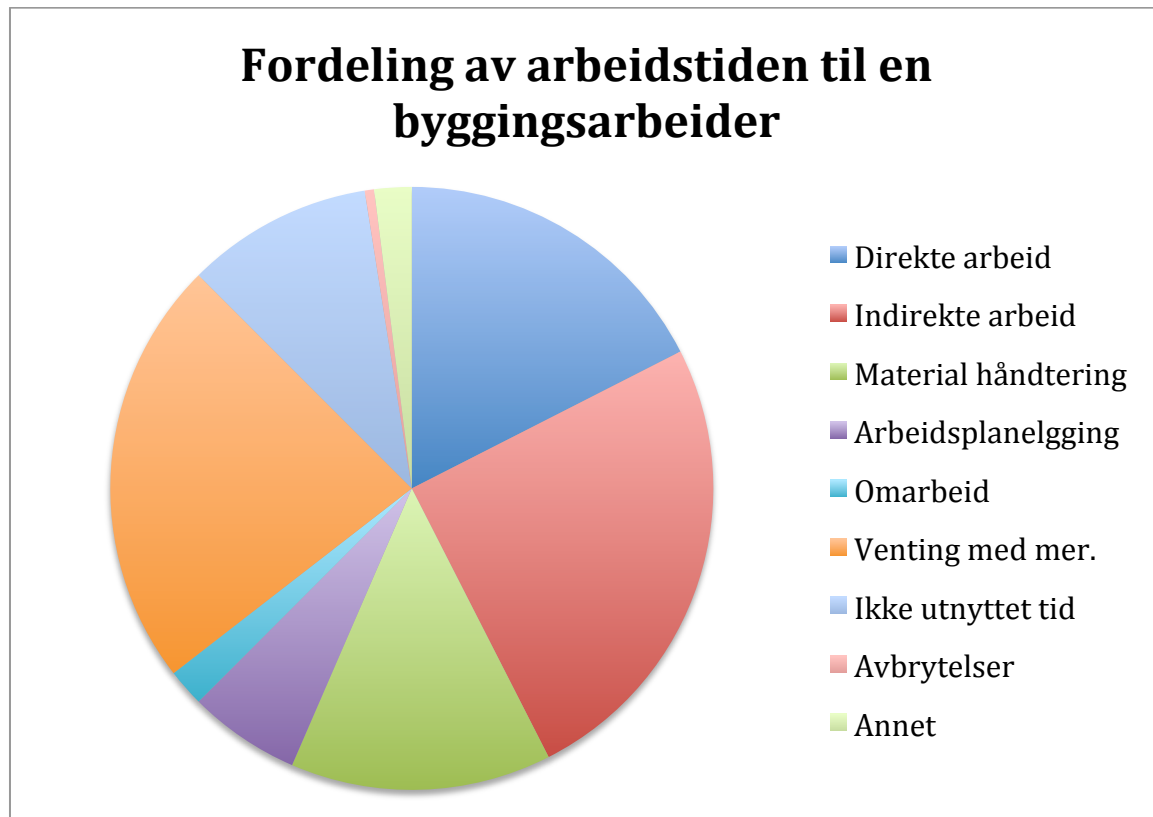
For en funksjonær på byggeplass utgjør sløsing 17,7 % av arbeidstiden (Josephson og Saukkoriipi, 2005). Disse 17,7 % kan fordeles på seks forskjellige aktiviteter. Tabellen under viser aktivitetens og andelen av arbeidstiden den utgjør.

Tabell 11 Sløsing av funksjonærenes arbeidstid (etter Josephson og Saukkoriipi, 2005).

Aktivitet	Andel av arbeidstid
Kontroll av eget arbeid	3,7 %
Kontroll av arbeidet til UE	1,0 %
Bevegelse på byggeplassen	5,2 %
Bevegelse utenfor byggeplassen	4,1 %
Akutt problemløsning	2,3 %
Venting	1,4 %
Total	17,7 %

Undersøkelser gjort av Josephson og Saukkoriipi (2005) viser at kun 17,5 % av arbeidstiden til en byggingsarbeider er direkte verdiskapende arbeid. Forbreddelser, som kan regnes som ikke-verdiskapende, men nødvendige aktiviteter, utgjør 45,4 % av arbeidstiden. Indirekte arbeid, materialhåndtering og arbeidsplanlegging regnes som en del av forberedelsene. Ren sløsing utgjør 33,4 % av arbeidstiden. Omarbeid, venting, ikke utnyttet tid, avbrytelser og

annet regnes som ren sløsing (Josephson og Saukkoriipi, 2005). Disse målingene ble utført ved bruk ved direkte observasjon av arbeidet, gjennomført av trente observatører (Josephson og Saukkoriipi, 2005). Figur 7 viser fordelingen av arbeidstiden til en byggingarbeider.



Figur 7 Bruk av arbeidstiden for en byggingarbeider (andel av arbeidstid, %) (Josephson og Saukkoriipi, 2005).

Undersøkelser gjort av Kalsaas (2010) viser at 4,7 % av arbeidstiden til en fagarbeider oppfattes som tapt tid. Kalsaas (2010) definerer sløsing med tid, som den tiden en fagarbeider oppfatter som ubrukelig eller bortkastet bruk av tid. Denne definisjonen på sløsing fanger opp fagarbeiderens persepsjon av sin egen tidsbruk, og flyten i arbeidet. Målingene er her gjennomført ved at basene selv registrerer det de oppfatter som tapt tid for sitt arbeidslag. Kalsaas og basene har hatt jevnlig kontakt for å avklare tolkningen av hva som regnes som sløsing (Kalsaas, 2010). Personlig tid er ikke inkludert i denne undersøkelsen (Kalsaas, 2010).

En liten klokkestudie utført på et prosjekt i Norge viser at 17 % av arbeidstiden går bort til sløsing (Kalsaas, 2010). 49 % av tiden var direkte verdiskapende, og 34 % av tiden ble brukt til støtteaktiviteter (Kalsaas, 2010). Dataene i denne studien ble samlet inn av studenter (Kalsaas, 2010). Denne studien var såpass liten i omfang at det ikke kan trekkes en konklusjon ut fra dataene (Kalsaas, 2010). I den studien var sløsing med tid fordelt som vist i tabellen under.

Tabell 12 Sløsing med tid på et Norsk byggeprosjekt (Kalsaas, 2010).

Sløsing	prosent
Venting	4 %
Omarbeid	3 %
Ikke nødvendig, personlig tid	10 %

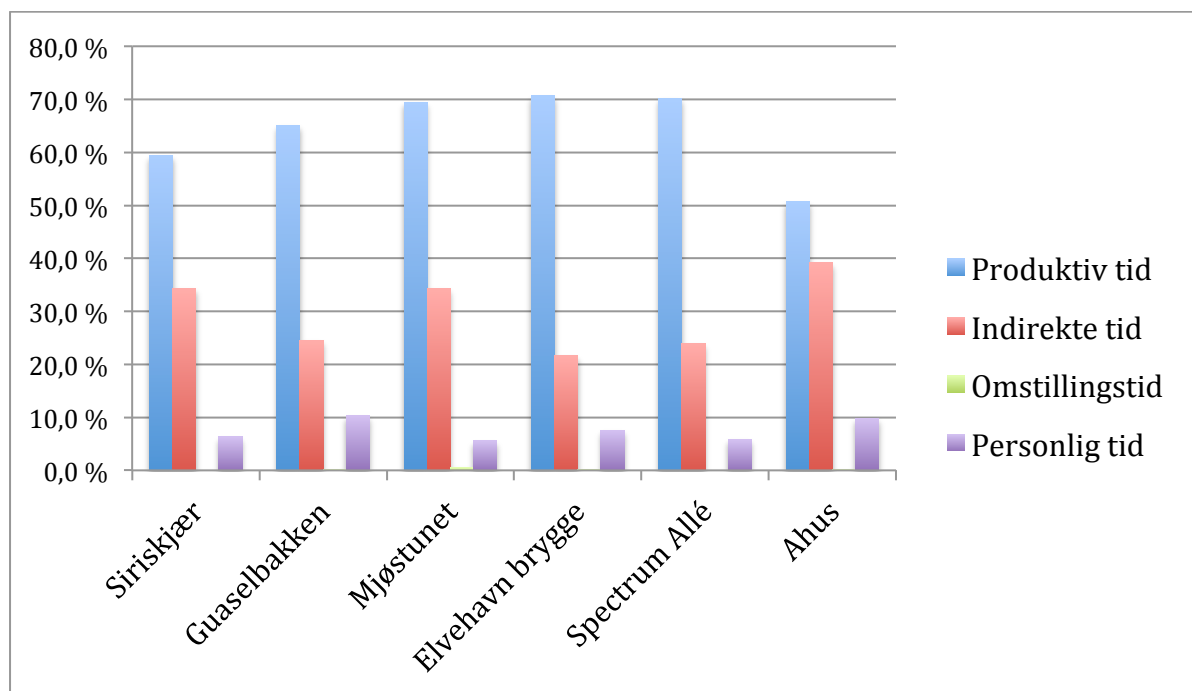
Skanska gjennomførte produktivitetmålinger på seks ulike prosjekter i 2006 (Thune-Holm og Johansen, 2006). Frekvensstudie ble brukt som metode for å måle produktiviteten (Thune-Holm og Johansen, 2006). Figur 8 viser registreringsskjema som Skanska brukte for å registrere observasjonene.

Observasjonsskjema Frekvensstudie		Skanska Norge AS			
Byggeplass:	Prosesser				
Skanska Prosjektet	Jernbinding	Fundament	Vegg	Dekke	%
Maskinarbeide					
Manuelt arbeide	IIII	II	II	IIII	
Prod. hjelpearbeid					
Sum Produktiv tid					
Stillas - "rigg/riv"					
Sortering					
Transport					
Hente / Bringe varer	II				
Hente / Bringe annet					
Vente					
Konferere Overordnet / Kollega		I			
Tilrettelegge / Rydde					
"Ikke tilstede i området"	II				
"Rigg vinter"					
Sum Indirekte tid					
Maskinrep. / Vedlikehold					
Inn-/omstilling					
Sum Omstillingstid					
Personlig behov				II	
Komme sent / Gå tidlig		I			
Samtale med kollega			I		
Sum Personlig tid					
Total					

Figur 8 Skanskas skjema for registrering av tidsbruk i produksjon (Thune-Holm og Johansen, 2006).

Skanska har definert produktiv tid, som tiden arbeideren bruker på verdiskapende aktiviteter. Indirekte tid defineres som tiden som brukes på alle nødvendige aktiviteter, som ikke inngår direkte i produksjonen eller bidrar til fremdriften til bygget. Omstillingsarbeid er vedlikehold, reparasjon av maskiner, innstillinger, oppstart og stopp. Personlig tid er tiden som går med til å dekke personlige behov, som for eksempel ikke jobberelaterte samtaler, røykepauser osv. (Thune-Holm og Johansen, 2006).

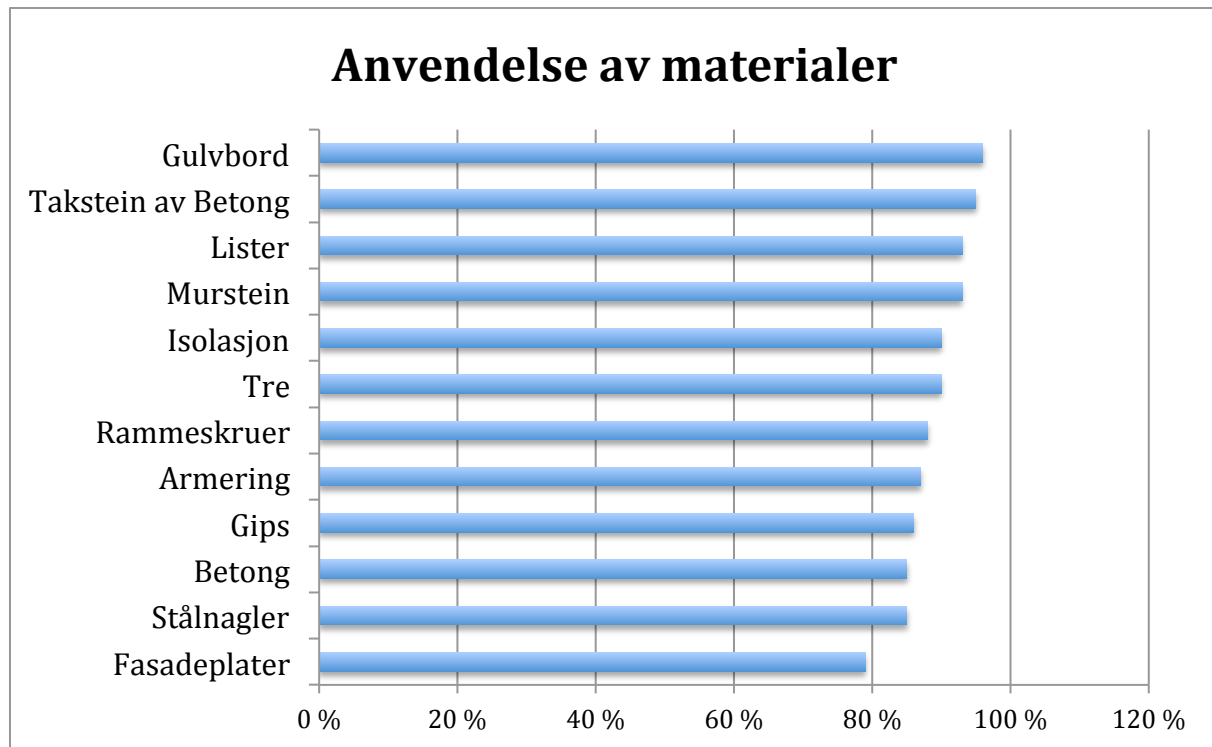
Det ble ikke gjennomført målinger tett opp mot matpauser eller oppstart og avslutning av arbeid (Thune-Holm og Johansen, 2006). Registreringene skiller ikke mellom produktivt arbeid og omarbeid. Hvordan arbeidet utføres fanges heller ikke opp av metoden (Thune-Holm og Johansen, 2006). Dette gjør det vanskelig å sammenligne produktivitetstallene fra de ulike prosjektene, ettersom årsaken til den målte produktiviteten ikke registreres. Registreringene for fire av prosjektene ble gjennomført på tømmerarbeid og de resterende to ble gjennomført på betongarbeid (Thune-Holm og Johansen, 2006). Figur 9 viser resultatet fra registreringene på de seks prosjektene.



Figur 9 Resultat av Skanska produktivitetstallmålinger (Thune-Holm og Johansen, 2006).

5.5.2 Materialer

En undersøkelse gjennomført i Sverige på 90-tallet viser at anvendelsesgraden av materialer er 79 - 96 % (Josephson og Saukkoriipi, 2007). Anvendelsesgraden var ulik for ulike typer materialer. Det materialet som ikke anvendes er sløsing. I figur 10 vises anvendelsesgraden for 15 vanlige typer materialer.



Figur 10 Gjennomsnittlig utnyttelsesgrad av vanlige bygningsmaterialer (etter Josephson og Saukkoriipi, 2007).

Josephson og Saukkoriipis undersøkelse fra 2005 viser at arbeidere på byggeplassen har en oppfatning om at ca. 2 -10 % av levert materiale går bort til sløsing.

Data fra en annen studie utført på 90-tallet viser at ca. 9 % av alt material som kjøpes inn, ender opp som avfall (Bossink og Brouwers, 1996). Mengden avfall ble her målt i vekt. Mellom 1 % og 10 % av hvert eneste innkjøpte material forlater byggeplassen som avfall (Bossink og Brouwers, 1996).

5.6 Årsaker til sløsing

5.6.1 Bakenforliggende årsaker til sløsing

Det er flere ulike oppfatninger om hva som er de bakenforliggende årsakene til at det sløses i produksjon. Det er imidlertid enighet om at sløsing har et komplekst årsakssystem (Formoso et al., 2015, Formoso et al., 1999, Josephson og Björkman, 2011, Koskela, 2000).

Strukturen til produksjonssystemet og organiseringen av prosjektene er en medvirkende årsak til sløsing (Koskela, 2000). Produksjonssystemets struktur bestemmer den fysiske flyten i produksjonen ved måten material og informasjon beveger seg i systemet. Hver gang en oppgave deles inn i to deloppgaver, som utføres av ulike spesialister, vil mengden ikke-verdiskapende aktiviteter øke (Koskela, 2000). Dette gjelder blant annet kontroller og venting (Koskela, 2000). Eksempler der strukturen forårsaker sløsing er manglende synkronisering

mellom programvarer, uklare grensesnitt, mangelfull kommunikasjon, uklare insentiver som forfremmelse og bonus, dårlige innkjøpsprosedyrer, metoder for måling av akkordarbeid, utilstrekkelige metoder for forberedelse (Josephson og Björkman, 2011). En del av grensesnittproblematikken kan håndteres ved å bedre kommunikasjonen (Østby-Deglum et al., 2013).

Metodene for kontroll av produksjon kan både ha en positiv og negativ effekt på sløsing. Manglende samsvar mellom de tiltenkte prinsippene for kontroll og utførelsen av kontrollen kan føre til sløsing i produksjon (Koskela, 2000).

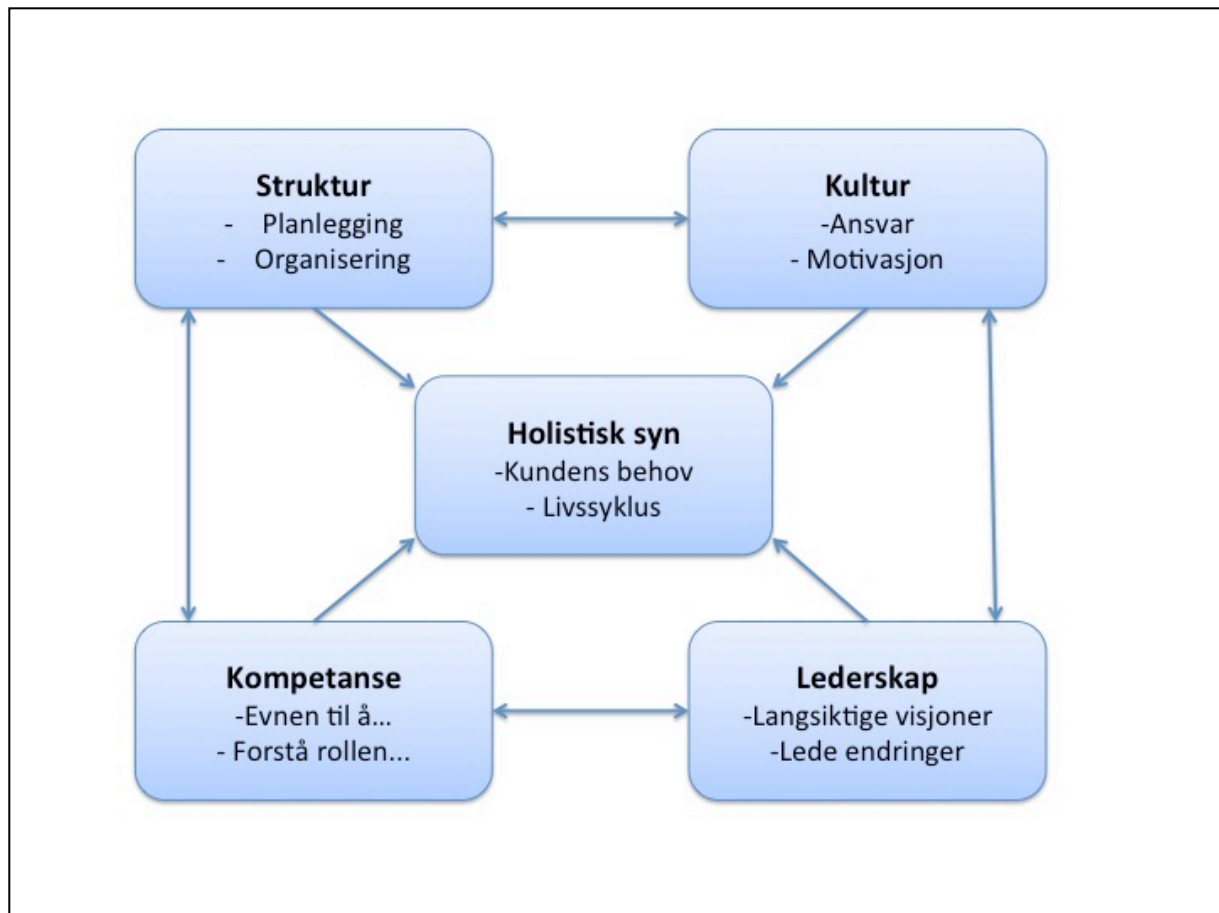
Sløsing er en del av den iboende naturen til produksjon (Koskela, 2000). Defekter oppstår, maskiner og utstyr havarerer og ulykker skjer. Her er både menneskelige feil og variabilitet i produksjon spesielt viktige årsaker til sløsing (Koskela, 2000).

Et holistisk syn på produksjonen kan også være en årsak til sløsing. Manglende helhetssyn på produksjonen gjør at det er utfordrende å forstå hensikten med alle aktivitetene som utføres, og sammenhengen mellom de ulike delprosessene i produksjonen (Josephson og Björkman, 2011). Et holistisk syn kan også føre til utfordringer med å identifisere løsninger som gir kunden størst verdi (Josephson og Björkman, 2011).

Kultur kan også være en bakenforliggende årsak til sløsing (Josephson og Björkman, 2011). Med kultur menes holdningene og verdiene som deles av en gruppe mennesker, som fører til at gruppen har en bestemt oppførsel (Josephson og Björkman, 2011). Motvilje mot endringer, uvillighet til å lære, manglende ansvarsfølelse, manglende engasjement, konflikter mellom ulike faggrupper er eksempler på en upassende kultur (Josephson og Björkman, 2011).

Manglende eller mangelfull kompetanse kan også være en årsak til sløsing (Josephson og Björkman, 2011). Med kompetanse menes organisasjonen og individets evne til å utføre sine oppgaver, samt evnen til å forstå hvordan verdi kan overføres til sluttkunden (Josephson og Björkman, 2011). Manglende kompetanse inkluderer alle manglene, som er et resultat av manglende evner eller kunnskap, i organisasjonen (Formoso et al., 1999, Josephson og Björkman, 2011). Manglende informasjon, trening og forståelse av verdiene til ressursene regnes også som manglende kompetanse (Josephson og Björkman, 2011).

Lederskap kan være en bakenforliggende årsak til sløsing. Med lederskap menes lederens evne til å påvirke en gruppes holdninger og verdier. Lederens evner vil ha stor innvirkning på gruppekulturen (Josephson og Björkman, 2011). Mangelfullt lederskap kan være liten innflytelse på gruppens verdier og holdninger, eller det kan være med på å generere dårlige holdninger og verdier i gruppen. Det er ganske vanlig at lederne understreker viktigheten av enkelte verdier, uten selv å følge disse verdiene (Josephson og Björkman, 2011).



Figur 11 Verdipyramiden. Sammenhengen mellom fem årsaker til sløsing (etter Josephson og Björkman, 2011).

Som nevnt tidligere er årsakene til sløsing komplekse. Forholdet mellom holistisk syn, struktur, kultur, kompetanse og lederskap illustreres i figur 11 (Josephson og Björkman, 2011).

En signifikant andel av sløsing oppstår som et resultat av problemer som oppstår i prosessene som skjer før produksjon. Sløsing kan oppstå i for eksempel utilstrekkelige eller lite produksjonsvennlige prosjekterte løsninger (Formoso et al., 1999). Manglende eller mangelfull planlegging og mangelfulle spesifikasjoner for produktet kan også føre til sløsing (Formoso et al., 1999). Feil i systemet for materialleveranser, logistikken og riggingen av byggeplassen og planleggingen av disse faktorene kan også være en bakenforliggende årsak til sløsing (Formoso et al., 1999).

5.6.2 Årsaker til sløsing med tid

Sløsing med tid kan oppstå ved at det er en unødvendig oppstyking av arbeidet eller at utførelsen av arbeidet er ufullstendig (Kalsaas, 2010). Hver gang en arbeider ikke kan fullføre det påstartede arbeidet, må arbeideren tilbake på et senere tidspunkt fullføre jobben. Denne oppstykingen av arbeidet kan være et resultat av mangelfullt arbeid av andre, trengsel på arbeidsplassen, manglete tegninger, manglende materialer og utstyr, feil eller manglende informasjon fra ledelsen og lignende (Kalsaas, 2010). Ufullstendig arbeid kan være et resultat av feil, manglende koordinering og mangelfulle tegninger (Kalsaas, 2010).

Møtevirksomhet krever tid av de som deltar på møtene. Mange opplever at møtetiden brukes på å diskutere ting som ikke er relevant for dem. Det forventes i mange tilfeller at deltakerne er tilstede under hele møtet, selv om det kun er deler av møteagendaen som angår vedkommende (Josephson og Saukkoriipi, 2005).

Håndtering av avfall er en årsak til sløsing med tid (Josephson og Saukkoriipi, 2005). Avfallshåndtering krever tid av de som skal sortere og håndtere avfallet (Josephson og Saukkoriipi, 2005). Avfallshåndtering oppfattes som ineffektiv tid på byggeplassen, men det kan argumenteres for at avfallet ikke burde vært transportert til byggeplassen i det hele tatt (Josephson og Saukkoriipi, 2005).

5.6.3 Årsaker til sløsing med materialer

Årsakene til sløsing med materialer er mange. Noen av årsakene beskrives i avsnittene under.

Feil i prosjekteringsprosessen kan være en årsak til sløsing. Kontraktene kan inneholde feil eller de kan være mangelfull ved oppstarten av produksjonsprosessen, noe som kan føre til sløsing med materialer (Bossink og Brouwers, 1996). Endringer i den prosjekterte løsningen kan også bidra til sløsing med materialer (Bossink og Brouwers, 1996).

Sløsing med materialer i produksjon kan også skyldes innkjøpsprosessen. Det kan gjøres feil fra leverandørens side som fører til sløsing med materialer. Feilbestilling, bestilling av for mye eller for lite varer kan også bidra til sløsing med materialer (Bossink og Brouwers, 1996).

I produksjonen er det mange ulike årsaker til sløsing med materialer. Feil i utførelsen gjort av en arbeider eller fagperson kan føre til sløsing med materialer (Bossink og Brouwers, 1996). Maskinfeil eller maskinsvikt kan være en årsak til sløsing med materialer. Det samme kan dårlig vær og ulykker (Bossink og Brouwers, 1996). Feil bruk av materialer, der materialene må byttes ut, er en årsak til sløsing. Skader forårsaket av etterfølgende fag bidrar også til sløsing med materialer (Bossink og Brouwers, 1996).

Uøkonomisk kutting av materialer og avkapp fører også til sløsing (Bossink og Brouwers, 1996). Emballasjen til materialene er også med på å skape avfall (Bossink og Brouwers,

1996). Manglende kunnskap om brukskravene til materialene kan også være en årsak til sløsing (Bossink og Brouwers, 1996).

Transporten og lagringen av materialene kan også være en årsak til sløsing. Logistikken og materialflyten på byggeplassen kan være en årsak til dette (Formoso et al., 1999). Lagring av materialer kan bidra til sløsing ved at materialene skades eller ødelegges som følge av uegnede lagringsforhold (Formoso et al., 1999).

Hærverk og tyveri kan også være en av årsakene til at det sløses med materialer (Bossink og Brouwers, 1996, Formoso et al., 1999).

5.6.4 Årsaker til Making-do

Making-do er i hovedsak et resultat av tre årsaker: effektivitets-syndromet, forventningspresset om en umiddelbar respons eller uriktig inndeling i produksjonslinjer (Ronen, 1992).

Effektivitets-syndromet er et resultat av at det er et ønske om å utnytte ressursene som er tilgjengelig. Utnyttelsesgraden av ressurser brukes som et effektivitetsmål. Ønsket om en høy utnyttelsesgrad er en vesentlig del av transformasjonsmodellen for produksjon (Koskela, 2004).

Forventningen om en umiddelbar respons er et resultat av metodene for produksjonsledelse. Det er et ønske om å starte produksjonen tidlig, fordi det antas at hvis produksjonen starter tidlig så vil den bli tidlig ferdig, selv om innsatsfaktorer mangler (Koskela, 2004). Enkelte ledelsessystemer kan forårsake eller tilrettelegger for making-do (Koskela, 2004).

Uriktig inndeling i produksjonslinjen viser til en situasjon der antallet komponenter, som er nødvendig for gjennomføringen av aktiviteten, øker til et ukontrollerbart nivå (Ronen, 1992). Produksjonssystemer, som bygg- og anleggsproduksjon, har syv eller flere upålitelige tilførsler av innsatsfaktorer for produksjon (Koskela, 2000). Syv av innsatsfaktorene beskrives i kapittel 4.4. Kompleksiteten til produksjonssystemet og forutsetningene for flyt i produksjon, gjør at upåliteligheten til en oppgave kan bli veldig høy (Koskela, 2004). Dette må det tas hensyn til når produksjonen brytes ned i aktiviteter og oppgaver (Koskela, 2004).

Den bakenforliggende årsaken til making-do er variabiliteten i produksjon. Making-do er ofte et resultat av at mangelen av en innsatsfaktor ikke forutsees (Koskela, 2004).

5.7 Konsekvenser av sløsing

Noen av årsakene til at det er et ønske om å redusere sløsing er at ønsket om å redusere kostnader og økt produktivitet (Formoso et al., 2015, Kalsaas, 2010). Lavere produktivitet enn potensialet og høyere kostnader enn nødvendig kan dermed sees som en konsekvens av sløsing.

Prosesseringstiden og dens variabilitet øker som følge av making-do. Den økte variabiliteten fører igjen til flere påbegynte aktiviteter, og dermed også økt ledetid. Ledetid kan defineres som følgende (Koskela, 2000):

$$\text{Ledetid} = \frac{\text{påbegynt arbeid}}{\text{produksjonsutbytte}}$$

Den økte prosesseringstiden vil igjen føre til lavere produktivitet og høyere driftskostnader (Koskela, 2004). Når mengden arbeid som er under utførelse økes, vil kompleksiteten i forhold til kontroll av arbeidet øke (Koskela, 2004).

En vesentlig konsekvens av making-do er dårligere kvalitet på utført arbeid, og dermed også mer omarbeid. Making-do kan også påvirke sikkerheten som følge av de unormale forholdene under arbeidet.

Making-do kan også ha en negativ virkning på motivasjonen til arbeiderene. Muligheten for making-do gjør også det sannsynlig at innsatsen for å oppfylle forutsetningene for produksjon er lavere (Koskela, 2004). Disse konsekvensene er plausible, men det mangler gode empiriske data for å bygge opp under disse påstandene (Koskela, 2004).

5.8 Metoder og verktøy for reduksjon av sløsing

5.8.1 Anbefalinger

Basert på årsakene til sløsing, gir Josephson og Björkman (2011) 31 anbefalinger for reduksjon av sløsing. Det hevdes at produksjonskostnaden kan halveres på lang sikt ved å redusere sløsing i BAE-prosjekter (Josephson og Björkman, 2011). Boken ”*31 recommendations for increased profit : reducing waste*” gir 31 anbefalinger for hvordan sløsing kan reduseres i bygg og anleggsprosjekter (Josephson og Björkman, 2011). En oversikt over alle de 31 anbefalingene fra Josephson og Björkman (2011) ligger i vedlegg B. De 31 anbefalingene deles inn i fem hovedkategorier:

- Standardisering av produktet fra et overordnet perspektiv.
- Definere og standardisere prosessen.
- Utvikle organisasjonen og dens muligheter.
- Disiplinert ledelse.
- Gjennomføring av suksessive forbedringer.

5.8.2 PDCA-hjulet

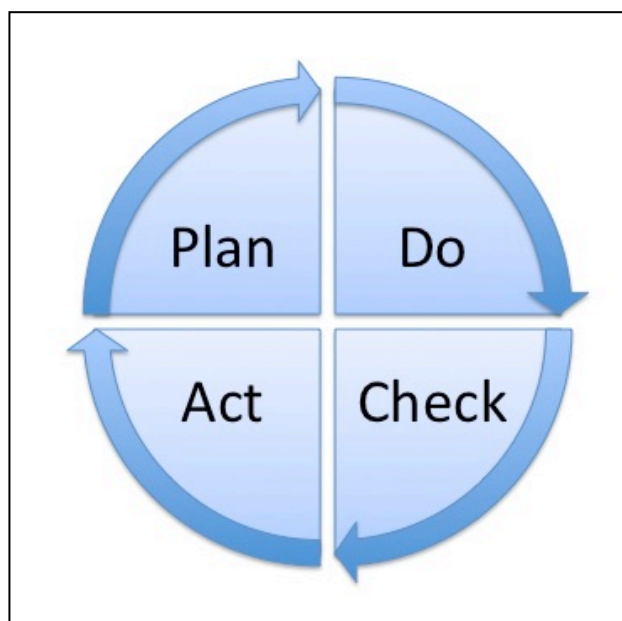
Plan-Do-Check-Act sirkelen, PDCA-sirkelen, en velkjent metode som brukes til kontinuerlig forbedringsarbeid (Schmidt et al., 2014). Kontinuerlig forbedring, som også kan kalles Kaizen, er en viktig del av Lean-filosofien (Schmidt et al., 2014). Kaizen er et japansk ord som betyr endring til det bedre eller kontinuerlig forbedring (Moore, 2007). Metoden baseres på sunn fornuft og lavkostnadstilnæringer til forbedringsarbeidet.

Kaizen skal sikre gradvis forbedring i produksjonen, noe som lønner seg på lang sikt. Hovedmålet til Kaizen er å oppnå eksellense i kvalitet, kostnad og leveranse. Flere små ideer og implementering av disse vil gi et konkurransefortrinn over tid som er vanskelig å kopiere (Moore, 2007). De tre viktigste aktivitetene som gjennomføres i en Kaizen-prosess er (Moore, 2007):

- 5S – sorter, rydd opp (straighten), skrubbe, systematiser og standardiser
- Standardisering – formålet med ledelse er å opprettholde standardene
- Eliminering av sløsing

PDCA metodikken består følgende av fire trinn (Lundkvist et al., 2014, Schmidt et al., 2014):

- Plan: Studer dagens situasjon og kunnskap. Planlegg for en endring eller test.
- Do: Utfør endringen eller testen. Dette skal helst gjøres i et småskalaforsøk.
- Check: Observer effektene som oppnår ved testen eller endringen. Sammenlign resultatet med den ønskede effekten, og rapporter resultatet til beslutningstakeren i organisasjonen,
- Act: Analyser og tolk forskjellen mellom ønsket og oppnådd resultat. Identifiser endringen som må gjøres for å forbedre og standardisere prosessen.



Figur 12 PDCA-hjulet (etter Awodele et al., 2012).

Ved å ha kontinuerlig kontroll av effekten til avgjørelser gjort i planlegging, kan det settes inn korrigerende tiltak når det er nødvendig for å oppnå ønsket effekt (Schmidt et al., 2014). Figur 12 viser sammenhengen mellom de fire trinnene i PDCA-metodikken (Awodele et al., 2012).

5.8.3 Trimmet Bygging

Trimmet bygging, TB, er LC prinsipper og metoder tilpasset kulturen og forholdene i den norske BAE-næringen. TB bygger videre på den danske implementeringen av LC, Trimmet Byggeri, som er en sammenhengende forståelse av byggeprosessen (Bertelsen, 2003, Stokland, 2009). I likhet med LC streber TB etter å maksimere kunde verdien, samtidig som sløsing minimeres. Byggeprosessen skal planlegges og ledes med hensyn til prosjektets natur. Målet er å skape en jevn og forutsigbar arbeidsflyt, for å unngå sløsing (Bertelsen, 2003). Det er fagarbeiderne som utfører jobben som skaper verdien, alle andre som deltar i byggeprosessen skal tilrettelegge for denne verdiskapningen.

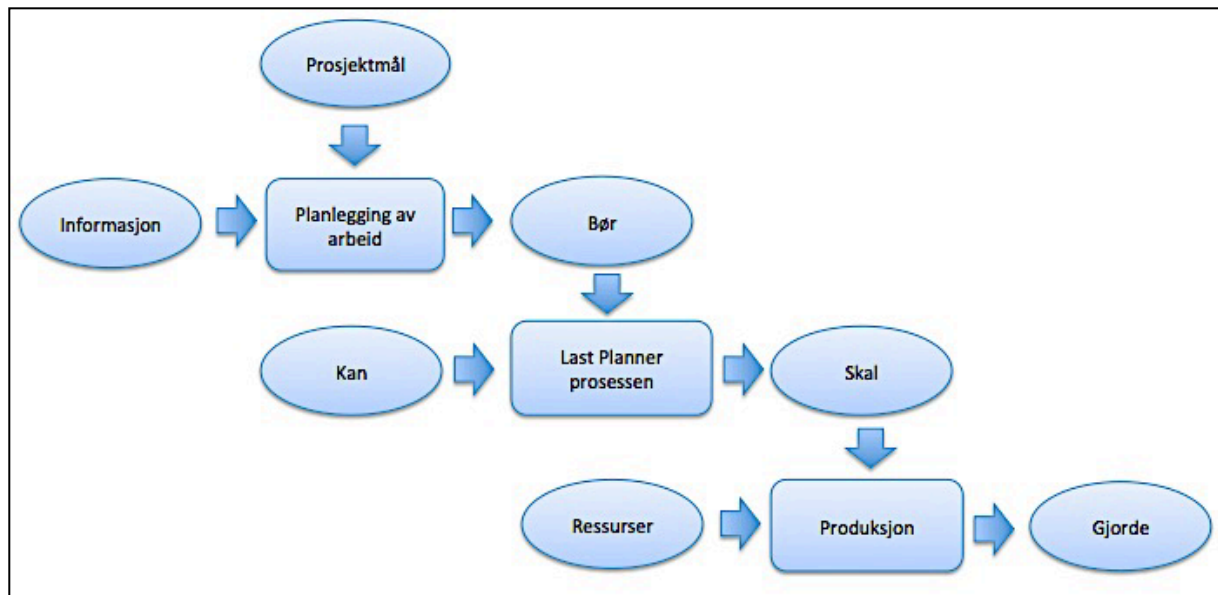
Det legges også stor vekt på at aktivitetene skal være sunne før de gjennomføres. Last Planner system of Production Control, LPS, er en av metodene som benyttes for å skape en god arbeidsflyt i produksjonen (Bertelsen, 2003). LPS beskrives i delkapittel 5.8.4.

Tillit og samarbeid mellom de involverte partene er en sentral del av TB (Bertelsen, 2003). Samarbeidet skal være godt, og aktørene skal gjøre hverandre gode. Læring er en viktig del av dette. I TB er læring både enkeltindividets kompetanseutvikling og systemets evne til å bli bedre (Bertelsen, 2003). Erfaringene som gjøres skal brukes i arbeidet med å bli bedre. Der systemet er årsaken til feilen, må systemet bedres (Bertelsen, 2003).

Forskjellige bedrifter og prosjekter bruker ulike deler av TB i sitt arbeid. Ulike metoder og verktøy benyttes. Disse tilpasses ofte til prosjektet eller organisasjonen der de skal benyttes. Felles for alle som bruker TB er et ønske om å maksimere kunde verdien og minimere sløsing, samtidig som det er fokus på tillit og samarbeid aktørene i mellom.

5.8.4 Last Planner System of Production Control

Last Planner System of Production Control (LPS) er en filosofi, regler og prosedyrer. LPS har også verktøy som tilrettelegger for implementeringen av prosedyrene (Ballard, 2000). LPS bidrar til bedre flyt ved at forplanting av variabilitet i produksjon og unødvendige ulemper av variabilitet unngås (Koskela, 2000). LPS er en god metode for å håndtere lokalitetsflyten (Koskela, 2000). God kunnskap om LPS og erfaring med denne typen involverende samarbeid kan bidra til en reduksjon i sløsing med tid (Kalsaas, 2010). Metoden brukes til å omforme de aktivitetene som BØR gjøres til aktiviteter som KAN gjennomføres (Ballard, 2000). Figur 13 viser hvordan et prosjekt kan gjennomføres ved bruk av LPS.



Figur 13 The Last Planner System (etter Ballard, 2000).

For å forene det som BØR gjøres med det som KAN gjennomføres bruker LPS to forskjellige prosedyrer, produksjonsenhetskontroll og arbeidsflytkontroll.

Produksjonsenhetskontrollen skal koordinere gjennomføringen av arbeidsoppgaver internt i en produksjonsenhet. Arbeiderene skal ledes gjennom kontinuerlig læring. Ved å iverksette korrigerende tiltak skal utarbeidede oppgaver bli stadig bedre (Ballard, 2000). Realiseringen av produksjonsenhetskontrollen stiller følgende krav til arbeidsoppgavens egenskaper: oppgaven er sunn, den er godt definert, den har et passende omfang og de må komme i riktig rekkefølge (Ballard, 2000).

Produksjonsenhetene kontrolleres ofte ved hjelp av Prosent, Planlagt, Utført (PPU). PPU viser graden av måloppnåelse i et gitt tidsrom. Antallet utførte aktiviteter deles på det totale antallet aktiviteter som var planlagt (Ballard, 2000).

$$PPU = \frac{\text{Antall planlagte aktiviteter utført}}{\text{Totalt planlagte aktiviteter}}$$

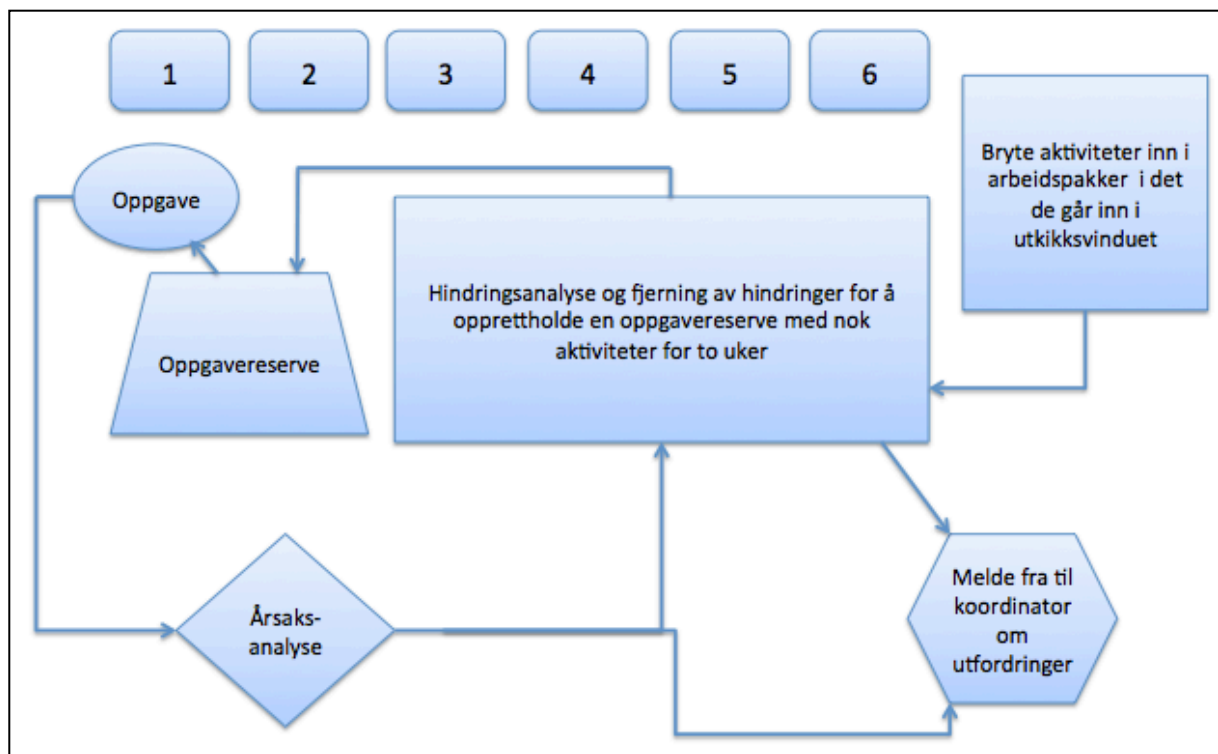
Rot-årsaksanalyser gjennomføres for de aktivitetene som ikke ble utført i henhold til planen. En nærmere beskrivelse av rot-årsaksanalyse gis i delkapittel 5.8.7.

Arbeidsflytkontrollen har til hensikt å sikre at arbeidet flyter mellom produksjonsenhetene i en ønsket hastighet og rekkefølge (Ballard, 2000). Den skal koordinere flyten av materialer, informasjon og installasjon igjennom produksjonsenhetene. Arbeidsflytkontrollen utføres ved hjelp av utviklingsprosessen. Utviklingsprosessen i LPS har følgende funksjoner (Ballard, 2000):

- Forme arbeidsflytens rekkefølge og hastighet
- Tilpasse arbeidsflyten til kapasiteten
- Dekomponere aktivitetene i hovedfremdriftsplanen til arbeidspakker og operasjoner
- Utvikle detaljerte metoder for utførelsen av arbeidet
- Opprettholde en oppgavereserve av arbeid som er klar til utførelse
- Oppdatere og revidere de overordnede planene ettersom det behøves

Disse funksjonene skal oppnås gjennom ulike prosesser som aktivitetsdefinering, hindringsanalyse, tilpasning av belastningen produksjonskapasiteten og pull metoder (Ballard, 2000).. Pull-metoder er metoder som brukes for å trekke aktiviteter fra oppstrøms produksjonsenheter (Ballard, 2000).

Utviklingsprosessen gjennomføres ved at mulige aktiviteter for de neste 3-12 ukene planlegges. Ofte kan det være fordelaktig at alle som skal delta i neste fase av prosjektet utarbeider en faseplan sammen. Faseplanen skal koordinere aktiviteten i en fase som strekker seg ut over de 3-12 ukene av utviklingsvinduet (Ballard, 2000).



Figur 14 Utviklingsprosessen (etter Ballard, 2000).

Figuren 14 viser hvordan utviklingsprosessen kan gjennomføres ved hjelp av trekking av aktiviteter og hindringsanalyser. Før aktivitetene entres utviklingsvinduet brytes de ned til et detaljnivå som er passende for ukentlige arbeidsplaner. En hindringsanalyse utføres for hver av aktivitetene. Det gjøres for å avdekke eventuelle utfordringer som må løses før aktiviteten kan gjennomføres. Er det tvil om hindringen kan løses, utsettes aktiviteten til et senere tidspunkt. Hindringsanalysen bidrar til at oppgaver som BØR gjøres blir til oppgaver som KAN gjennomføres. Målet med denne metoden er å opparbeide en oppgavereserve av sunne aktiviteter. De ukentlige arbeidsplanene lages ut i fra aktivitetene som ligger i oppgavereserven (Ballard, 2000).

Last Planner er den personen eller gruppen som velger ut oppgavene som skal inn i ukentlig arbeidsplan. Last Planner er ofte en formann eller bas. Det er Last Planner som forplikter seg til hva som SKAL gjennomføres (Ballard, 2000).

5.8.5 Taktplanlegging

Taktplanlegging skal sørge for kontinuerlig arbeidsflyt i produksjon, og dermed bidra til en reduksjon av sløsing i produksjon (Yassine et al., 2014). Skal taktplanlegging benyttes bør aktivitetene være så repetitive som mulig. Mengden buffere bør også være så liten som mulig, for å få til en god flyt i arbeidet (Yassine et al., 2014)

Takt planlegging er en metode for strukturering av arbeid (Frandsen et al., 2014). Metoden kan deles inn i en seks-trinns iterativ prosess (Frandsen et al., 2014, Yassine et al., 2014).

1. Innhentning av data: gjøres som regel av Last Planner for å identifisere hvordan arbeidet skal utføres, i hvilken rekkefølge det skal gjøres og av hvem.
2. Definerings av arbeidssoner: hver arbeidssone inkluderer alle stedene som har samme produksjonsrate for en arbeidsoppgave.
3. Rekkefølgen til fagene: felles planlegging av alle aktørenes ansvar for utførelsen og planleggingen av en oppgave.
4. Balansering av arbeidsflyten: indentifisering av oppgaver som er flaskehals for produksjon, og forbedre deres produksjonsrate og redusere produksjonsraten til de oppgavene som går for fort i forhold til flaskehalsen.
5. Finne den individuelle varigheten til de ulike fagene: en gjennomgang av oppgaven er nødvendig for å finne varigheten, og for å finne fremtidige forbedringsmuligheter
6. Planlegg etter takt-tiden: kontroller forbedringsprosessen for å ta grep i tilfelle det oppstår avvik fra den satte takt-tiden til hver enkelt oppgave.

Taktplanlegging kombineres ofte med bruk av skråstrekkplanlegging. Skråstrekkplanlegging kan brukes for å visualisere tids og inventarbuffere i produksjon (Yassine et al., 2014). I bygg og anleggsproduksjon vil steder der det ikke produseres, regnes som inventar (Bølviken et al., 2014). Skråstrekkplanlegging beskrives i neste delkapittel.

5.8.6 Skråstrekplanlegging

Fremdriftsplanleggingen danner utgangspunktet for flyten i produksjon ved at rekkefølgen og varigheten av aktivitetene bestemmes. Skråstrekplanlegging kan brukes til å håndtere monteringsflyten i produksjonen (Koskela, 2000). Metoden er godt egnet for prosjekter med repetitive aktiviteter (Halleraker, 2014). Den tilrettelegger for en stabil og kontinuerlig fremdrift i produksjonen (Eikeland, 2009). Skråstrekplanlegging kan også brukes til å visualisere sløsing med tid i produksjon (Yassine et al., 2014).

Grunnlaget for fremdriftsplanen dannes av tre faktorer (Eikeland, 2009):

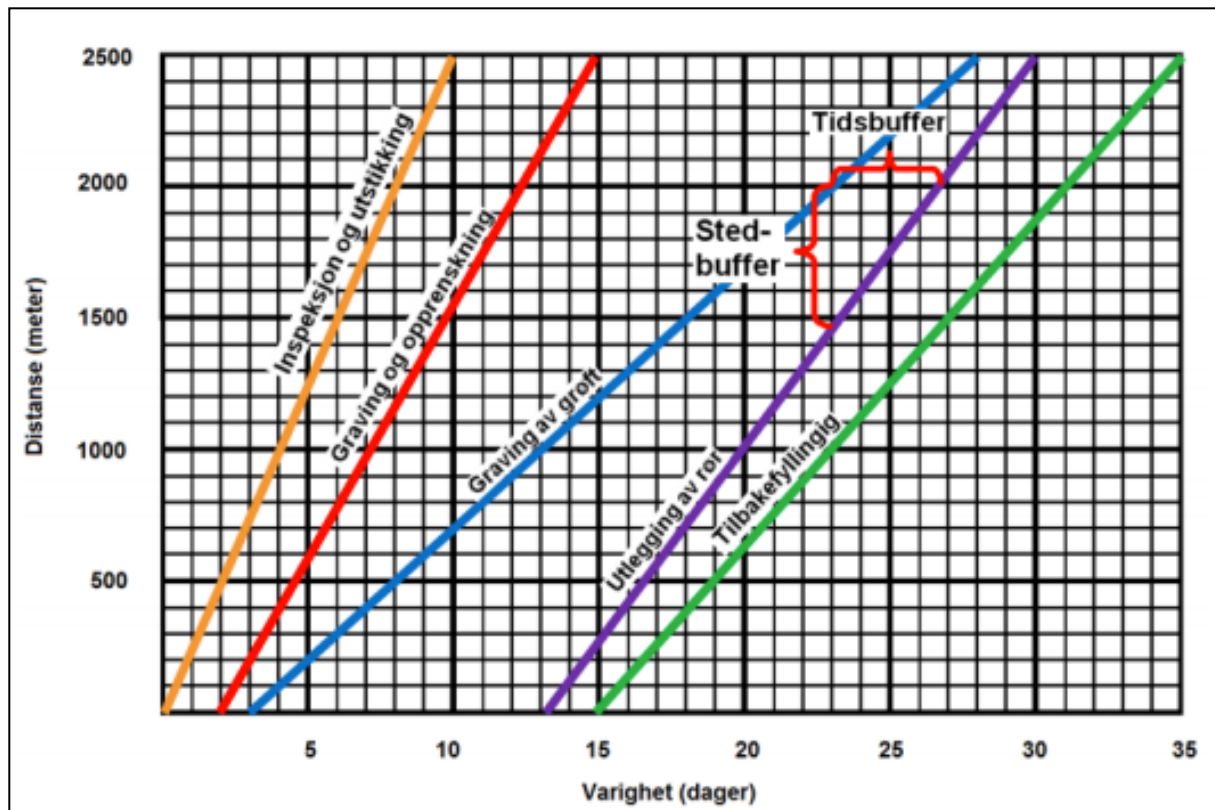
- Arbeidsmengden i den enkelte aktivitet (timeverk/dagsverk)
- Antallet personer som kan arbeide samtidig på en aktivitet
- Avhengighetene mellom aktivitetene

Skråstrekplanlegging brukes for å planlegge aktivitetene i soner (Eikeland, 2009). Sonene kan for eksempel være rom eller etasjer. Skråstrekplanlegging visualiserer hvordan aktiviteter beveger seg i mellom de ulike sonene. I utarbeidelsen av et skråstrekdiagram er det nødvendig å gjennomføre de tre følgende trinnene (Halleraker, 2014).

1. Identifiser aktiviteten
2. Estimer produksjonsraten
3. Bestem rekkefølgen til aktivitetene

I skråstrekdiagrammet får hver av aktivitetene sin egen strek som strekker seg igjennom tid og rom. Produksjonsraten til aktiviteten utgjør helningen på streken. Bratte linjer, viser at det er mulig å produsere mer per tidsenhet, enn slakke linjer. Riktig rekkefølge på aktivitetene er viktig for at planen skal være realiserbar. Figur 15 viser hvordan et skråstrekdiagram kan se ut (Halleraker, 2014).

Skråstrekdiagrammer kan avdekke eventuelle kollisjoner, der flere aktiviteter gjennomføres på samme sted til samme tid (Yassine et al., 2014). Kollisjonen vises i diagrammet ved at linjene krysser hverandre. Tids- og stedsbufferne kan også lett identifiseres i et skråstrekdiagram. Avstanden mellom to aktiviteter på tidsaksen utgjør tidsbufferen og stedsbufferne er avstanden mellom to aktiviteter på stedsaksen (Halleraker, 2014). Når bufferne brukes, erstattes en form for sløsing med en annen (Bølviken et al., 2014). Tids- og stedsbufferne regnes som sløsing (Yassine et al., 2014).



Figur 15 Eksempel skråstrekdigram (Halleraker, 2014. Figur 25).

5.8.7 Andre metoder og verktøy

Bakoverplanlegging

Bakoverplanlegging, eller lappeteknikk som det også kalles, er en metode som brukes for å utarbeide faseplaner for prosjektet (Østby-Deglum et al., 2013). Alle aktørene som skal delta i fasen møtes og sammen planlegger de arbeidene som skal utføres. De starter på slutten av fasen og jobber seg bakover i tid til starten av fasen. Slutten planlegges først for å klargjøre hvilken aktiviteter som må være ferdig til slutt. Slik beveger planleggingen seg bakover i tid til den har kommet til den første aktiviteten i fasen (Østby-Deglum et al., 2013).

Akkordarbeid

Akkordarbeid vil si at fagarbeiderne får en fast timelønn, pluss en bestemt sum for et bestemt arbeid (Store norske leksikon, 2009). Arbeiderene tjener mer penger jo raskere de arbeider. De har en interesse i å ha størst mulig kontinuitet i arbeidet, for å maksimere sitt økonomiske utbytte. Dette fører til en situasjon der sløsing med tid minimaliseres i så stor grad som overhode mulig (Kalsaas, 2010).

BIM

BIM står for Building Information Model, eller bygningsinformasjonsmodell. Det er metode som brukes til digitalisere informasjonen om en konstruksjon (Norsk-Teknologi, 2010). Ved bruk av åpen BIM vil alle aktørene i prosjektet få tilgang til all informasjon om

konstruksjonen i et felles format. Informasjon og tegninger oppdateres automatisk når det gjøres endringer. Dette fører til at feil unngås i tegningsunderlaget. Elementene i modellen kodes eller spesifiseres slik at informasjonen i modellen er nøyaktig (Norsk-Teknologi, 2010)

Rotårsaksanalyse

Rotårsaksanalyse brukes for avdekke årsakene til at aktiviteter ikke blir gjennomført etter planen (Østby-Deglum et al., 2013). Det er ofte flere små hendelser som fører til at planen ikke realiseres. Den enkleste formen for Rotårsaksanalyse er 5 Whys. Analysen gjennomføres ved at spørsmålet ”Hvorfor?” stilles minst fem ganger om årsaken til at arbeidet ikke ble gjennomført som planlagt (Moore, 2007).

6 Resultater

I dette kapitlet presenteres resultatene fra intervjuene som ble gjennomført i forbindelse med arbeidet med masteroppgaven. Resultater fra fem intervju som ble gjennomført i forbindelse med prosjektoppgaven, høsten 2015, inkluderes også i denne delen.

6.1 Forståelse av sløsing

Forståelsen av sløsing var relativt lik for de fleste av de intervjuede, men det var enkelte som hadde en litt annen oppfatning av sløsing enn de andre intervjuobjektene. Enkelte hadde en ganske vid forståelse av begrepet sløsing, mens andre kun så på sløsing som unødvendig høy forbruk av materialer og tid. Forståelsen av sløsing var i de fleste tilfeller tett knyttet opp mot produksjonen på byggeplass.

Ressursbruken var det elementet som ble lagt størst vekt på av de fleste intervjuobjektene. Flere av de intervjuede knyttet sløsing direkte opp mot ressursbruken. Sløsing med ressurser var ofte knyttet opp mot ineffektiv ressursbruk. Ressurser som materialer, mannskap og tid blir ikke utnyttet optimalt, og forbruket av ressurser blir sett på som unødvendig høy.

Ineffektiv produksjon var også ett av elementene som flere av de intervjuede forbant med begrepet sløsing. Potensialet som ligger i produksjonssystemet utnyttes ikke godt nok og det jobbes ikke like effektivt som det er potensial til å gjøre.

To av intervjuobjektene knyttet sløsing opp mot verdien som skapes. Sløsing som manglende verdiskaping vil si at det gjøres arbeid og forbruker ressurser uten at det gir verdi til kunden.

En av de intervjuede definerte sløsing som alt som ikke var rasjonalisert eller optimalisert. Det gjaldt både ressursbruken og prosessene i produksjonen.

6.2 Forståelse av flyt

Det var ganske store forskjeller i hvordan de intervjuede forsto flytbegrepet. Alle intervjuobjektene forsto flyt som et sammensatt begrep, bestående av flere elementer. Hvilke elementer som ble inkludert i flytbegrepet var imidlertid forskjellig for alle som ble intervjuet. Selv om alle intervjuobjektene hadde forskjellige forståelser av flytbegrepet, var det noen elementer som gikk igjen hos de fleste.

Flere av intervjuobjektene mente at flyten i produksjon er knyttet opp mot realiseringen av planene. God flyt ble forbundet med at aktiviteter ble gjennomført som planlagt. Enkelte av intervjuobjektene forutsatte at planen var god. En god plan hadde blant annet riktig rekkefølge

på aktiviteten, den var realistisk i forhold til fremdriften og hadde litt slakk for å ta høyde for uønskede hendelser.

Kontinuitet var ett av elementene som ble nevnt av flere av de intervjuede. Med kontinuitet menes det at produksjonen beveger seg mot målet uten stans. Aktivitetene glir fremover og de stykkes ikke opp slik at de hemmer fremgangen i produksjonen.

Uhindret gjennomføring av aktiviteter ble også forbundet med flyt i produksjon, av flere intervjuobjekter. Det at aktiviteten gjennomføres uten hindringer vil si at aktiviteter gjennomføres uten at produksjonen møter på forhold som stanser eller forsinker arbeid.

Tilrettelegging av arbeidet var også ett element som ble forbundet med flyt i produksjon av flere av de intervjuede. Alle forutsetningene for at aktiviteten skal kunne gjennomføres må være til stede. Det må for eksempel være nok mannskap og materialer. Materialene må være på riktig sted til rett tid. Tidligere arbeid på produksjonsstedet må være ferdigstilt og det må være ryddet. All informasjon som trengs for å utføre arbeidet må være tilgjengelig. Det er også viktig at det er nok arbeid til alt av mannskap, slik at arbeider ikke blir gående å vente.

Ingen venting, godt samarbeid mellom fagene og innad i lagene, effektivt arbeid og ingen omarbeid var også elementer som enkelte av intervjuobjektene inkluderte i sin forståelse av flytbegrepet.

6.3 Kategorier av sløsing

Alle intervjuobjektene delte sløsing inn i sløsing med tid og materialer. Materialsøsning vil si at materialene ikke brukes optimalt. Sløsing med tid vil si at det arbeidet for lite effektivt. I produksjon vil manglende informasjon, omarbeid, plunder og heft og venting føre til sløsing, noe som igjen fører til sløsing med tid og materialer. Enkelte av intervjuobjektene inkluderte også sløsing med mannskap og andre ressurser i sin kategorisering av sløsing. Sløsing med mannskap vil si at det er for mye mannskap på prosjektet.

En av intervjuobjektene hadde en kategorisering av sløsing som var vesentlig forskjellig fra kategoriseringen til resten av de intervjuede. Vedkommende delte sløsing i to hovedkategorier, sløsing i interne prosesser og sløsing i verdikjeden.

Sløsing i interne prosesser knyttes opp mot arbeidet som skjer på byggeplassen, og i de interne prosessene i prosjektet og organisasjonen. Dette er forhold som kan håndteres internt i prosjektene og i organisasjonen. Denne typen sløsing er ofte et resultat av at produksjonen og andre prosesser ikke er optimalisert. Sløsing av materialer, som for eksempel kapp, vil være en del av den interne sløsingen.

Den andre formen for sløsing er det som skjer i verdikjeden, som inkluderer alt fra byggherre til materialleverandører. Denne formen for sløsing påvirkes i mye større grad av eksterne aktører, der påvirkningsmuligheten ikke er like stor. Denne formen for sløsing har størst virkning på flyten i produksjonen, ettersom det er her mye av hindringene oppstår.

Hensikten med denne kategoriseringen av sløsing i interne prosesser og sløsing i verdikjeden, er å synliggjøre hvor sløsing foregår. En bevisstgjøring av hvor sløsing foregår vil gi en bedre forståelse av sløsing i hele systemet. Hvis for eksempel prefabrikkerte elementer brukes istedenfor plassbygget, så er det en risiko for at sløsing flyttes til et annet sted i verdikjeden.

6.4 Making- do

Hvordan intervjuobjektene oppfatter forekomsten av Making-do i produksjon var veldig varierende. Enkelte mente at aktørene i byggeproduksjon er eksperter på å finne nye aktiviteter hvis planen svikter. På den måten gjøres det arbeid, selv om det er ineffektivt. Andre mente at forekomsten av making-do var minimal.

De som oppfattet forekomsten av making-do som minimalt mente at bruken av planer som tar for seg aktiviteter på et dag til dag nivå, gjør at alle kan og skal gjennomføres som planlagt. Derfor ville det være minimalt med hindringer i produksjon, ettersom de skulle vært løst før produksjonen startet opp. Hver dag starter med en daglig jobb-briefing, der de planlagte aktivitetene for dagen gjennomgås. Bufferaktiviteter, som er klar til gjennomføring, brukes også i tilfelle planlagt arbeid hindres.

De fleste intervjuobjektene var enig om at uforutsette hendelser inntreffer relativt ofte. Uforutsette hendelser hindrer arbeiderne i å gjennomføre den eller de aktivitetene som er planlagt. Da settes arbeidslaget til å gjøre annet arbeid, så langt det lar seg gjøre. Årsaken til at aktiviteter må byttes kan være værforhold, manglende leveranser fra leverandører eller andre hindringer. Andre hindringer kan være at det mangler informasjon, materialer og utstyr eller foregående arbeid ikke er ferdig.

Det ble også poengtert at det vil alltid være uventede hendelser som påvirker prosjektene, slik at arbeidet må tilpasses til dette. Selv om det går med tid til å bytte aktivitet, så gjennomføres arbeid som uansett må gjøres på ett eller annet tidspunkt. Tiden brukes til å produsere, istedenfor at arbeiderne venter på at den planlagte aktiviteten blir klar til gjennomføring.

Alle produksjonslederne og basene ble bedt om å anslå forekomsten av making-do. Noen mente at ett par timer om dagen gikk til making-do i ett arbeidslag. Størrelsen på arbeidslaget varierer for de ulike fagene. Ett tømmer lag består av 8-10 mann, og et betonglag består av ca. 5 mann. Andre hevdet at det skjedde nesten hver dag. En av de intervjuede mente at making-do var noe som skjedde ca. hver 14. dag.

Noen av de intervjuede påpekte at forekomsten av making-do var avhengig av prosjektets størrelse. På store prosjekter er det sjelden at det gjøres andre ting enn det som var planlagt den dagen. Bufferne brukes i mindre grad, siden hindringene er færre. I store prosjekter forgår produksjonen på et større geografisk område, så det vil være enklere å unngå kollisjoner mellom fagene. I små prosjekter vil det alltid være noe å gjøre, og arbeidet tilpasses etter hva som er mulig å gjennomføre.

6.5 Sløsing og kvalitet

Intervjuobjektene var ikke enig om sløsing i produksjonen påvirket kvaliteten på arbeidet. Enkelte hevdet at de ikke var noen sammenheng mellom sløsing og kvalitet. Andre hevdet at det ikke var en direkte sammenheng, men indirekte kan sløsing påvirke kvaliteten. Det var også noen av de intervjuede som så en sammenheng mellom sløsing og kvalitet.

Feil i produksjon, som må rettes opp, er ett eksempel som ble nevnt der det er en direkte sammenheng mellom sløsing og kvaliteten på arbeidet. Oppretting av feil vil føre til at det brukes mer tid, materialer og andre ressurser enn nødvendig.

Det er stort fokus på kvalitet i produksjon i Skanska. Skanska har blant annet som mål å ha null feil i produksjon, og dette er noe arbeiderne mener de etterlever. Tidspress kan påvirke kvaliteten på arbeidet som utføres, men i hovedsak er folk bevisst på at arbeidet skal utføres riktig. Akkordarbeid tar vare på kvaliteten, siden fagarbeiderne blir belønnet for å gjøre ting riktig første gang

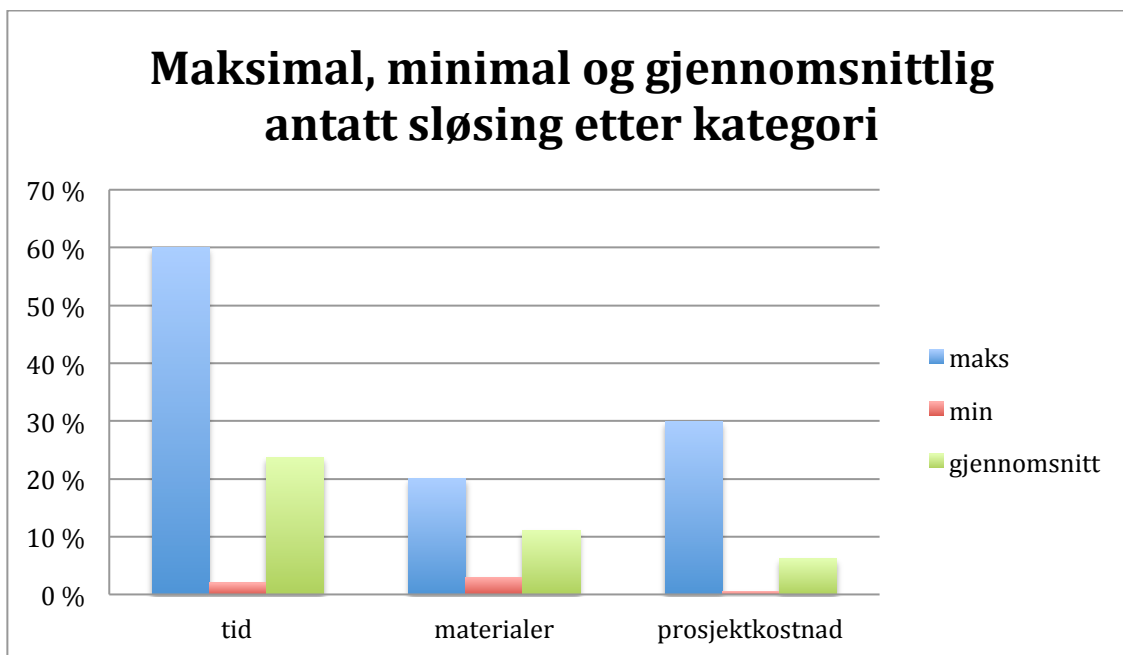
Enkelte intervjuobjekter mener at sløsing med tid var en faktor som kan ha en indirekte virkning på kvaliteten. Hvis noe av tiden til funksjonærene frigjøres, så kan de bruke tiden på å danne seg et helhetlig bilde av prosjektet og produksjonen. Tiden kan også brukes på å følge opp produksjonen aktivt. På den måten kan funksjonærene ligge litt i forkant av produksjonen. Dette gjelder spesielt for produksjonslederne.

6.6 Mengder sløsing

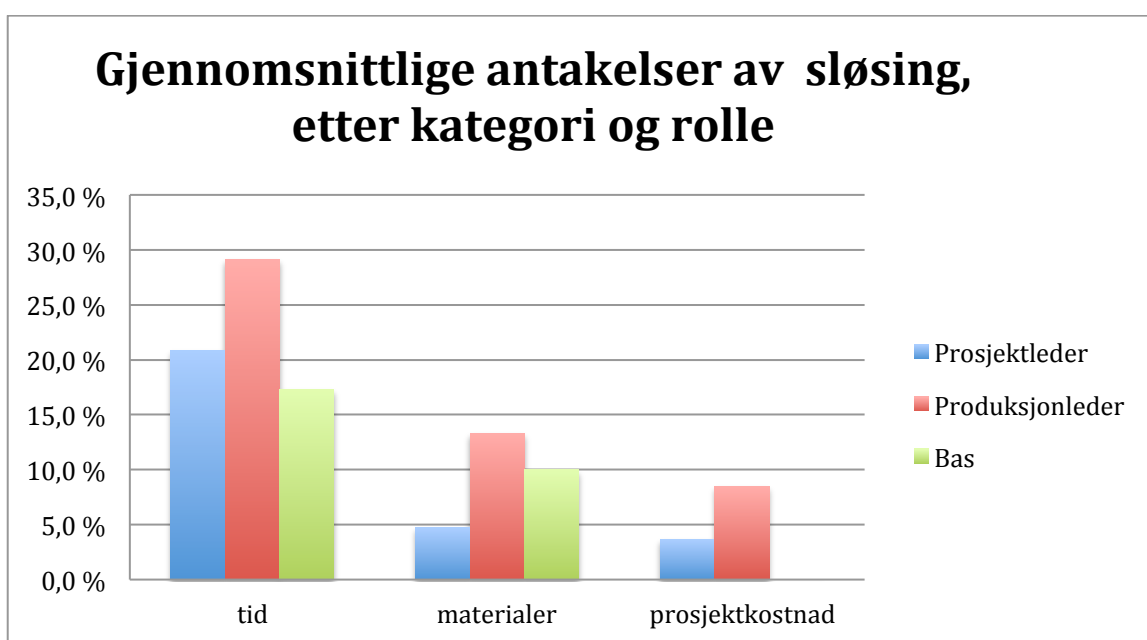
I intervjuene ble alle 10 intervjuobjektene bedt om å gjøre en antakelse av sløsing med tid og sløsing med materialer. Prosjektlederne, produksjonslederen og personen fra Skanska sentralt ble også bedt om å anta hvor stor andel av prosjektkostnadene som var et resultat av sløsing.

Figur 16 viser resultatene fra antakelsene som ble gjort under alle intervjuene. Det høyeste anslaget av sløsing med tid var på 60 %, den laveste antakelsen var 2 %, og i gjennomsnitt antok intervjuobjektene at sløsing med tid var ca. 24 %. For materialsløsing var den høyeste antakelsen på 20 %, det laveste anslaget var 3 %, i gjennomsnitt antok intervjuobjektene at ca. 11 % materialforbruket var et resultat av sløsing. For prosjektkostnadene var den høyeste

antakelsen 30 %, den laveste antakelsen var på 0,5 %, og i gjennomsnitt antok de spurte intervjuobjektene at ca. 6 % av prosjektkostnadene var et resultat av sløsing.



Figur 16 Maksimal og minimal antatt sløsing etter kategori, i %.



Figur 17 Gjennomsnittlige antakelser av sløsing, etter kategori og rolle, i %.

Fordelt på rollene bas, produksjonsleder og prosjektleder ble gjennomsnittlig antatt sløsing, fordelt på tid, materialer og prosjektkostnaden, som vist i figur 17. Sløsing med tid ble anslått til å være ca. 21 % av prosjektlederne, ca. 29 % av produksjonslederne og ca. 17 % av basene. Noen av de intervjuede skilte mellom sløsing med tiden til en funksjonær og tiden til en fagarbeider. De anslo at ca. 15 % av arbeidstiden til en funksjonær gikk bort til sløsing. De

fleste tok utgangspunkt i sløsing i arbeidstiden til en fagarbeider, eller så gjorde de ikke et skille mellom sløsing i arbeidstiden til fagarbeidere og funksjonærer.

Materialsøsingen ble anslått til å være ca. 5 % av prosjektlederne, ca. 13 % av produksjonslederne og 10 % av basene. For prosjektkostnaden ble ca. 4 % av kostnaden antatt å være sløsing av prosjektlederne. Produksjonslederne anslo at ca. 9 % av prosjektkostnadene var et resultat av sløsing.

Ut fra figuren ser man at produksjonslederne er litt mer pessimistisk i sine antakelser enn bas og prosjektleder. I gjennomsnitt har produksjonslederne de høyeste antakelsene for både tid, materialer og prosjektkostnad. Basene var mest optimistisk i forhold til sløsing med tid i produksjon. Prosjektlederne hadde den laveste antakelsen av sløsing med materialer, og de var mest optimistisk i forhold til andelen av prosjektkostnadene som var et resultat av sløsing.

En av intervjuobjektene poengterte at anslått mengde med sløsing, avhenger av hvordan sløsing defineres. Defineres sløsing som alt som ikke er direkte verdiskapende så kan sløsing, ut i fra definisjon, utgjøre så mye som 98 %. Ut i fra dette kan det antas at potensialet for å redusere sløsing er mye større enn det som kan realiseres i dag. Gjøres det større endringer i organiseringen av prosjektene og måten det arbeides på, kan sløsing reduseres i vesentlig større grad. Her ligger det ett stort potensiale, men det krever at det tas grep. Det kan være vanskelig å realisere dette potensialet i en stor og tung organisasjon, ettersom endringer ofte hindres av silotenking.

Enkelte av de intervjuede mener sløsing med tid utgjør den største kostnaden i produksjonen. Timeverkskostnaden er høy i forhold til materialkostnaden. I prosjekter utgjør timeverk med egenproduksjon ca. 25 % av prosjektkostnaden. I ekstreme tilfeller kan 30 % av tiden i egenproduksjon gå bort til sløsing. Dette innebærer at så mye som 7,5 % av prosjektkostnaden i et prosjekt kan være et resultat av sløsing. I et prosjekt på 100 millioner kr kan 7,5 millioner kr gå bort til sløsing.

Mengden tapt tid vil være litt forskjellig for en fagarbeider og en funksjonær. Flere av intervjuobjektene mente at det var mer sløsing med tiden til fagarbeiderne enn det var til funksjonærene. Prosjektertes størrelse og kvaliteten på planleggingsarbeidet ble også nevnt som faktorer som påvirker andelen tapt tid i prosjektene.

Mengden materialer som går bort i sløsing avhenger av materialtypen. Flere av intervjuobjektene nevnte en undersøkelse som var gjort på prosjekter i Skanska, der mengden svinn på gips ble beregnet til ca. 30 % av innkjøpt mengde. Det høyeste anslaget av sløsing med materialer var på 20 %. Sløsing med materialer har andre konsekvenser enn kun kostnaden av materialene. I tillegg til selve materialkostnaden påløper det kostnader på transport inn på byggeplass, transport inn og ut av byggingen, og deponering blant annet.

Hvor mye det sløses med materialer avhenger også av arbeidet som utføres. Enkelte av intervjuobjektene hevdet for eksempel at det var mer sløsing av materialer under tømmerarbeid enn betong og forskalingsarbeid, ettersom det er mer kapp på tømmerarbeidet.

6.7 Årsaker til sløsing

6.7.1 Mål

Mangelen av et klart mål å jobbe mot trekkes frem som hovedårsaken til sløsing. Mangler en klar målsetning, er det vanskelig å få alle aktørene til å trekke i samme retning. Det at det ikke arbeides målrettet i prosjektene er hovedårsaken til at en så stor andel av prosjektkostnadene er et resultat av sløsing. Tydelige mål for produksjonen er viktig for å unngå sløsing. I dag gjøres det leveranser litt i hytt og pine, uten at det er en klar oppfatning av hvilke behov leveransen skal tilfredsstillere. Det jobbes mot feil mål.

6.7.2 Planlegging

Manglende eller mangelfull planlegging sees på som den viktigste årsaken til sløsing, av flere av intervjuobjektene. Et godt planleggingsarbeid i tidligfasen er avgjørende for at produksjonen skal være effektiv. Planene må være realistisk, med riktig varighet, riktig rekkefølge og med riktig bruk av ressurser. Det er også viktig at det er naturlig slakk i planene, slik at det tas høyde for at ting ikke går helt som planlagt. Er det ikke slakk i planene vil en liten forsinkelse endre hele planen.

Når prosjektet planlegges må det sørges for at riktig utstyr for produksjonen velges. Feil utstyr vil påvirke effektiviteten i arbeidet. Hvilket utstyr det er behov for, og når det er behov for det, må være avklart. For mye eller for lite utstyr fører til sløsing. Materialene må leveres med riktig mengde, til rett tid og på rett sted.

Rekkefølgen på aktivitetene må være riktig for unngå feil i produksjon som følge av feil rekkefølge i aktivitetene under utførelsen. Feil som må rettes opp fører til både sløsing med tid og andre ressurser. Dette koster mye tid og krefter i prosjektene

6.7.3 Logistikk

Dårlig planlagt logistikk på byggeplassen kan føre til sløsing av tid og andre ressurser. Materialer, utstyr og brakkerigg bør være så nær produksjonen som mulig, slik at det ikke brukes mye tid og ressurser på transport av materialer, utstyr og mannskap. Lang gangavstand mellom brakkerigg og produksjonssted vil føre til sløsing med tid.

Når riggen planlegges må det tilrettelegges for effektiv produksjon. Det må tas hensyn til logistikken på byggeplassen når det planlegges. Riktig mengde materialer må være på rett sted, til rett tid. Det samme gjelder utstyret som skal brukes i produksjonen. Godt planlagte leveranser og en god riggplan kan bidra til at sløsing reduseres.

Spesielt materialleveransene kan hindre produksjon. Ved å planlegge logistikken godt kommer riktig mengde materialer, på rett plass, til rett tid. Bruk av materialpakker på byggeplassen kan være et godt tiltak for å redusere sløsing og bedre flyten. Involveres basen i planleggingen av materialpakkene sørges det for at riktig mengde materialer havner på rett sted. Der gjennomføringen av materialpakker har vært vellykket har materialsløsingen vært tilnærmet null for tømmerarbeidene. Tømmerene har da sluppet å bruke mye tid på å hente materialer og utstyr, og flyten oppleves som bedre.

6.7.4 Ansvar

Uklare ansvarsforhold mellom aktørene i prosjektene kan også føre til sløsing. Det må være klarhet i hvem som skal gjøre hva, og når det skal gjøres. På den måten kan dobbeltarbeid, eller at arbeidet ikke gjennomføres, unngås.

Manglende ansvar hos fagarbeiderne for materialbruken bidrar til sløsing av materialer. Materialutnyttelsen er ikke optimal. Kapp eller festeanordninger blir ofte kastet isteden for at de benyttes andre steder i bygget. Manglende ansvar for utstyr og materialer hos arbeiderene fører til at det misligholdes. Det sløses mer med materialer som oppfattes som ”gratis” av arbeiderene, det gjelder for eksempel arbeidsklær. Mangler det er bevissthet rundt sløsing med materialer, vil materialforbruket være større enn nødvendig.

Arbeideren mangler eierskap og forståelse for økonomien i prosjektet, noe som fører til at materialene ikke utnyttes optimalt. Dette kan skyldes at arbeiderene ikke har noe forhold til kostnaden knyttet opp mot ubenyttede materialer. Praktiske eksempler som å sammenligne prisen på en meter med trevirke med prisen på ett brød gjør kostnaden av sløsing mer forståelig.

Mangelfull kunnskap om materialutnyttelse er en årsak til sløsing. Med dagens metoder vil det være kapp av materialer. Kunnskap om hvordan materialene skal kappes for å maksimalisere materialutnyttelsen er viktig for å unngå sløsing med materialer. For å minimere mengden kapp bør de lengste lengdene kappes først og de korteste til slutt. Vanene til enkeltindivider har mye å si for utnyttelsen av materialer.

Materialer som ikke benyttes i ett prosjekt lagres slik at det kan benyttes i andre prosjekter. Da er det lett å glemme av disse materialene.

6.7.5 Lagring

Feil lagring av materialer kan føre til sløsing, hvis materialene skades eller ødelegges. Skader på materialene kan påvirke kvaliteten til produktet, og ødelagte materialer må deponeres. Når materialene blir ødelagt kan ikke materialene benyttes som tenkt. Det går også med tid og ressurser til å rydde vekk materialene som ikke kan benyttes. Materialene skal gjenvinnes i så stor grad som mulig, slik at de komme til nytte for samfunnet.

En rotete og kaotisk byggeplass påvirker produksjonen negativt. Rot kan være til hinder for produksjonen. Rot kan også forsinke produksjonen, ved at det brukes tid på å rydde det vekk. På en kaotisk byggeplass vil det være vanskelig å finne materialer og utstyr når det er behov for det, og det brukes tid på å lete.

Alle arbeidslagene skal rydde etter seg selv, når de har gjort seg ferdig på ett sted. Likevel er det ofte behov for å ha egne personer som har i oppgave å rydde.

6.7.6 Forutsetninger

Manglende tilfredstillelse av forutsetningen for produksjon er en årsak til sløsing.

Det hender at arbeiderene går og venter fordi det mangler informasjon, utstyr, materialer og lignende. Dette kan skyldes manglende, feil eller for sen prosjektering blant annet.

Det er også viktig at den informasjonen som er tilgjengelig er forståelig for de som skal benytte informasjonen. De prosjekterendes kunnskap om produksjon kan påvirke kvaliteten på tegningene og løsningene som velges. Løsningene som velges kan ofte være lite produksjonsvennlige eller unødvendig kompliserte. Har de prosjekterende lite eller ingen erfaring fra produksjon, eller mangelfull kompetanse, vil det være en utfordring å lage produksjonsvennlige tegninger. Manglende eller mangelfullt arbeidsgrunnlag fører ofte til forsinkelser i produksjon.

Bygget er ofte ikke ferdig prosjektert når produksjonen starter, noe som skaper utfordringer i forhold til planleggingen og tilretteleggingen for produksjon. Prosjekteringen av produktet foregår tett opp mot produksjon. Dette gjør det utfordrende å være i forkant av produksjonen i forhold til gjennomgang og kvalitetssikring av arbeidsgrunnlaget.

Det er viktig at det tas hensyn til produksjon når riggen planlegges og utstyr velges. Leies det inn for mye eller for lite utstyr vil dette også være sløsing. For lite utstyr påvirker fremdriften, og for mye utstyr kan være til hinder. Ubrukt utstyr medfører også en ekstra kostnad for prosjektet. Manglende krankapasitet er et eksempel på noe som ofte er et hinder for produksjonen. Det hender at arbeidere må vente på at kranen skal bli ledig. Rekkevidden på kranen kan også være for liten, så materialene må bæres til produksjonsstedet.

6.7.7 Innkjøp

Manglende eller mangelfulle mengdeberegninger kan føre til sløsing, ved at feil mengde materialer bestilles. Hvis det bestilles for lite materialer, eller de bestilles for sent, kan det forsinke fremdriften i prosjektet. Bestilles materialene til for tidlig, eller i for store kvantum, må de mellomlagres. Da er det viktig at de lagres riktig slik at de ikke skades eller ødelegges. Materialene må ofte transporteres fra lagringsstedet til produksjonsstedet, noe som krever både tid og ressurser.

Manglende koordinering i forhold til bestilling av materialer kan medføre en ekstra kostnad. Frakten er kostnadsfri en dag i uka, så materialbestillingene til prosjektet burde samordnes.

Feilbestillinger av materialer fører til sløsing, ved at materialene ikke kan benyttes i prosjektet.

6.7.8 Holdninger og verdier

Holdningene, verdiene og arbeidsmoralen til arbeiderene har mye å si for sløsing med tid og materialer. Kultur og holdningene i selskapet og prosjektene kan også være en årsak til sløsing.

Lav arbeidsmoral hos den enkelte arbeideren vil påvirke effektiviteten i prosjektet. Enkelte av de intervjuede hevder at dette har større utslag i store prosjekter enn i små. I store prosjekter, der produksjonen foregår over et større område, er det lettere å finne plasser å "gjemme" seg vekk. Lav arbeidsmoral, eller motivasjon, fører til at det brukes mer tid på pauser, småprat og lignende. Her er holdningene blant både funksjonærer og fagarbeidere en viktig påvirkningsfaktor. Gode holdninger i forhold til effektivitet og produktivitet er viktig for å unngå sløsing.

En del av sløsing av tid kan skyldes likegyldighet hos enkelte arbeidere i forhold til fremdriften i prosjektet. Arbeiderenes holdninger og følelse av eierskap til prosjektet er viktig for fremdriften. Kulturen på prosjektet og i hvert enkelt av arbeidslagene påvirker også effektiviteten, for eksempel kan effektive personer dra opp effektiviteten til hele arbeidslaget, og motsatt.

6.7.9 Tidspress

Tidspress bidrar også til sløsing. Dette gjelder spesielt for funksjonærene. Det er ikke nok tid til å kontrollere arbeidsgrunnet i tide. Dermed er det ikke alltid at feil blir avdekket i tide og følgefeil kan oppstå. Dette kan føre til at det bestilles feil mengde materialer, eller at feil i arbeidstegningene ikke oppdages og avklares til rett tid. I en hektisk hverdag kan KS-systemet bli litt nedprioritert over andre og mer kritiske oppgaver.

Overtid kan også sees på som sløsing. Overtid er et resultat av at prosjektet har havnet på etterskudd, og prøver å ta igjen den tapte tiden. Mangelfull eller manglende planlegging kan føre til at prosjektet forsinkes.

6.7.10 Bemanning

Feil bemanning kan føre til sløsing. Det kan for eksempel være hvis prosjektet eller produksjonen er overbemannet eller bemanningen har feil kompetanse

Havner produksjonen etter den planlagte fremdriften, settes det ofte inn ekstra mannskap og utstyr for å hente inn etterslepet. Selv om tanken er god, er det ikke nødvendigvis slik at dette

tiltaket virker som tenkt. Dette er et virkemiddel som brukes når fremdriften oppleves som dårlig og det er en opplevelse av at det sløses med tid i produksjon. Effekten av dette tiltaket vil være avhengig av holdningene til personene som settes inn i arbeidslaget. Dette kan virke mot sin hensikt og føre til at produktiviteten går ned.

Det er viktig at det er riktig bemanning i prosjektene. For mye mannskap kan skape trengsel i produksjonsområde. Det er også en risiko for at enkelte arbeidere blir gående ledig fordi de ikke har nok å gjøre. For lite mannskap er heller ikke heldig, for arbeidspresset på den enkelte av arbeidene blir større. Blir arbeidspresset for stort vil det gå ut over trivsel og helsen til arbeiderne. Med høyt arbeidspres over tid er det en risiko for arbeidere blir sykemeldt. Sykemeldte personer krever ressurser av arbeidsgiver, som for eksempel i form av sykepenger, uten at de bidrar til verdiskapingen i selskapet.

6.7.11 Andre årsaker

Manglende fokus på sløsing kan være en årsak til at det sløses i produksjon. Det er viktig at det fokuseres på potensiell sløsing allerede i startfasen av prosjektene. Dette er ledelsens ansvar å kommunisere tydelig.

Mangelfull kommunikasjon bidrar også til sløsing. Viktigheten av de ulike arbeidene som gjøres, må være synlig for alle aktørene i prosjektet. Dette med gjennomsløst prosesser er et viktig Lean prinsipp. For å få til dette er god kommunikasjon essensielt. Manglende forståelse av helheten skaper sløsing.

Det at "alle" skal ha all informasjon til enhver tid fører til sløsing. Det brukes tid til å delta på møter der deltakelsen ikke er nødvendig. Møtetiden brukes til å diskutere andre ting enn agendaen for møtet, noe som fører til at det sløses med tiden til enkelte møtedeltakere. Mange mail sendes ukritisk, uten at det vurderes om mottakere trenger informasjonen eller ikke.

Størrelsen på prosjektene påvirker sløsing, og spesielt sløsing med tid. Store prosjekter oppleves som mindre oversiktlige. Flere fag er ofte inne til samme tid, og arbeidene foregår på et større område.

Endringer i prosjektet bidrar også til sløsing. Dette kan for eksempel være endringer i bemanningen i prosjektet, materialvalgene endres etter at materialene er bestilt, eller byggherres ønsker eller behov endres.

Arbeidsmetodene som brukes er ikke optimalisert. Tilgjengelig teknologi benyttes i for liten grad. Dette gjelder spesielt for funksjonærene. Kontraktsformen kan også bidra til sløsing ved at arbeidet ikke optimaliseres.

Når det arbeides etter akkord er ikke verdien av materialene nødvendigvis synlig for arbeiderene. Arbeiderene har en interesse av å produsere, så de tenker ikke over at ubenyttede materialer, som kapp, kan benyttes andre steder i bygget. Dette er en medvirkende faktor til at materialsløsingen er så høy som den er.

Det brukes tid på arbeid som ikke er nødvendig. Hos funksjonærene går det med mye tid til registrering og oppfølging av feil og avvik blant annet. Det brukes mye tid på å følge opp underentreprenørene (UE), spesielt i forhold til HMS. UEene har ikke samme rutiner og systemer som Skanska, når det kommer til sikkerhet i produksjon. Egne arbeidere brukes ofte til å tilrettelegge andre arbeidsaktiviteter som foregår på byggeplassen. I hvilken grad dette gjøres avhenger av prosjektets størrelse. På store prosjekter er det ofte en egen riggmann, noe som vil innebærer at fagarbeiderne bruker mer tid til å utføre eget arbeid.

Manglende nytenking er en årsak til sløsing. Det er behov for at alle tørr å tenke nytt i større grad. Det er vanskelig å få gjennomslag for nye tanker og ideer, siden omstillingsprosesser oppleves som problematisk for mange

Lover og regler påvirker også sløsing i produksjonen. Mye tid og ressurser brukes på dokumentering og innhenting av nødvendige tillatelser for eksempel.

6.8 Dagens praksis i Skanska

Intervjuobjektene hadde mange eksempler og innspill til metodene og tiltakene som benyttes for å håndtere sløsing i produksjon.

6.8.1 PDCA-hjulet

Forbedringshjulet i Skanska eller PDCA-hjulet brukes for å håndtere sløsing i produksjon. Utgangspunktet for denne metoden er at virkningen av tiltak som iverksettes skal kontrolleres. I Skanska brukes sirkelen på flere nivåer. Den brukes blant annet på et taktisk nivå i forbedringsplanlegging til en region. Den kan også brukes til granskning av uønskede hendelser i produksjon, der en utfordring eller et avvik identifiseres, og mulige tiltak analyseres. Korrigerende tiltak iverksettes og effekten av tiltaket undersøkes. Hvis effekten ikke er som forventet, gjøres det justeringer, og prosessen gjennomføres på nytt.

6.8.2 Planlegging

Planlegging trekkes frem som noe av det viktigste som gjøres for å håndtere sløsing i produksjonen, av de intervjuede. Det er flere ulike planleggingsmetoder som benyttes. Fremdriftsplanen må være riktig og realistisk. Bemanningen og andre nødvendige ressurser må planlegges. Bemannings- og utstysbehovet vil være avhengig av fremdriftsplanen. Alle nødvendige forhold for produksjonen må avklares til rett tid, som for eksempel når det er behov for hvilke tegninger. De syv forutsetningene brukes for å sørge for at alt er klart før en aktivitet kan starte opp. Det lages en fremdriftsplan for både prosjekteringen og produksjonen.

Det gjøres for å synliggjøre hva som skal gjøres på hvilket sted, og til hvilken tid. Fremdriftsplanlegging av produksjon er viktig for å unngå sløsing med tid.

Bakoverplanlegging brukes for å redusere sløsing i produksjon. Bakoverplanlegging brukes til å kartlegge hva som skal gjøres, og når det skal gjennomføres. Dette verktøyet kan blant annet brukes til å optimalisere materialleveransene. Bakoverplanlegging legger opp til en optimal drift og rigg i produksjonen, noe som ikke er tilfelle i praksis. Alle aktørene deltar i planleggingen og lager en felles plan for produksjon. Aktørenes involvering i planleggingen er viktig for å skape en følelse av eierskap til planen og fremdriften i prosjektet. Benyttes bakoverplanlegging er det viktig at arbeidet stykkes opp slik at det er overkommelig. Planen må ikke gå over for lang tid. Der prosjekter varer over flere år, kan bakoverplanlegging brukes for å detaljplanlegge delmål.

Enkelte av intervjuobjektene mente at bakoverplanlegging kan være litt ubehagelig å bruke. En ubehagelighet kan være oppdagelsen av at produksjonen burde vært i gang, hvis prosjektet skal komme i mål til fristen. Denne oppdagelsen er likevel bedre å ha i oppstarten, enn mot slutten av prosjektet.

Rigg og driftsplan utarbeides for å få oversikt over nødvendig utstyr for utførelsen av arbeidet. Det er viktig at prosjektet ikke beholder utstyr som ikke benyttes, siden dette medfører ekstra kostnader. Dette følges opp kontinuerlig.

Planlegging av logistikk brukes for å sørge for at riktige materialer er på rett sted, til rett tid. Plasseringen av materialene er også viktig for god HMS på byggeplassen.

6.8.3 Trimmet bygging

Trimmet bygging er en metode som brukes av Skanska for å redusere sløsing i prosjektene og forbedre flyten i arbeidet. Skanska bruker TB som en del av det kontinuerlige forbedringsarbeidet som gjøres i selskapet. TB er små forbedringer satt i system. I Skanska består TB av møte- og planstrukturer og ”prosjektbutikk” i prosjekter av en viss størrelse.

Planstrukturen til Skanska består av hovedfremdriftsplan, faseplan, utviklingsplan og 3-ukersplan. De ulike plannivåene beskrives i tabell 13.

Bakoverplanlegging brukes til å lage faseplanene. Alle aktørene som er en del av fasen samles for å planlegge fasen. To fra hver UE, der en av de er beslutningstaker og en utførende. Beslutningstakeren må kunne ta økonomiske avgjørelser, siden dette er en problematikk som ofte dukker opp. Utførende er med for å planlegge rekkefølgen og varigheten til aktivitetene. Skanskas egne beslutningstakere og utførende er også med.

Tabell 13 Planstrukturen til Skanska.

Plannivå	Beskrivelse
Hovedfremdriftsplan	Hovedfremdriftsplanen tar for seg hele prosjektets varighet, fra start til slutt.
Faseplan	Faseplanen går på de ulike fasene, som for eksempel grunnarbeid, tett bygg, osv.
Utkikksplan	Utkikksplanen tar for seg aktivitetene som skal foregå 6-8 uker frem i tid. Denne planen er produksjonsleders ansvar.
3-ukersplan	3-ukersplanen skal utarbeides av basen, i samråd med produksjonsleder. Her skal basen planlegge alle aktivitetene laget hans skal gjennomføre de neste 3-ukene. I 3-ukersplanen skal det være et spesielt fokus på aktivitetene som skal gjennomføres den kommende uken. Planen oppdateres hver uke.

Prosent planlagt utført, PPU, benyttes for å måle planoppnåelsen i prosjektet. PPU, forklares i kapittel 5.8.4.

Tabell 14 Møtestrukturen til Skanska.

Møtenivåer	Beskrivelse
Utkikksmøte	Utkikksmøtet gjennomføres 6-8 uker før gjennomføringen av aktiviteter. En hindringsanalyse gjennomføres for å avdekke eventuelle hindringer for oppfyllelsen av de 7 forutsetningene.
3 ukersmøter	3-ukersmøtet er en gjennomgang av aktivitetene som skal gjennomføres de neste 3 ukene. Dette møtet er et møte mellom produksjonsleder og bas. De 7 forutsetningen gjennomgås også her.
Koordineringsmøter	Koordineringsmøtene er møter mellom basene fra alle fagene. Skanskas produksjonsledere deltar også på dette møtet. Under dette møtet avklares eventuelle kollisjoner mellom fagene.
Lagsmøter	Lagsmøte, eller aktivitetsmøte, er et ukentlig møte mellom bas og fagarbeiderne i arbeidslaget. Der gjennomgår de aktivitetene som skal gjennomføres den kommende uken og arbeidet fordeles mellom personene i arbeidslaget. Tilfredsstillelsen av forutsetninger for aktiviteten kontrolleres også på dette møtet.

Møter brukes for å håndtere sløsingen i produksjonen. Møtestrukturen i Skanskas TB består av utkikksmøte, 3 ukersmøter, koordineringsmøter og lagsmøter. Deler av møtestrukturen i Skanska speiler planstrukturen. Dette gjelder utkikksplan og utkikksmøte, og 3-ukersplan og 3-ukersmøte. Møtestrukturen til Skanska beskrives i tabell 14.

Det gjennomføres også en daglig jobb-briefing med bas og arbeidslag hver morgen, der det er en gjennomgang av dagens aktiviteter. På disse møtene sørges det for at hver enkelt av arbeiderene vet hva de skal gjøre den dagen.

Prosjektbutikken er konteiner(e) som inneholder alt nødvendig utstyr som lim, fuge og festemateriell med mer. Dette brukes kun på prosjekter av en viss størrelse.

Forskjellige prosjekter bruker ulike deler av TB. Møtestrukturen er felles for alle prosjekter som gjennomføres av Skanska. Hvilke andre metoder som benyttes er opp til hvert enkelt av prosjektene. Her vil ting som prosjektets størrelse, type konstruksjon og erfaringer med de ulike TB metodene og verktøyene være avgjørende. Det er ikke en selvfølge at noe som har lyktes tidligere, vil lykkes igjen. Alle metoder og verktøy må tilpasses situasjonen i prosjektet.

Interessen for planlegging har blitt større, noe har ført til at flere av prosjektene benytter planstrukturen enn tidligere. Plankulturen i Skanska og i BAE-næringen generelt har blitt bedre. 3-ukersplanen er spesielt nyttig og aktørene opplever at det virker. Planen er gjenkjennbar for både egne arbeidere og UE. Arbeiderene er kjent med metodene som benyttes, og vet hva som forventes i planleggingen av aktiviteter. Bakoverplanlegging er en metode som fungerer godt og ofte har vært benyttet i prosjekter som har lyktes.

Fire av de intervjuede i prosjektoppgaven ble spurt om TB. Alle fire hadde gode erfaringer med bruk av TB metoder og verktøy for prosjekter. Metodene oppleves som nyttige og motiverende.

6.8.4 Last Planner System of Production Control

Last Planner System brukes for å få sunne og klare aktiviteter ut i produksjonen. Dette er et viktig virkemiddel for å unngå sløsing.

Som en del av LPS-metoden brukes bufferaktiviteter, som er aktiviteter som er klar til utførelse. Ved å ha bufferjobber klar kan det unngås at arbeiderne blir gående ledig, hvis den planlagte aktiviteten hindres.

6.8.5 Oppfølging av produksjon

Det brukes mye tid på å følge opp produksjonen. Det gjennomføres målingen i produksjon, hvis arbeidet er egnet for måling. Sykefraværet i prosjektene måles også. Både langsiktig og kortsiktig sykefravær fører til sløsing, ettersom det mangler ressurser som ble medregnet under planleggingen. Det gjennomføres også målinger av avfallsmengden i prosjektene. Avfallet sorteres og mengdene måles. Bukte timeverk kontrolleres i forhold til det som var kalkulert, som å se hvordan prosjektet ligger an i forhold til kalkylen. Brukes det mer timeverk en planlagt kan det påvirke marginen selskapet sitter igjen med.

Kontroll og oppfølging av produksjonen er også viktig. KS-systemene skal sikre at arbeidet utføres på riktig måte til riktig kvalitet. Mottakskontroll av leveranser må gjøres. Dette er spesielt viktig for betong, ettersom feil i betongen kan være kostbart og tidkrevende å rette opp, hvis det ikke oppdages i tide.

6.8.6 Mengdeberegninger

Mengdeberegninger brukes for å finne nødvendig mengde materialer. Gode og nøyaktige beregninger fører til at det ikke bestilles mer enn nødvendig, dvs. beregnet mengde pluss svinn. BIM er et bra verktøy til å ta ut mengder. Ved å bruke BIM kommer resultatene raskere og tallene er riktigere, såfremt de prosjekterende bruker Skanskas BIM-manual.

I enkelte prosjekter bestilles pre-kuttete materialer. Det fører til at prosjektet har tilnærmet null kapp.

6.8.7 Annet

Produksjonen jobber ut i fra egne erfaringer, og iverksetter tiltak mot sløsing ut i fra disse erfaringene. Hvilke tiltak som benyttes vil variere fra prosjekt til prosjekt. Det er ikke alltid at effekten av tiltakene kontrolleres.

Akkordarbeid fungerer som et insentiv for å ikke sløse med tiden, ettersom sløsing med tid vil bety tapte penger for fagarbeiderne.

Fremskutt rigg brukes i større prosjekter. Der er det for eksempel en utstyrskontainer i hver etasje. På den måten unngås det at arbeiderne må gå langt for å finne det utstyret de trenger.

Store prosjekter har ofte en egen rigg mann som har ansvar for leveranser og logistikken på byggeplassen.

6.9 Forbedringsmuligheter

6.9.1 Nye eller andre metoder og verktøy

Det er mange verktøy og metoder som ikke benyttes i dag, som kan ha en positiv effekt på sløsing i produksjon. Eksisterende teknologi må tas i bruk, i større grad enn i dag.

Skjema som for eksempel dokumentasjon, timeregistrering og lignende burde vært digitalisert og automatisert. På den måten kan for eksempel plotting av samme informasjon i ulike skjema unngås. Mer av funksjonærens tid burde brukes til å følge opp produksjonen, istedenfor at de bruker tid på registreringer i skjema og dokumentasjon. Digitaliserte og oppdaterte tegningsarkiv bør for eksempel gjøres tilgjengelig for bruk i produksjon. Bruken av tilgjengelige verktøy kan bli bedre. Dette gjelder TB og 7 forutsetninger blant annet.

3D-modeller og BIM er et eksempel på eksisterende teknologi som kan benyttes i større grad. 3D-modeller brukes en del i prosjekteringen, men de benyttes ikke i like stor grad i produksjonen. Dette skyldes at modellene ikke er ferdig nok til å benyttes som grunnlag for produksjonen. Modellene er ofte delvis ferdig, der noe av modellen er riktig og andre deler er feil. Dette kan skyldes at prosjekteringen foregår så tett opp mot produksjonen. I dag brukes BIM til en viss grad, men muligheten som bruken av BIM gir kan benyttes i større grad. BIM kan for eksempel brukes i produksjon for å hente ut informasjon. For å få til dette må basene og fagarbeiderne læres opp i bruken av dette verktøyet.

Når nye metoder og verktøy tas i bruk er det viktig å være tålmodig. Det er ikke alltid effekten blir synlig umiddelbart, så tålmodighet kan lønne seg

6.9.2 Fokus

Det er viktig at det fokuseres på sløsing i de ulike møteforumene. Dette gjelder spesielt møtene med bas, UE og innad i organisasjonen på byggeplassen. Alle på byggeplassen må ha fokus på sløsing i produksjonen.

Sløsing i produksjonen er ofte noe ledelsen er veldig bevisst på, det er ikke alltid at produksjonsapparatet har den samme bevisstheten rundt sløsing. Bevisstheten rundt sløsing i produksjons bør økes i hele organisasjonen, og spesielt for fagarbeidere og andre som jobber med produksjon.

6.9.3 Planlegging

Forbedringspotensialet er stort i forhold til planlegging. Når utfordringer oppstår tys det til brannslukking, istedenfor at det planlegges rundt utfordringene når de oppdages.

Planleggingen av prosjekteringen, produksjonen og logistikken på byggeplass burde bli bedre. Planleggingen bør ligge litt i forkant av produksjonen, slik at den ikke hindrer produksjonen. Skal forbedringspotensialet realiseres bør det planlegges og tilrettelegges for produksjon i alle faser, fra tidligfase til gjennomføringsfasen.

Prosjekteringen bør også ligge i forkant av produksjonen slik de utførende har tid til å planlegge og tilrettelegge for god produksjon. Ved å ha en prosjekteringsprosess som ligger i forkant av produksjonen er det også mulig å gi tilbakemelding på lite produksjonsvennlige løsninger. Her er det et forbedringspotensial.

Byggherren bør velge løsninger som er tilrettelagt for produksjon. Produktene som velges må være riktig i forhold til det bygget som skal føres opp. Det bør fokuseres på produksjonsvennlige løsninger under planleggingen av prosjektet. På den måten kan tid og penger spares.

Endringer tett opp mot produksjon bør også unngås, ettersom det skaper utfordringer for både prosjekteringen og produksjonen.

Bruken av de syv forutsetningene kan bli bedre i alle ledd i produksjonen. Alle forutsetningene må være på plass før arbeidet kan startes opp. I dag er det sjeldent at alt er på plass før produksjonen starter. Det er også viktig at produksjonen planlegges og utføres slik at de ulike fagene ikke hindrer hverandre.

Planleggingen av riggen kan også bli bedre. Det er viktig at riggen tilrettelegger for effektivt arbeid. Brakkerigg, materiallager, utstyrskonteinere og lignende bør være i gangavstand fra produksjonsstedet slik at det ikke går bort mye tid.

Prosjekter må få bakoverplanlegging ordentlig inn i ryggraden. Det bør det være ressurser tilgjengelig som kan fasilitere bakoverplanleggingen i prosjekter som har lite erfaring med denne metoden.

Basene må involveres tidligere i prosjektene. Det er mye erfaring og kunnskap om produksjon hos basene og fagarbeiderne. Denne kunnskapen bør benyttes i større grad. Ved å involvere basene og fagarbeiderne tidlig vil de føle en større tilhørighet til prosjektet. Involveres de i planleggingen vil de også få større eierskap til planene. Når de føler eierskap til planene vil de strekke seg lenger for å holde seg til planen. Dette gjøres til en viss grad i dag, men den ressursen fagarbeidere og basene utgjør kan benyttes i større grad.

Når produksjonen planlegges må det tilrettelegges for logistikken på byggeplassen. Det må være en plan for hvordan materialer, mannskap og utstyr skal komme seg til produksjonsstedet på en god måte.

6.9.4 Prosjekteringen

Prosjekteringen har også et forbedringspotensial. Produksjonen er avhengig av et godt arbeidsgrunnlag for å være effektiv. Prosjekteringen bør være godt i gang før produksjonen starter. Det er viktig at det er tid og mulighet til å gi tilbakemelding på feil i tegningene før de skal benyttes. For å få til det bør tegningene være på plass en mnd. før arbeidet skal starte. En tegningsleveranseplan kan brukes for å sørge for at tegningene kommer i tide.

Prosjekteringsleder må forstå viktigheten av prosjekterings rolle for produksjonen.

Produksjonen er også avhengig at av byggherren tar avgjørelser i godt tid før arbeidet starter, og ikke gjør endringer tett opp mot produksjonen. Byggherre må vite hva de ønsker å få ut av prosjektet.

Revisjonene av tegningene som brukes i produksjonen må være riktig. Brukes feil tegningsrevisjon kan det føre til feil i produksjonen. Må feilen rettes opp vil det føre til sløsing i både materialer og tid.

Bruken av prefabrikkerte elementer i produksjonen kan bli bedre. Ved å bruke prefabrikkerte elementer kan byggetiden reduseres, noe som fører til at risikoen for at hendelser hindrer produksjonen reduseres.

6.9.5 Kultur

Kulturen i selskapet er også viktig for å unngå sløsing. Det samme gjør holdningene og arbeidsmoralen til de enkelte arbeiderene. Det å gi positive tilbakemeldinger er viktig for å få opp arbeidsmoralen. Folk liker å høre at de gjør en god jobb. Det jobbes for å ha en prestasjonskultur, der alle skal bidra så godt de kan. Dette kan bli bedre.

6.9.6 Ressurser

Det må være nok ressurser tilgjengelig i mobiliseringsfasen. Dette er viktig for klargjøringen av det som er nødvendig for at produksjonen skal komme i gang. Forarbeidet før produksjonen starter som kan bli bedre.

Nok tid til å gjennomgå tilbud fra UE og leverandører er også viktig, for å finne det riktige tilbudet for prosjektet. Gode avtaler med UE og leverandører er viktig for å unngå at det brukes mer penger enn nødvendig.

6.9.7 Innkjøp

Det å få hjelp til innkjøp, slik at mengdene blir kontrollert, kan også være nyttig i forhold til sløsing. I dag gjøres dette kun på innkjøp av en spesiell karakter, eller på store innkjøp på større prosjekter.

Optimaliseringen av materialbestillingene kan bli bedre. Det er mulig å unngå at det bestilles for mye materialer ved å for eksempel bestille materialer i tre omganger pluss en rest gang. Frakt av materialer utgjør en kostnad som bør tas hensyn til.

6.9.8 Andre forbedringsmuligheter

En større forståelse av Lean tankegangen og prinsippene hos alle fra topplederne til mellomlederne vil bidra til mindre sløsing.

Bruken av rene fag burde bli bedre. Med rene fag menes at fagarbeiderne skal ha fri tilkomst til produksjonsområdet, og de skal ikke hindres av andre. Bruk av rene fag vil være fordelaktig med tanke på kvalitet, HMS og sløsing.

Fremskutt rigg kan brukes i større grad, spesielt på større prosjekter. På den måten kan gangtiden reduseres.

Kommunikasjonen mellom produksjonsapparatet og ledelsen i prosjektene kan bli bedre. Det er mye kunnskap og erfaring hos fagarbeiderne som kunne vært benyttet i større grad. Fagarbeiderne må involveres i planleggingen av arbeidene i større grad enn i dag.

Møtene kan være mer effektive. Møteagendaen bør holdes, for å unngå at det sløses med tiden til enkelte av møtedeltakerne.

For å redusere sløsing av materialer, kan det være en ide å innføre bonus i forhold til materialbruken. Ved å gi arbeideren et økonomisk insentiv til å ikke bruke mer materialer enn nødvendig, kan mengden materialer som ender som avfall reduseres. BIM kan brukes til å hente ut de eksakte mengdene.

Det bør gjøres en sluttevaluering av prosjektene, der fagarbeiderne deltar i evalueringen. Evalueringen bør ta for seg hva som gikk bra, hva som kunne vært gjort annerledes, og hvordan det neste prosjekt kan bli bedre. Kalkylene bør gjennomgås, for å se hva som kostet mer enn planlagt, og hvorfor.

6.10 Sammenhengen mellom sløsing og flyt

Alle intervjuobjektene var ening om at det er en sammenheng mellom sløsing og flyt. Flyten i produksjon knyttes spesielt opp mot sløsing med tid. Venting er for eksempel sløsing med tid. Alle aktiviteter som har en stoppfaktor i seg vil påvirke flyten. Hindringer i produksjonen fører til sløsing og dårlig flyt.

Sløsing sees på som årsaken til dårlig flyt i produksjon. Hindres produksjonen ved at for eksempel informasjon, materialer eller utstyr mangler, vil flyten oppleves som dårlig. Et annet eksempel er at mye sløsing i materialer fører til sløsing med tid, siden overskuddsmateriale må fraktes ut av bygget og kastes. Sløsing skaper merarbeid og bidrar til dårlig flyt. For å få god flyt i produksjonen må arbeidet være riktig utført til rett tid. Arbeidet må planlegges og planene må følges opp. Enkelte av de intervjuede knytter flyt opp mot realisering av planene. Hvis arbeidet ikke er planlagt, kan det ikke sies noe om flyten i arbeidet.

Elimineres hindringene i produksjon vil flyten i produksjon bli bedre. God flyt påvirker arbeidsmiljøet. Der flyten oppleves som god vil alle være fornøyde. De som arbeider på akkord tjener penger og lederne opplever produksjonen som effektiv.

Sløsing er direkte knyttet opp mot verdiskapingen, siden det som ikke skaper verdi kan defineres som sløsing. Godt flyt vil si at verdiskapingen er kontinuerlig, og det er en rytme i arbeidet som gjøres. Selv om flyten er god betyr ikke det at det ikke forekommer sløsing. Det kan for eksempel være god flyt i overproduksjon. Ved å reduseres sløsing kan flyten i produksjon bli vesentlig bedre.

7 Diskusjon

I dette kapittelet vil resultatene diskuteres ut i fra oppgavens formål, forskningsspørsmål og det teoretiske rammeverket. Det gjøres også noen egne betraktninger.

7.1 Forståelse av sløsing

I det teoretiske rammeverket er det ingen omforent forståelse av begrepet sløsing. Felles for de teoretiske definisjonene er at sløsing knyttes opp mot ikke-verdiskapende aktiviteter (Bølviken et al., 2014, Denzer et al., 2015). Sløsing som manglende verdi, kan dermed sees som en viktig del av den teoretiske forståelsen av begrepet. Det å skape verdi er en svært viktig del av produksjonen, ettersom hensikten med produksjon er å skape verdi for kunden (Koskela, 2000). Verdi skapes ved at kundens krav til produktet tilfredsstilles (Koskela, 2000). Det var få av intervjuobjektene som knyttes sløsing opp mot manglende verdiskaping eller ikke-verdiskapene aktiviteter.

De fleste av de intervjuede hadde en forståelse av sløsing som var mer rettet mot produksjonsprosessene. Sløsing ble sett på som ineffektiv ressursbruk, ineffektiv produksjon og manglende optimalisering. Denne forståelsen av sløsing stemmer bedre overens med Bølviken et al. (2014) sin definisjon av sløsing, enn sløsing definert som ikke-verdiskapende aktiviteter. I likhet med Bølviken et al. (2014) så intervjuobjektene på sløsing som unødvendig høyt forbruk av resurser for eksempel. I intervjuene ble det lagt stor vekt på sløsing med resurser som tid, materialer og mannskap.

De intervjuede skilte ikke mellom nødvendig og unødvendig sløsing, slik som det gjøres i teorien (Denzer et al., 2015). Enkelte av intervjuobjektene trakk frem ny kunnskap og teknologi som metoder for å redusere sløsing i produksjon. Dette kan tyde på at det er en bevissthet rundt det at det som er nødvendig sløsing i dag, ikke vil være nødvendig i fremtiden.

7.2 Forståelse av flyt

Det er ingen omforent forståelse av flyt i teorien, eller blant intervjuobjektene. Bruken av flytbegrepet i teorien er inkonsekvent. Begrepet flyt brukes om for eksempel arbeidsflyt, kontinuitet i aktiviteter eller fremdriften i prosjektet (Ballard, 2000, Kalsaas og Bølviken, 2010, Koskela, 1992). Flytbegrepet har imidlertid intuitive kvaliteter, som baseres på erfaringer og meninger (Kalsaas og Bølviken, 2010). Dette var noe som kom tydelig frem i intervjuene, der hver enkelt av intervjuobjektene hadde en egen forståelse av flyt. Det var likevel en rekke likhetstrekk i hvordan flytbegrepet ble forstått av de intervjuede. Intervjuobjektene assosierte flyt med kontinuitet, realisering av planer, handlingsrekkefølgen og fra været av hindringer. I teorien nevnes også tilføring av verdi (Kalsaas og Bølviken, 2010).

De intervjuede er enig om at det er flyt i produksjon. Generelt sett oppfatter intervjuobjektene flyt som noe positivt, og mangelen av flyt som noe negativt. I intervjuene ble flyten ofte omtalt som god eller dårlig. Der planleggingen tilrettela for en effektiv produksjon, uten hindringer, ble flyten oppfattet som god. En inndeling av flyt i arbeidsflyt og prosessflyt kan bidra til å synliggjøre hvordan produksjonen flyter (Kalsaas og Bølviken, 2010). Forståelsen av flyt som noe positivt er ikke i overenstemmelse med Koskelas (1992) definisjon av flyt.

Ettersom det mangler en omforent definisjon av flyt, og enkeltpersoners forståelse av begrepet farges av egne erfaringer og meninger, er det utfordrende å måle flyten i produksjon. Eventuelle målinger som gjøres vil farges av begrepsforståelsen til den som tolker resultatet. Opplevelsen av flyt i produksjon vil dermed være individuell, ettersom forståelsen av flytbegrepet er individuell.

7.3 Kategorier av sløsing

De eksisterer flere forskjellige kategoriseringer av sløsing i produksjon. Ohnos klassiske liste og Bølviken et al. sin klassifisering av sløsing er eksempler på en slik kategorisering (Bølviken et al., 2014, Ohno, 1988). Ohnos liste fra 1988 har syv kategorier med sløsing. Bølviken et al. sitt klassifiseringssystem fra 2014 har 14 forskjellige kategorier av sløsing, fordelt på materialtap, tapt tid og verditap.

Sløsing med tid og sløsing med materialer var en del av kategoriseringen til samtlige av de intervjuede. Enkelte av intervjuobjektene inkluderer også sløsing med mannskap og andre ressurser i sin kategorisering. Intervjuobjektene har en mye grovere inndeling av sløsing, enn teorien. I produksjon regnes venting som sløsing med tid, og defekter kan sees på som en potensiell årsak til sløsing med materialer og tid. Denne kategoriseringen har flere likhetstrekk med det TFV-baserte klassifiseringssystemet. Verdiperspektivet manglet imidlertid fra intervjuobjektene kategorisering av sløsing. Dette var det også tendenser til under forståelsen av sløsing, ettersom det kun var to av ti som nevnte verdi som en del sin forståelse av begrepet sløsing.

Det var en av intervjuobjektene som hadde en inndeling av sløsing som skiller seg fra kategoriseringen av sløsing til resten av de intervjuede og teorien. Sløsing ble delt inn i to hovedkategorien, sløsing i interne prosesser og sløsing i verdikjeden.

I Ohnos liste kan de syv kategoriene være et resultat av sløsing i interne prosesser og/eller sløsing i verdikjeden. Sløsing som følge av overproduksjon, defekter, flytting av materialer, prosessering og bevegelse er sløsing i de interne prosessene. Sløsing som følge av inventar og venting kan være et resultat av både interne prosesser og verdikjeden.

Ut fra TFV-modellen kan materialtap sees på som et resultat av de interne prosessene. Tapt tid og tapt verdi kan både skyldes verdikjeden og de interne prosessene. Sløsing i de interne prosessene kan håndteres gjennom optimalisering av produksjonen og andre prosesser. Dette er noe prosjektene og organisasjonen selv kan forbedre. Sløsing i verdikjeden styres i mye større grad av eksterne forhold. Det påstås at denne formen for sløsing har størst virkning på flyten i produksjon, ettersom det er her mye av hindringene oppstår.

Sløsing sett fra flytperspektivet i TFV-modellen, deles inn i syv kategorier (Bølviken et al., 2014). Unødvendig flytting av mennesker og unødvendig transport av materialer kan i utgangspunktet sees som sløsing i interne prosesser. Rot-årsaken til unødvendig flytting av materialer og mennesker kan være eksterne forhold, som produksjonen har liten eller ingen kontroll over.

7.4 Making-do

Making-do trekkes frem som en av de viktigste formene for sløsing i bygg og anleggsproduksjon, og sees på som den åttende kategorien for sløsing i Ohnos liste (Koskela, 2004). Andre former for sløsing, som for eksempel tapt tid, verditap og materialsløsing, kan skyldes en situasjon med making-do (Bølviken et al., 2014).

Det var ikke enighet blant intervjuobjektene om forekomsten av making-do. Enkelte hevdet av en situasjon med making-do skjedde hver 14. dag, andre mente at det skjedde hver dag. Argumentasjonen for at det va en minimal forekomst av manking-do var at alle hindringer skal fjernes før aktiviteten gjennomføres. Fjernes alle hindringer før produksjonen starter, skal det ikke være behov for å ty til making-do.

Det skjer imidlertid utforutsette hendelser i produksjon. De uforutsette hendelsene kan skyldes interne eller eksterne forhold som det kan være utfordrerne å forutse. En bilulykke kan for eksempel hindre leveransen av betong fra blandeverket. Dette er ikke noe det kan planlegges for, men det kan skje, og hvis det skjer kan det få konsekvenser for produksjonen. Intervjuobjektene var klar over, og enig om, at uforutsette hendelser forstyrret produksjonen.

I intervjuene kom det frem at i en situasjon der produksjonen ble hindret av en uforutsett hendelse, så byttes aktivitet for å holde arbeiderne i aktivitet. Dette stemmer godt overens med funnene om at making-do var utbredt blant tømrere (Kalsaas, 2010). I teorien omtales dette som effektivitetssyndromet. Ønsket om en høy utnyttelsesgrad av ressurser, som for eksempel mannskap, er en årsak til making-do (Koskela, 2004).

Manking-do sees som et rasjonelt og fornuftig valg. Dette er noe som kommer frem i intervjuene, og støttes av teorien (Bølviken et al., 2014). Det arbeidet som gjennomføres i en making-do situasjon skal gjennomføres på ett eller annet tidspunkt. De intervjuede så dermed

ikke på making-do som en vesentlig ulempe i produksjonen. Det er en oppfatning om at making-do kun fører til tapt tid.

Hindres produksjonen, og det må byttes aktivitet, kan bruk av bufferaktiviteter redusere de negative effektene av making-do. Brukes buffer aktiviteter sørges det i det minste for at aktiviteten som startes opp er klar til gjennomføring. Bufferaktiviteten skal ikke skape ulemper for andre fag senere. Riktig rekkefølge på aktivitetene er viktig for å unngå omarbeid for eksempel. Skanska benytter bufferaktiviteter som en del av sin ukentlige arbeidsplan.

Making-do kan brukes som en strategi for å håndtere konsekvensene av manglende tilfredsstillende av forutsetninger for produksjon (Bølviken et al., 2014). Ut fra resultatene ser det ikke ut til at making-do brukes som en bevist strategi i produksjon. Bruken av bufferaktiviteter kan sees som et tiltak for å redusere konsekvensen av situasjoner der making-do forekommer. Selv om bufferaktiviteter kan redusere de negative effektene av making-do, er det viktig å være oppmerksom på at denne løsningen også har noen negative effekter. Bruk av buffere kan være med på å skjule variabilitet i produksjon, og dens bakenforliggende årsaker (Bølviken et al., 2014).

Det er viktig å være klar over at making-do også har negative virkninger (Bølviken et al., 2014). Selv om det ikke var enighet blant de intervjuede om forekomsten av making-do-situasjoner i produksjon, så bør forekomsten av making-do situasjoner reduseres. For å få til dette må det tas tak i de bakenforliggende årsakene til at en making-do-situasjon oppstår (Bølviken et al., 2014).

7.5 Sløsing og kvalitet

Det var ikke enighet blant intervjuobjektene om sløsing i produksjon påvirket kvaliteten på arbeidet som utføres. Enkelte mente at de ikke var noen sammenheng. Andre mente at det var en direkte sammenheng mellom sløsing og kvaliteten på arbeidet som utførtes.

Manglende kvalitet i produksjon regnes som tapt verdi (Bølviken et al., 2014). I tillegg til at manglende kvalitet fører til tapt verdi, kan det også føre til tapt tid og materialsøsing vis arbeidet må gjøres om igjen. ”Oppgavereduksjon” kan også sees som manglende kvalitet i produktet og fører til tapt verdi (Bølviken et al., 2014).

Feil i produksjon kan sees som en naturlig del i bygg og anleggsproduksjon (Koskela, 2000). Feil i produksjonen, som må rettes opp, vil føre til sløsing (Koskela, 2004). Der feilen er av slik grad at den må rettes opp, kan kvaliteten på arbeidet sees som utilfredsstillende. Dermed kan det sies at sløsing er et direkte resultat av kvaliteten på arbeidet, i en slik situasjon. Koskela (2004) hevder at dårlig kvalitet på arbeidet kan være en konsekvens av making-do. Det at ikke alle intervjuobjektene ser den sammenhengen mellom sløsing og kvalitet, kan tyde på at de ikke har nok kunnskap om konsekvensene av feil i produksjon og sløsing.

Enkelte av de intervjuede mener at sløsing med tid indirekte kan påvirke kvaliteten på arbeidet. Sløsing med tid kan føre til økt tidspress på arbeiderne, noe som igjen kan påvirke kvaliteten på arbeidet som utføres. Frigjøres mer av tiden til funksjonærene, slik at de kan ha en tettere oppfølging av produksjon, mener enkelte at det kan ha en positiv effekt på kvaliteten på arbeidet som utføres.

7.6 Mengder sløsing

7.6.1 Tid

Det er gjort flere studier som måler uproduktiv tid, eller sløsing med tiden til en fagarbeider i produksjon (Josephson og Saukkoriipi, 2005, Kalsaas, 2010, Thune-Holm og Johansen, 2006). Undersøkelsene definerer sløsing ulikt og bruker ulike metoder for å registrere tapt tid. Dette gjør det utfordrende å sammenligne resultatene.

I studien til Thune-Holm og Johansen (2006) har de definert produktiv tid og indirekte tid, tapt tid er ikke definert. Ut fra definisjonen på produktiv tid og indirekte tid kan sløsing med tid forstås som all tid som brukes på unødvendige aktiviteter. Definisjonen direkte og indirekte tid i Thune-Holm og Johansens studie (2006) likner på Josephson and Saukkoriipis (2005) definisjoner direkte arbeid og forberedelser .

Omarbeid, venting, ikke utnyttet tid, avbrytelser, ikke nødvendig personlig tid og annet kan regnes som ren sløsing (Josephson og Saukkoriipi, 2005, Kalsaas, 2010). Venting er inkludert i indirekte tid i måleskjemaet til Skaknas produktivitetmåling (Thune-Holm og Johansen, 2006). Venting er ikke en nødvendig aktivitet, men en konsekvens av manglende tilfredsstillende av forutsetninger for produksjon. Ut fra Thune-Holm og Johansen (2006) sin definisjon av direkte og indirekte tid bør ikke venting inkluderes i indirekte tid.

Anslått sløsing med arbeidstiden til funksjonærene var på ca. 15 %. Anslaget over sløsing med tid for funksjonærer, er svært usikkert ettersom det kun var et fåtall av intervjuobjektene som gav et anslag over dette. Anslaget ligger imidlertid i nærheten av resultatene fra studien som viste at sløsing med funksjonærens tid på 17,7 %, noe som tyder på at anslaget kan være godt (Josephson og Saukkoriipi, 2005).

I tabellen under samles resultatene fra studiene som presenteres i det teoretiske rammeverket og resultatene fra intervjuene. Resultatene fra studien utført av Thune-Holm og Johansen (2006) inkluderes ikke i tabellen, ettersom resultatene fra målingen i studien ikke var sammenlignbar med hverandre.

Tabell 15 Andel tapt arbeidstid fra teoretisk rammeverk og resultater.

Tapt tid i %	Målemetode	Kilde
33,4 %	Direkte observasjon av arbeid, av trente observatører	(Josephson og Saukkoriipi, 2005)
4,7 %	Basene registrerer det de oppfatter som tapt tid, i eget arbeidslag	(Kalsaas, 2010)
17 %	Klokkestudie, utført i liten skala på ett norsk prosjekt	(Kalsaas, 2010)
	Frekvensstudie på seks ulike prosjekter	(Thune-Holm og Johansen, 2006)
24 %	Gjennomsnitt av antagelser gjort av 10 intervjuobjekter	Egne undersøkelser

Basene anslo at ca. 17 % av arbeidstiden i et prosjekt gikk bort til sløsing. Funksjonærene anslo at 25 % av tiden gikk bort til sløsing. Antakelsene som ble gjort av intervjuobjektene, har høy usikkerhet i forhold til riktigheten av tallene. Resultatet baserer seg på hvordan de ulike intervjuobjektene oppfatter sløsing med tid. De intervjuede har flere år med erfaring fra produksjon, noe som gjør at de skal kunne gjøre antakelser som har en viss grad av riktighet. Antakelsene til basene er vesentlig høyere enn de 4,7 % som ble registrert i studien til Kalsaas (2010). Anslagene gitt av intervjuobjektene ligger nærmere det høyeste målte resultatet på 33,4 %, enn det laveste på 4,7 %. Ut fra dette er det tydelig at det er behov for ytterligere undersøkelse av tapt tid, med sammenlignbare målemetoder og målinger.

7.6.2 Materialer

Det er gjort flere undersøkelser av mengden med materialsøsing (Bossink og Brouwers, 1996, Josephson og Saukkoriipi, 2007). Intervjuobjektene mente at mengden med sløsing varierer for de ulike typene materialer. Dette bekreftes i det teoretiske rammeverket (Bossink og Brouwers, 1996, Josephson og Saukkoriipi, 2007).

I gjennomsnitt hadde de intervjuede en oppfattelse av at ca. 11 % av materialforbruket var et resultat av sløsing. Resultatet fra intervjuene er i overensstemmelse med Bossink og Brouwers undersøkelse fra 1996 som viser at 9 % av innkjøpt materiale ender opp som avfall.

De intervjuede hadde litt ulik oppfatning av hvor mye av materialforbruket som gikk bort til sløsing. Det høyeste anslaget var på 20 % og det laveste anslaget var på 3 %. Dette viser også andre undersøkelser (Josephson og Saukkoriipi, 2005). Det presiseres ikke om det kun er fagarbeidere som har deltatt i undersøkelsen, eller om andre arbeider som for eksempel funksjonerer også var en del av den. Basene som deltok på intervjuene anslo at 10 % av materialforbruket var et resultat av sløsing. Dette er i overensstemmelse med resultatene fra Josephson og Saukkoriipis undersøkelser (2005). Produksjonslederens gjennomsnittlige

anslag av sløsing, på i materialforbruker 13,3 %, ligge høyere enn det Josephson og Saukkoriipi undersøkelser viser. Prosjektlederens gjennomsnittlige anslag på 4,8 % ligger i det nedre siktet av det Josephson og Saukkoriipi undersøkelser fra 2005 viser.

7.7 Kostnaden av sløsing

Det var ikke enighet blant intervjuobjektene om hvor stor andel av prosjektkostnadene som var et resultat av sløsing. Det laveste anslaget var på 0,5 % av prosjektkostnadene, det høyeste anslaget var på 30 %. I gjennomsnitt gav de 7 som ble spurt om dette, et anslag på 6,2 %. Undersøkelser gjort i Sverige viser at så mye som 30 - 35 % av produksjonskostnaden kan være et resultat av sløsing (Josephson og Saukkoriipi, 2005). Intervjuobjektene anslag ligger veldig lavt i forhold til resultatet fra denne undersøkelsen.

Som det ble poengtert i ett av intervjuene, så vil anslaget over sløsing være avhengig av hvordan sløsing defineres. Hvor mye det er mulig å redusere prosjektkostnaden er også avhengig av hvilke grep som tas. Enkelte mente at det er mulig å redusere prosjektkostnaden med 20-30 % hvis det gjøres små grep. Større endringer i prosjektene, organiseringen av disse og produksjonsprosessen kan reduserende prosjektkostnaden vesentlig.

Uansett om sløsing i prosjektkostnaden utgjør 0,5 % eller 35 %, så er det snakk om store summer. I en bransje som omsetter for ca. 455 mrd. kr i løpet av et år, vil en kostnadsreduksjon på 0,5 % utgjør ca. 2,3 mrd. kr (Statistisk Sentralbyrå, 2015). Andelen av prosjektkostnaden som er et resultat av sløsing, bør reduseres så langt det lar seg gjøre. På lang sikt kan det være mulig å halvere produksjonskostnaden, hvis det tas grep (Josephson og Björkman, 2011). En måte å få til dette på er å redusere mengden sløsing med tid og materialer.

Det hevdes i resultatene at timeverkskostnadene i produksjon er som regel høyere enn materialkostnadene. Resultatene fra intervjuene viser også at det sløses mer med tid enn det gjør med materialer. I utgangspunktet bør det derfor fokuseres på å redusere mengden med tapt tid i produksjon, ettersom sløsing med tid utgjør den største kostnaden.

7.8 Årsaker til sløsing

Skal sløsing i produksjon reduseres, er det essensielt å vite hvorfor det sløses. Det er noen bakenforliggende årsaker som fører til at det sløses i produksjonen. Årsakssystemet til sløsing er kompleks og en form for sløsing kan være den bakenforliggende årsaken til en annen form for sløsing (Formoso et al., 2015, Josephson og Björkman, 2011, Koskela, 2000). Både i teorien og i intervjuene kommer mange mulige årsaker til sløsing frem.

7.8.1 Mål

Enkelte av de intervjuede hevder at mangelen av et klart mål å jobbe mot, er hovedårsaken til sløsing. Dette er ikke en påstand som underbygges i det teoretiske rammeverket. Likevel kan det argumenteres for at manglende målsetting eller feil mål i produksjon kan være en årsak til sløsing. Sett ut fra et verdiperspektiv vil sløsing være alt som ikke skaper verdi for kunden. Mangler en klar målsetting og forståelse av hvilke behov som skal tilfredsstilles med produktet, vil det være svært utfordrende å skape verdi for kunden. Det må jobbes aktivt for å avdekke kundens behov, og sette mål for produktet ut i fra disse behovene. Mangelfulle produktspesifikasjoner trekkes frem som en årsak til sløsing (Formoso et al., 1999).

7.8.2 Planlegging

I teorien sees planlegging som en ikke-verdiskapende, men nødvendig aktivitet (Denzer et al., 2015, Koskela, 2000). Planlegging av arbeidet utgjør en betydelig del av arbeidstiden til en bygningsarbeider (Josephson og Saukkoriipi, 2005).

Manglende eller mangelfull planlegging var den årsaken til sløsing som ble størst vektlagt av de fleste intervjuobjektene. Teorien peker også på manglende planlegging som en årsak til sløsing (Formoso et al., 1999). Manglende eller mangelfull planlegging av produksjonen kan føre til making-do, sløsing med tid og sløsing med materialer for eksempel. Feil i planene eller mangelfulle planer vil være direkte til hinder for produksjon og kan også føre til feilproduksjon (Koskela, 2004). Avdekkes ikke feilen tidlig nok, kan den enten oppdages når produksjonen starter, eller den bygges inn i bygget.

7.8.3 Logistikk

Logistikken på byggeplassen er en viktig del av planleggingsarbeidet. Resultatene fra intervjuene viser at manglende eller mangelfull planlegging av logistikken kan være en årsak til at det sløses med tid, materialer og andre ressurser. Dette understøttes av litteraturen (Formoso et al., 1999).

Det må tilrettelegges for en effektiv produksjon, ved å ha materialer, utstyr, brakkerigger og annet så nærme produksjonsstedet som mulig. Riktig mengde materialer skal være på rett sted, til rett tid. Dette kan være utfordrende å få til, spesielt i tettbygde strøk, der plassmangel på byggeplassen kan være en utfordring.

7.8.4 Ansvar

Uklare ansvarsforhold mellomaktørene som deltar i prosjektet, sees på som en årsak til sløsing av de intervjuede. Uklare ansvarsforhold mellom grensesnittene i prosjektet, sees som et strukturproblem i litteraturen (Josephson og Björkman, 2011). For mange grensesnitt, ved at oppgavene deles inn i deloppgaver som utføres av ulike aktører, vil bidra til sløsing (Koskela, 2000). Uklare grensesnitt kan forbedres ved å sørge for at kommunikasjonen mellom aktørene er god (Østby-Deglum et al., 2013).

Den helhetlige forståelse av prosessene som foregår i prosjektene kan være mangelfull. Dette kan føre til suboptimalisering av arbeidet og sløsing. Den manglende helhetsforståelsen av produksjonen, kan være resultat av et holistisk syn på produksjonen (Josephson og Björkman, 2011).

Flere av intervjuobjektene påpekte at fagarbeideren ikke har noe ansvar for materialforbruket. Det forventes ikke at fagarbeideren skal ha forståelse for eller eierskap til økonomien i prosjektene. Enkelte av de intervjuede mente at det manglende ansvaret førte til at materialforbruket var høyere enn nødvendig. Fagarbeiderne selv mente at de gjorde så godt de kunne i forhold til utnyttelsen av materialene.

De fleste av fagarbeiderne jobber på akkord. Akkordarbeid er et økonomisk insentiv for å jobbe effektivt. Akkordarbeid ble nevnt som en mulig årsak til sløsing i produksjon av flere av de intervjuede. Selv om akkordarbeid er et insentiv for å arbeide effektivt, kan det virke mot sin hensikt. Det er ikke alltid at fagarbeideren ser at arbeidet de utfører skaper hindringer for fag som skal inn senere. Dette underbygger at et holistisk syn er en medvirkende årsak til sløsing (Josephson og Björkman, 2011). Det å se nytten og verdien i alle prosessene i produksjon er en stor utfordring.

7.8.5 Forutsetninger

De syv forutsetningene for sunne aktiviteter skal sørge for at realiseringa av aktiviteter ikke hindres, som følge av fraværet til en eller flere av disse forutsetningene (Koskela, 2000). Manglende tilfredstillelse av forutsetningen for produksjon, trekkes frem som en årsak til sløsing i produksjon av intervjuobjektene. Skanska bruker de syv forutsetningene for sunne aktiviteter i sine prosjekter.

Selv om forutsetningene er tilstede kan sløsing likevel forekomme. Kvaliteten på innsatsfaktorene vil påvirke forekomsten av sløsing i produksjon. Selv om informasjonene er tilstede og tilgjengelig for de som har behov for den, må den være forståelig for de som skal bruke den. Det er for eksempel lite hjelp i en tegning, hvis tegningen ikke er forståelig for den som skal bruke den, eller den ikke har de målene trengs. Kalsaas (2010) nevner mangelfulle tegninger som en mulig årsak til sløsing med tid.

Mye av tilretteleggingsarbeidet for produksjonen skjer i de forberedende fasene som i prosjekteringen og planleggingen. I følge Formoso et al. (1999) oppstår mye av sløsing i disse prosessene. Derfor kan det være lønnsomt å legge inn en ekstra innsats i tidligfasen der mye av grunnlaget for en effektiv produksjon legges. I flere av intervjuene trekkes også prosjekteringsprosessen frem som en medvirkende årsak til at det sløses i produksjon. Prosjekteringen foregår tett opp mot produksjonen, noe som gjør det utfordrende å få tid til å gjennomgå og kvalitets sikre arbeidsgrunnlaget.

Enkelte av de intervjuede nevnte tidspress som en mulig årsak til sløsing. Tidspress blant funksjonærene ble nevnt som en mulig årsak for manglende tilfredsstillelse av forutsetningene for produksjon.

7.8.6 Innkjøp

Innkjøpsprosessen kan være en bakenforliggende årsak til sløsing i produksjon.

Bossink og Brouwers (1996) trekker frem innkjøpsprosessen som en årsak til sløsing med materialer. Dette er noe som også kom frem under intervjuene. Feilbestillinger og bestilling av feil mengde materialer kan føre til sløsing.

Bestilles for mye eller for lite materialer kan det også påvirke sløsing med tid. For lite materialer kan hindre fremdriften i produksjonen, for mye materialer kan være til hinder for produksjon. For lite materialer kan også føre til en making-do situasjon (Koskela, 2004).

7.8.7 Lagring

Lagringsforholdene til materialer og utstyr, ble nevnt som en mulig årsak til sløsing i intervjuene. Dette trekkes også frem i teorien som en mulig årsak til sløsing (Formoso et al., 1999). Ødelagte materialer må fjernes fra byggeplassen og deponeres. Dette krever ressurser og tid (Josephson og Saukkoriipi, 2005). Materialsøsing kan dermed være en årsak til sløsing med tid.

7.8.8 Holdninger og verdier

Holdningene, verdiene og arbeidsmoralen til fagarbeiderne, funksjonæren, og ledelsen i prosjektene og selskapet ble trukket frem som en årsak til sløsing av de intervjuede. Kulturen i prosjektene og selskapet ble også nevnt som en årsak til sløsing med tid. Kultur trekkes frem som en bakenforliggende årsak til sløsing i produksjon i teorien (Josephson og Björkman, 2011). Med kultur menes holdningene og verdiene til grupper med mennesker (Josephson og Björkman, 2011).

I intervjuene ble også enkeltpersoners påvirkningsmulighet i forhold til fremdriften i produksjon og sløsing med materialer vektlagt. I teorien ble holdningene og verdien til grupper og gruppedynamikken vektlagt som årsaker til sløsing (Josephson og Björkman, 2011). Enkeltpersoners holdninger og verdier kan virke inn på gruppedynamikken, og dermed også påvirke kulturen i gruppa. Er det en ”unnasluntrere” i et arbeidslag, kan det virke demotiverende for resten av arbeidslaget.

Manglende vilje til å ta i bruk ny teknologi og kunnskap kan også være en årsak til sløsing, i følge intervjuobjektene. Dette er en del av sløsing som følge av kulturen (Josephson og Björkman, 2011). Det samme gjelder den manglende viljen til nytenking.

7.8.9 Bemanning

I intervjuene ble feil bemanning nevnt som en mulig årsak til sløsing. Med dette mente de mengden mannskap var feil eller at bemanningen hadde feil kompetanse. Dette stemmer godt

overens med teorien, der manglende eller mangelfull kompetanse omtales som en årsak til sløsing (Josephson og Björkman, 2011). Manglende kunnskap om materialutnyttelse ble trukket frem som en årsak til sløsing av enkelte intervjuobjekter. Manglende kompetanse hos andre aktører og roller i prosjektene kan også være en årsak til sløsing. Manglende kunnskap, kan i tillegg til material sløsing, bidra til sløsing med tid, verdi og andre ressurser (Josephson og Björkman, 2011).

I det teoretiske rammeverket nevnes ikke over- eller underbemanningen som en årsak til sløsing. Bemanningen er imidlertid en ressurs som forbrukes i produksjon. Overbemanning vil være unødvendig ressursbruk, og kan derfor sees som sløsing ut fra Bølviken et al. sin definisjon (2014). Underbemanning i prosjektene, fører til et større arbeidspress på hver enkelt av arbeideren. Er arbeidspresset stort over tid, kan det ifølge intervjuobjektene, føre til sykemeldinger. Sykemeldte arbeidere er en ubenyttet ressurs, som for eksempel skal ha sykepengen, tillegg til at de ikke bidrar til verdiskapingen. Kostnaden knyttet opp mot det å ha sykemeldte arbeidere, vil regnes som sløsing ut fra Bølviken et al. sin definisjon (2014). Josephson og Saukkoriipi (2011) regner også arbeidsrelaterte skader og sykdom, som sløsing.

Havner produksjonen på etterskudd, og prosjektet ønsker å ta igjen den tapte tiden, er overtid en mulig metode for å få til dette. Flere av intervjuobjektene påpekte at overtid kan sees på som sløsing, ettersom det må brukes mer ressurser og tid på å utføre det planlagte arbeidet. Manglende eller mangelfull planlegging trekkes frem som en mulig årsak til at fremdriften forsinkes av de intervjuede. Ett underbemannet prosjekt kan være et resultat av planleggingen av produksjon.

7.8.10 Andre årsaker

Mangelfull kommunikasjon trekkes frem som en årsak til sløsing i produksjon av intervjuobjektene. Dette nevnes også i teorien som en årsak til sløsing i produksjon, som kan skyldes strukturen til produksjonssystemet (Josephson og Björkman, 2011). Viktigheten av de ulike aktivitetene som gjennomføres må kommuniseres til alle aktørene. Manglende forståelse av helhetsbildet i produksjon, fører til sløsing (Josephson og Björkman, 2011).

Manglende fokus på sløsing i tidligfasen kan også være en årsak til sløsing. Dette er ledernes ansvar å sørge for. Lederskap trekkes frem som en årsak til sløsing i teorien (Josephson og Björkman, 2011). Godt lederskap vil si at lederen har stor innvirkning på gruppekulturen. God lederskap og fokus på sløsing i produksjon kan dermed være med på å redusere sløsing.

Møter trekkes også frem som en årsak til sløsing, både i intervjuene og i teorien. Flere av de intervjuede føler at det går med mye tid til møter, der møteagendaen ikke holdes. Dette viser også undersøkelser gjort av Josephson og Saukkoriipi (2005).

Størrelsen på prosjektene påvirker forekomsten av sløsing, i følge flere av de intervjuede. Det er ikke noe i det teoretiske rammeverket som underbygger denne påstanden. Større prosjekter

er imidlertid mer komplekse enn små, noe som blant annet gjør de mer utfordrende å planlegge. Sannsynligheten for at planene er mangelfull, eller at forutsetninger ikke tilfredsstilles kan derfor være større i store prosjekter. Oppfølgingsarbeidet til funksjonærene vil ofte være mer omfattende i store prosjekter, noe som øke sannsynligheten for at feil i arbeidsgrunnlaget ikke fanges opp.

Både i intervjuene og i det teoretiske rammeverket trekkes endringer frem som en mulig årsak til sløsing. I følge Bossink og Brouwers (1996) kan endringer i den prosjekterte løsningen føre til sløsing med materialer. I følge de intervjuede kan endringer i bemanning være en årsak til sløsing, i tillegg til ending i den prosjekterte løsningen. Hvis endringen fører til at arbeid må gjøres på nytt, vil det også føre til sløsing med tid i tillegg til sløsing med materialer.

Suboptimalisering av arbeidet, på grunn av kontrakten ble også nevnt som en mulig årsak til sløsing i intervjuene. I teorien nevnes feil og mangler i kontraktene som en mulig årsak til sløsing (Bossink og Brouwers, 1996). Sen kontraktinngåelse kan også være en mulig årsak til sløsing i følge Koskela (2000). Derfor bør det tas hensyn til den helhetlige produksjonsprosessen når det inngås kontrakter med UE og leverandører, for å unngå suboptimalisering.

Enkelte intervjuobjekter mener at det brukes for mye tid på arbeid som ikke er nødvendig. I teorien regnes omarbeid, venting, avbrytelse og ikke-nødvendig personlig tid som ikke-nødvendig sløsing (Josephson og Saukkoriipi, 2005). I intervjuene ble oppfølging av UE, registrering og oppfølging av feil og avvik nevnt som unødvendige aktiviteter. Selve registreringen og oppfølgingen av feil og avvik kan være nødvendig, men de er et resultat av feil i produksjoner. Feil i produksjon regnes som ikke-nødvendig sløsing, men defekter regnes som en del av den iboende naturen til produksjon (Koskela, 2000).

Lover og forskrifter trekkes også frem som en årsak til sløsing i produksjon i resultatene. Myndighetskrav, som dokumentering og innhenting av tillatelser nevnes som eksempler på sløsing som følge av lover og regler. Josephson og Saukkoriipi (2011), ser på dokumentasjon som en del av sløsingen i hovedgruppen systemer og strukturer. Lover og forskrifter kan sees på som en del av den rammen som regulerer bygg og anleggsprosjekter (Koskela, 1992, Koskela, 2000). Dermed kan sløsing som følge av lover og forskrifter kan sees som sløsing som følge av de systemene og strukturene som byggeprosjektene opererer innenfor.

7.9 Dagens praksis i Skanska

Skanska bruker flere verktøy og metoder for å håndtere sløsing i produksjon, i følge intervjuobjektene.

Kontinuerlige forbedringer satt i system er en viktig del av arbeidet for å redusere sløsing i Skanska. Til dette brukes blant annet Skanska egen utgave av Plan-Do-Check-Act hjulet, forbedringshjulet i Skanska. Utgangspunktet for bruken av denne metoden er ønsket om å vite om de tiltakene som iverksettes har den ønskede virkingen.

I Skanska er trimmet bygging, TB, små forbedringer satt i system. Over tid kan bruk av enkle metoder og verktøy gi store konkurransefortrinn (Moore, 2007). Trimmet bygging er en av metodene som Skanska bruker for å håndtere sløsing i produksjon. Bruk av TB metoder og verktøy kan bidra til mindre sløsing i produksjon (Bertelsen, 2003).

TB i Skanska har en rekke likhetstrekk med LPS, med noen unntak. Planstrukturen til Skanska er relativt lik planstrukturen fra LPS. I stedet for den ukentlige arbeidsplanen, har Skanska en 3-ukersplan, som revideres hver uke. I likhet med LPS, brukes PPU for å måle planoppgjøret i prosjektene. Planlegging er noe av det viktigste som gjøres for å håndtere sløsing i produksjon, ifølge intervjuobjektene.

Bruken av metoder fra LPS, for å få sunne aktiviteter ut i produksjon, ble også nevnt som en metode for å redusere sløsing i produksjon av de intervjuede. De syv forutsetningene for sunn produksjon, brukes for å sørge for at forutsetningene for gjennomføringen av planlagte aktiviteter er tilstede. Bufferjobber brukes også, for å unngå lediggang blant fagarbeiderne. Det er viktig å være oppmerksom på at bruken av bufferaktiviteter fører til at en form for sløsing erstattes med en annen (Bølviken et al., 2014). Når bufferaktiviteter brukes erstattes for eksempel venting med inventar.

Rotårsaksanalyse brukes for å finne den bakenforliggende årsaken til at aktiviteter ikke blir gjennomført som planlagt. Rotårsaksanalyse er en viktig del av LPS (Ballard, 2000). Rotårsaksanalyse benyttes i ganske liten grad i Skanska. En grunn til at dette er at årsaksgranskingen kan oppleves som svært ubehagelig for de involverte aktørene. For å kunne forbedre planleggingsarbeidet må årsaken til at planene ikke gjennomføres som planlagt klargjøres. En rotårsaksanalyse som for eksempel 5 Why, som beskrives i kapittel 5.8.7, bør derfor benyttes, selv om prosessen kan oppleves som ubehagelig for de involverte. Det er viktig å ta tak i årsaken, for å unngå en høyere grad av sløsing i produksjonen (Bølviken et al., 2014).

Bakoverplanlegging brukes til planleggingen av faseplanene, i Skanska. Denne metoden er godt egnet til planlegging av fasene (Østby-Deglum et al., 2013). Enkelte intervjuobjekter mente at metoden kan brukes til å optimalisere materialleveransene. Feil i materialleveransene eller manglende leveranser kan være en årsak til sløsing (Bossink og Brouwers, 1996). I likhet med rotårsaksanalysen kan bakoverplanlegging oppleves som ubehagelig for de involverte. Ofte oppdages det at produksjonen burde ha startet, hvis den skal bli ferdig til fristen. Det er likevel bedre å oppdage dette tidlig i prosjektet, enn mot slutten.

Tillit og samarbeid er en sentral del av TB (Bertelsen, 2003). Møtestrukturen til Skanska kan bidra til tillit og godt samarbeid mellom aktørene i prosjektet. Møtene kan også bedre samhandlingen og kommunikasjonen mellom de involverte i prosjektet. Møter kan også være til frustrasjon for deltakerne, noe som kom tydelig frem under intervjuene. Det er viktig at møtene holder seg til møteagendaen, for å unngå at det sløses med tiden til deltakerne.

Skanska har en egen BIM-manual, og BIM brukes blant annet til å hente ut mengder med materialer. Bruk av åpen BIM kan brukes til informasjonsdeling mellom aktørene. Manglende synkronisering mellom programvarer kan føre til sløsing som følge av strukturen til systemene (Josephson og Björkman, 2011). Åpen BIM kan fjerne dette problemet. Forekomsten av feil i tegningsunderlaget kan også reduseres eller fjernes ved bruk av åpen BIM (Norsk-Teknologi, 2010). Dette kan bidra til mindre sløsing.

Skanska bruker også en rekke metoder og verktøy som ikke dekkes i det teoretiske rammeverket. Dette gjelder erfaringsbaserte tiltak mot sløsing, akkordarbeid, fremskutt rigg og riggmann. De erfaringsbaserte tiltakene kan ha en god effekt på sløsingen, men det er viktig å kontrollere om tiltakene har ønsket effekt. Det kan gjøres ved bruk av PDCA-hjulet. Akkordarbeid kan være et godt tiltak mot sløsing, men det kan også virke mot sin hensikt. Produksjonen kan suboptimaliseres, hvis arbeiderne ikke tar hensyn til de andre fagene som skal inn i produksjonen. Det er viktig at arbeideren har en god forståelse av helheten i produksjonsprosessen, for å unngå at produksjonen suboptimaliseres. Fremskutt rigg og bruk av riggmann ser ut til å ha en god effekt på sløsingen i produksjon i følge de intervjuede.

7.10 Forbedringsmuligheter

Selv om Skanska bruker en rekke metoder og verktøy for å håndtere sløsingen i produksjon, så er forbedringsmulighetene mange.

Bruk av eksisterende metoder, verktøy og teknologi er noe som trekkes frem som en forbedringsmulighet i intervjuene. Det finnes en rekke metoder og verktøy som er utviklet for reduksjon av sløsing. Enkelte av disse metodene skal også bidra til bedre flyt i produksjon. Noen av metodene som nevnes i det teoretiske rammeverket, men som ikke ble nevnt av intervjuobjektene, er taktplanlegging og skråstrekkplanlegging. Begge disse metodene kan bidra til mindre sløsing i produksjon. Skråstrekkplanlegging bidrar til mindre sløsing ved at buffere og kollisjoner mellom fagene synliggjøres (Yassine et al., 2014). Taktplanlegging skal bidra til økt arbeidsflyt, og det hevdes at dette igjen fører til mindre sløsing (Yassine et al., 2014). Manglende bruk av kjente metoder, verktøy, teknologi og kunnskap vil være en årsak til unødvendig sløsing (Denzer et al., 2015).

Behovet til å bli flinkere til å bruke de verktøyene og metodene som er tilgjengelig, trekkes også frem som en forbedringsmulighet. Dette gjelder TB, de syv forutsetningene for sunne

aktiviteter og BIM. Skal implementeringen av nye verktøy og metoder være vellykket er det viktig å være tålmodig. Det er ikke alltid den ønskede effekten kommer umiddelbart.

Enkelte av intervjuobjektene mente at det var potensiale for forbedring i bruken av planstrukturen i Skanskas TB. Manglende eller mangelfull planlegging kan være en årsak til sløsing (Formoso et al., 1999). Dermed bør det tas tak planene og planleggingsarbeidet, som en del av arbeidet for å redusere sløsing i produksjon. En av måtene å få til dette på er nettopp det å bli flinkere til å benytte planstrukturen til Skanska, i prosjektene. Planstrukturen til Skanska har en rekke likhetstrekk med LPS. LPS metodikken trekkes frem som en mulig metode for å redusere sløsing med tid i produksjon, men det forutsetter at kunnskapen om metoden er god (Kalsaas, 2010). Skal planstrukturen til Skanska brukes mer i produksjon, kan det være et behov for å øke kunnskapsnivået om metoden, og hvorfor den benyttes.

De intervjuede trekker frem flere andre forbedringsmuligheter i planleggingen, i tillegg til økt bruk av TB. Løsningene som velges av byggherren og i prosjekteringsprosessen må være produksjonsvennlige. Det samme gjelder produktene som velges. Lite produksjonsvennlige løsninger kan være en årsak til sløsing i produksjon (Formoso et al., 1999). Endringer i produktet bør ikke gjøres tett opp mot produksjon, ettersom det kan skape utfordringer for både prosjekteringen og produksjonen. Endringer i de prosjekterte løsningene kan blant annet bidra til økt materialsøsing (Bossink og Brouwers, 1996).

BIM og 3D-modeller benyttes i stor grad i prosjekteringen, men bruken av slike modeller er ikke like utbredt i produksjon. Her er forbedringspotensialet stort og mulighetene mange i følge intervjuobjektene. Skal modellen benyttes i produksjon, må de være produksjonsvennlige. Programvaren til de prosjekterende må være kompatibel med programvaren som entreprenøren benytter. Manglende kompatibilitet er en kjent årsak til sløsing (Josephson og Björkman, 2011). Åpen BIM kan være en løsning på dette problemet (Norsk-Teknologi, 2010). Bruk av åpen BIM kan også redusere eller fjerne problematikken med at manglende oppdateringer av arbeidsgrunnlaget i produksjon (Norsk-Teknologi, 2010). Brukes ikke siste revisjon av tegningene i produksjon, kan det føre til byggefeil eller byggskader. Byggskader eller byggefeil kan føre til sløsing, hvis arbeidet må gjøres på nytt.

Prosjekteringen kan også være et hinder for produksjon. Sløsing kan oppstå i prosjekteringsprosessen (Formoso et al., 1999). Som nevnt i intervjuene, bør prosjekteringen ligge i forkant av produksjon. Det skal bidra til at det er tid til å kontrollere arbeidsgrunnlaget, og har tid til å rette opp i eventuelle feil.

Økt fokus på sløsing i produksjon trekkes også frem som en mulighet til forbedring. Godt lederskap er viktig for å få til dette. Ledernes evner til å påvirke holdningen og verdiene i en gruppe trekkes frem som en mulig årsak til sløsing i teorien (Josephson og Björkman, 2011). En anbefaling som gir for reduksjon av sløsing er disiplinert ledelse (Josephson og Björkman, 2011). For å få til dette er gode ledere, med evnen til å påvirke den gruppen de leder, en

nødvendighet. Ledernes kunnskap om sløsing er også viktig verktøy for å redusere sløsing i produksjon. Manglende kunnskap kan også være en årsak til sløsing (Josephson og Björkman, 2011). I intervjuene nevnes behovet for økt kunnskap og forståelse av Lean prinsipper og tankegangen som en forbedringsmulighet. Ettersom reduksjon i sløsing er en sentral del av Lean-filosofien, kan økt kunnskap om Lean hos lederne være en måte å redusere sløsing i produksjonen.

Ettersom mye av sløsing oppstår i prosessene som skjer før produksjonen starter, kan et forbedringstiltak være å legge inn mer ressurser i denne fasen (Formoso et al., 1999). Dette er noe som etterlyses av intervjuobjektene. Dette gjelder både i prosjekteringen og i planleggingen av produksjon. Basene ønsker å involveres mer og tidligere i planleggingen. De sitter på mye verdifull erfaring og kunnskap om produksjon, som kan nyttiggjøres i planleggingen. Involvering av bas eller forman, er en viktig del av LPS (Ballard, 2000).

Innkjøpsprosessen er en mulig årsak til sløsing (Bossink og Brouwers, 1996). I intervjuene kommer det frem at det er et behov for å optimalisere innkjøpsprosessen. Enkelte ønsker også hjelp til å bestille inn varer. Ønsket om hjelp til å bestille inn varer kan tyde på at enkelte føler at det mangler kompetanse på innkjøp av materialer og optimaliseringen av denne prosessen, i prosjektene. Manglende eller mangelfull kompetanse kan være en bakenforliggende årsak til at det sløses i prosjektene (Josephson og Björkman, 2011). Et godt tiltak for å forbedre innkjøpsprosessen kan dermed være å øke kompetansen til en eller flere personer i prosjektene. Et annet alternativ kan være at innkjøpsavdelingen er mer delaktig innkjøpene som gjøres i prosjektene, enn de er i dag.

Bruken av "rene" fag nevnes også som en forbedringsmulighet i intervjuene. Med rene fag menes det at produksjonen til ett fag, skal være uhindret av andre fag. En mulig metode for å hindre kollisjoner mellom fagene i produksjon kan være bruk av skråstrekplanlegging (Yassine et al., 2014). Skråstrekplanlegging skal også bidra til mindre sløsing i produksjon (Yassine et al., 2014). Hindringsanalyse kan også være et godt virkemiddel for å få rene fag i produksjon (Ballard, 2000, Koskela, 2000). Hindringsanalyse er allerede en del av planstrukturen til Skanska.

Bruk av fremskutt rigg i større grad, er et ønske blant enkelte av intervjuobjektene. Dette er en metode som allerede brukes. Fremskutt rigg kan ha en positiv effekt på sløsing med tid, ved at nødvendig utstyr plasseres nærmere produksjon. Unødvendig bevegelse for arbeiderene er en form for sløsing i produksjon, og planleggingen av riggen på byggeplassen kan være en bakenforliggende årsak (Bølviken et al., 2014, Formoso et al., 1999).

Det er et forbedringspotensial i kommunikasjonen mellom produksjonsapparatet og ledelsen. Mangelfull kommunikasjon kan være en bakenforliggende årsak til sløsing, som skyldes strukturen til produksjonssystemet (Josephson og Björkman, 2011). Skal kommunikasjonen

mellom produksjonsapparatet og ledelsen bli bedre, kan det dermed være behov for å gjøre endringer i strukturen som styrer informasjonsflyten i systemet.

Som en del av arbeidet for å reduseres sløsing kan det være nyttig å gjøre en sluttevaluering av prosjektene. Dette er også et ønske hos flere av intervjuobjektene. Basene ønsker å delta på slike sluttevalueringer. Skal sløsing i produksjonen reduseres er det viktig å vite hvorfor det sløses. Dette bør gjøres underveis i produksjonen, ved bruk av en årsaksanalyse for eksempel (Ballard, 2000). Under sluttevaluering kan det gjøres oppsummering av de viktigste årsakene til at det sløses. Virkningen av eventuelle tiltak som ble iverksatt burde undersøkes. Deretter burde det gjøres en vurdering av hva som bør gjøres annerledes på neste prosjekt. Sluttevaluering kan sees som en del av det kontinuerlige forbedringsarbeidet.

7.11 Sammenhengen mellom sløsing og flyt

Det er enighet blant både de intervjuede og i teorien, om at det er en sammenheng mellom sløsing og flyt i produksjon. Resultatene fra intervjuene viser at flyten i produksjon knyttes spesielt opp mot sløsing med tid. Dette stemmer godt overens med Bølviken et al. som ser på tapt tid som sløsing sett ut fra et flytperspektiv (Bølviken et al., 2014). Kalsaas (2013) har inkludert sløsing med tid i sin definisjon av arbeidsflyt. Ut i fra denne definisjonen vil sløsing ha en direkte negativ effekt på arbeidsflyten i produksjon.

Koskela (2000) ser på reduksjon av sløsing, som med mest fundamentale kilden til forbedring av flyten. I TFV-modellen er det kun transformasjonsaktivitetene som er direkte verdiskapende. Defineres sløsing som alle ikke-verdiskapende aktiviteter vil alle flytaktiviteter regnes som sløsing (Denzler et al., 2015, Koskela, 1992). Dette stemmer imidlertid ikke med intervjuobjektene forståelse av begrepet flyt. Generelt sett oppfatter de intervjuede flyt som noe positivt, og mangelen av flyt som noe negativt.

Av intervjuobjektene sees sløsing som en av årsakene til manglende flyt i produksjonen. Skal flyten forbedres, må sløsing reduseres, noe som er i overenstemmelse med Koskela (2000). I situasjoner der produksjonen hindres, og sløsing med tid oppstår, oppleves flyten som dårlig. Dette kan for eksempel være hvis arbeidere må vente på informasjon, før arbeidet med en aktivitet kan startes eller gjenopptas. Forekomsten av sløsing, og mangelen av flyt i produksjon kan dermed være et resultat av at produksjonen hindres.

Fravær av en eller flere av de syv forutsetningene eller andre innsatsfaktorer kan føre til utfordringer for flyten i produksjon (Koskela, 2000). Gjennomføres aktiviteter, selv om innsatsfaktorer mangler, vil produksjonen være i en making-do situasjon. (Koskela, 2004). Making-do kan sees som en kompleks form for sløsing, der tapt tid, tapt verdi og materialsøsing kan forekomme (Bølviken et al., 2014).

Materialsøsing regnes som sløsing sett ut i fra et transformasjonsperspektiv (Bølviken et al., 2014). I intervjuene poengteres det at materialsøsing fører til sløsing med både tid og

ressurser, ettersom overskuddsmaterialene må sorteres og deponeres. Dette er også noe som støttes av teorien (Josephson og Saukkoriipi, 2005). Dermed kan materialsløsning ha en negativ effekt på flyten i produksjon, ettersom materialsløsning også fører til tapt tid.

I intervjuene ble det poengtert at selv om sløsing kan være en årsak til manglende flyt, så kan det være god flyt i en situasjon med sløsing. Overproduksjon ble nevnt som eksempel. Overproduksjon sees som sløsing i teorien (Bølviken et al., 2014, Ohno, 1988).

8 Konklusjon

Det mangler en omforent definisjon av begrepet flyt. Flyt i produksjon oppfattes som noe positivt av intervjuobjektene. Dette er ikke i overenstemmelse med enkelte av de teoretiske definisjonene av flyt. De sterke intuitive kvalitetene til flyt, gjør at det er noen fellestrekk i forståelsen av flyt, selv om hver enkelt av de intervjuede har en egen forståelse begrepet. Det bør tas hensyn til de intuitive kvalitetene til begrepet, i en definisjon av flyt.

Resultatene fra intervjuene viser at de fleste intervjuobjektene forbinder sløsing med ineffektiv bruk av ressurser. Definisjonen til Bølviken et al. (2014) ser ut i å være mer forenelig med den forståelsen av sløsing som eksisterer blant personene som arbeider i produksjonen. Svært få av de intervjuede knyttet sløsing opp mot tapt verdi. Dette kan tyde på at enkelte av aktørene i produksjon mangler forståelse for hensikten med produksjon, som er det å skape verdi for kunden.

En overordnet inndeling av sløsing i tid, materialer og andre ressurser, gir et godt bilde av kategoriene av sløsing i produksjon. Verdi bør også inkluderes i denne kategoriseringen. Manglende tilfredsstillelse av kundens krav, og tapt verdi som følge av dette, er en viktig form for sløsing i produksjon. Det ser ut til å være svært liten bevissthet rundt verditap i produksjon, både for nedstrøms kunder og sluttbrukeren. Bevisstheten rundt og kunnskapen om verditap i produksjonen bør økes, for å unngå verditap som følge av dette.

Det er ikke mulig å gi ett konkret tall på hvor mye det sløses med tid, men undersøkelser tyder på at tapt tid i produksjon utgjør mellom 10 - 30 % av arbeidstiden. Undersøkelsene bruker ulike målemetoder, noe som gjør at resultatene ikke er direkte sammenlignbar. Uavhengig av hvilke målemetoder som gir det mest korrekte resultatet, utgjør sløsing med tid en betydelig kostnad, ettersom timeverkskostnaden kan utgjøre ca. 25 % av kostnaden i prosjektene. Derfor vil det være behov for ytterligere undersøkelser av tapt tid, der målemetoden gir sammenlignbare resultater.

Undersøkelser gjort i denne oppgaven viser at mengden materialsløsing utgjør et sted mellom 3 % og 20 % av materialforbruket. I gjennomsnitt ble det antatt at materialsløsingen utgjør ca. 11 %. Dette stemmer godt overens med andre, mer nøyaktige undersøkelser. Mengden materialsløsing avhenger av materialtypen. Skal mengden reduseres bør forbedringsarbeidet starte med den materialtypen som har lavest utnyttelsesgrad. I undersøkelsene kom det for eksempel frem at det materialutnyttelsen av gips er ganske lav.

Undersøkelser viser at andelen av prosjektkostnaden, som er et resultat av sløsing, kan være mellom 0,5 % og 30 %. I gjennomsnitt antok de intervjuede at ca. 6,2 % av prosjektkostnaden kan være et resultat av sløsing. En mer detaljert studie viser at så mye som 30 - 35 % av

prosjektkostnaden er et resultat av sløsing (Josephson og Saukkoriipi, 2005). Uavhengig av om sløsing utgjør 0,5 % av prosjektkostnaden eller 30 %, er det uansett snakk om store summer. Det ble omsatt for 462 mrd. kr i løpet av 2014, i bygg og anleggsnæringen (Statistisk Sentralbyrå, 2015). En kostnadsreduksjon på 0,5 % av omsetningen fra 2014, utgjør ca. 2,3 mrd. kr. Små forbedringer kan føre til store kostnadsbesparelser i prosjektene og for samfunnet. For å redusere kostnadene kan mengden sløsing med tid og materialer reduseres.

Skal sløsing i produksjon reduseres, må det tas tak i årsakene til at det sløses. I følge resultatene har tapt tid det største forbedringspotensialet, og derfor bør forbedringsarbeidet starte her. Det finnes en rekke metoder som kan bidra til en reduksjon av tapt tid. Noen av disse metodene kan også brukes til å forbedre flyten i produksjon. En rekke av disse metodene er planleggingsmetoder, som for eksempel Last Planner System, taktplanlegging og skråstrekplanlegging. Planleggingsarbeidet har et stort forbedringspotensial, i følge de intervjuede. En signifikant andel av sløsing oppstår i det forberedende arbeidet til produksjonen (Formoso et al., 1999). Gjennom planlegging kan det tilrettelegges for god flyt i produksjon, og godt planleggingsarbeid kan virke forebyggende mot sløsing i produksjon.

Skanska bruker en rekke verktøy og metoder for å redusere sløsing i produksjon. Flere metoder og verktøy brukes i Skanskas utgave av Trimmet Bygging, som er en viktig del av Skanskas arbeid for å forhindre sløsing i produksjon. Skal sløsing i produksjon, i Skanskas prosjekter, reduseres er det viktig at verktøyene og metodene som er tilgjengelig brukes, og de må brukes riktig. Det å bli flinkere til å bruke de tilgjengelige metodene og verktøyene trekkes frem som en forbedringsmulighet av de intervjuede. For å få til dette er det viktig at produksjonsapparatet har god kunnskap om hvordan metodene og verktøyene skal benyttes, og hvorfor.

Det er en sammenheng mellom sløsing og flyt. Dette er det enighet om blant både intervjuobjektene og i teorien. Sløsing med tid påvirker opplevelsen av flyten i produksjon. Reduseres sløsing med tid, vil flyten i produksjon oppleves som bedre. En reduksjon i materialsøsing kan også bidra til bedre flyt, ved at tiden som brukes til avfallshåndtering reduseres. Det er viktig å være oppmerksom på at flyten kan oppleves som god, selv om sløsing i produksjonen forekommer. Derfor er det nødvendig å være klar over de ulike formene for sløsing i produksjon, for å kunne identifisere dem hvis de forekommer i produksjon.

9 Videre arbeid

Det er flere muligheter for videre arbeid innenfor det valgte temaet for denne masteroppgaven. Noen av disse presenteres i dette kapittelet.

Det mangler en omforent forståelse av både flyt og sløsing. Derfor kan det være aktuelt å utarbeide en definisjon på begge begrepene. Bransjen bør involveres i utarbeidelsen av definisjonen. En definisjon av begrepene bør stemme overens med begrepenes intuitive karakter, og være i overenstemmelsen med produksjon i praksis. Mangelen av en omforent forståelse og entydig definisjon av flyt gjør det utfordrende å måle virkningen av metodene og verktøyene som brukes for å forbedre flyten. Det å kunne kontrollere effekten av tiltakene som gjøres, er en viktig del av det kontinuerlige forbedringsarbeidet.

I denne oppgaven ble det kun gjort antakelser av mengder med sløsing i produksjon. Det finnes en rekke studier som tar for seg sløsing med materialer. Mengden materialer som går bort som avfall registreres også av entreprenørene. Det kan være en ide å se på data fra flere ulike entreprenører, og sammenligne disse, for å synliggjøre forbedringsmuligheter i materialforbruket.

Det er behov for å gjennomføre flere målinger av tapt tid, der resultatene er sammenlignbar. For å finne andelen av arbeidstiden som går bort til sløsing, kan det gjennomføres studier med kvantitative målinger av tapt tid. En slik studie kan for eksempel gjennomføres ved å bruke en kombinasjon av klokkestudie og frekvensstudie.

Det vil være interessant å gjennomføre tiltak for å redusere sløsing i produksjon, og måle effekten av disse. Det vil også være interessant å gjennomføre tiltak for reduksjon av sløsing og måle effekten tiltakene har på flyten. Realiseringen av slike undersøkelser er avhengig av å ha en målbar definisjon av flyt i produksjon.

Referanseliste

- Awodele, O., Ogunlana, S. & Bowles, G. 2012. *Risk Management in Planning for Process Improvement*, Oxford, UK, Oxford, UK: Wiley-Blackwell.
- Ballard, H. G. 2000. The last planner system of production control.
- Bertelsen, S. 2003. *Louise : en beretning om trimmet byggeri*, S.I., NIRAS.
- Bibsys. u.å. NTNU [Online]. Tilgjengelig fra: http://bibsys-primo.hosted.exlibrisgroup.com/primo_library/libweb/action/search.do?menuitem=0&fromTop=true&fromPreferences=false&fromEshelf=false&vid=NTNU_UB [Lest 28.09 2015].
- Bossink, B. a. G. & Brouwers, H. J. H. 1996. Construction Waste: Quantification and Source Evaluation. *Journal of Construction Engineering and Management*, 122.
- Bygg21. u.å. *Om Bygg 21* [Online]. bygg21.no: Bygg 21. Tilgjengelig fra: <http://www.bygg21.no/no/om-bygg21/> [Lest 13.12 2015].
- Bølviken, T., Rooke, J. & Koskela, L. The wastes of production in construction - A TFV based taxonomy. 22nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction: Understanding and Improving Project Based Production, IGLC 2014, 2014. 811-822.
- Dahlum, S. 2015. *Validitet* [Online]. SNL.no: Store norskeleksikon. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/validitet> [Lest 14.12 2015].
- Dalland, O. 2000. *Metode og oppgaveskriving for studenter*, Oslo, Gyldendal akademisk.
- Denzer, M., Muenzl, N., Sonnabend, F. A. & Haghsheno, S. 2015. Analysis of Definitions and Quantification of Waste in Construction. *23rd Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. Perth, Australia: iglc.net.
- Eikeland, E. 2009. Skråstreksplanlegging vs Gantt-planlegging for koordinering av flyten i byggverdikjeder. Universitetet i Agder / University of Agder.
- Elsevier. 2015. *About Scopus* [Online]. Elsevier.com: Elsevier. Tilgjengelig fra: <http://www.elsevier.com/solutions/scopus> [Lest 03.2015 2015].
- Fellows, R. F. & Liu, A. M. M. 2008. *Research Methods for Construction*, Hoboken, Hoboken : Wiley.
- Formoso, C., Bølviken, T., Rooke, J. & Koskela, L. A Conceptual Framework for the Prescriptive Causal Analysis of Construction Waste. *I: SEPPÄNEN, O., GONZÁLEZ, V. A. & ARROYO, P., red. 23rd Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 2015/07/29 2015 Perth, Australia. 454-461.*
- Formoso, C. T., Isatto, E. L. & Hirota, E. H. Method for Waste Control in the Building Industry. *7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 1999/07/26 1999 Berkeley, USA. 325-330.*
- Forsberg, P. 2010. Detaljert aktivitetsstudie relatert til flytorientert byggproduksjon. Universitetet i Agder.
- Fransson, A., Berghede, K. & Tommelein, I. D. Takt-Time Planning and the Last Planner. *I: KALSAAS, B. T., KOSKELA, L. & SAURIN, T. A., red. 22nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 2014/06/25 2014 Oslo, Norway. 571-580.*
- Halleraker, S. 2014. Fremdriftsplanlegging i bygge- og anleggsproduksjon: Et kompendium for emnet TBA4130 Produksjonsteknikk i BA-prosjekt. *Construction Scheduling: A*

- compendium for the course TBA4130 Production Technology in Building and Construction Projects*. Institutt for bygg, anlegg og transport.
- Holme, I. M. & Solvang, B. K. 1996. *Metodevalg og metodebruk*, Oslo, TANO.
- Howell, G. A. What is lean construction- 1999. Proceedings IGLC, 1999. Citeseer, 1.
- Iglc. 2015. *The International Group for Lean Construction* [Online]. iglc.net: IGLC. Tilgjengelig fra: <http://www.iglc.net/Home/About> [Lest 05.10 2015].
- Ingvaldsen, T. & Edvardsen, D. F. 2007. *Effektivitetsanalyse av byggeprosjekter : måle- og analysemetode basert på referansetesting av 122 norske boligprosjekter fra perioden 2000-2005*, Oslo, SINTEF byggforsk.
- Josephson, P.-E. & Björkman, L. 2011. 31 recommendations for increased profit : reducing waste. Göteborg: The Centre for Management of the Built Environment.
- Josephson, P.-E. & Saukkoriipi, L. 2005. Slöseri i byggprosjekt : behov av förändrat synsätt. Göteborg: FoU-Väst.
- Josephson, P.-E. & Saukkoriipi, L. 2007. Waste in construction projects: Call for a new approach. Chalmers University of Technology.
- Kalsaas, B. T. Work-time waste in construction. Challenging Lean Construction Thinking: What Do We Think and What Do We Know? - 18th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, IGLC 18, 2010. 507-517.
- Kalsaas, B. T. Measuring waste and workflow in construction. 21st Annual Conference of the International Group for Lean Construction 2013, IGLC 2013, 2013. 934-943.
- Kalsaas, B. T. & Bølviken, T. The flow of work in construction: A conceptual discussion. Challenging Lean Construction Thinking: What Do We Think and What Do We Know? - 18th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, IGLC 18, 2010. 52-62.
- Koskela, L. 1992. *Application of the new production philosophy to construction*, Stanford university Stanford, CA.
- Koskela, L. 2000. An exploration towards a production theory and its application to construction. Espoo : Technical Research Centre of Finland.
- Koskela, L. 2004. Making-do—The eighth category of waste.
- Koskela, L., Bølviken, T. & Rooke, J. Which are the wastes of construction? 21st Annual Conference of the International Group for Lean Construction 2013, IGLC 2013, 2013. 905-914.
- Langlo, J. A., Bakken, S., Karud, O. J., Malm, E. & Andersen, B. 2013. Måling av produktivitet og prestasjoner i byggenæringen. Direktoratet for byggkvalitet.
- Liu, M., Ballard, G., and Ibbs, W 2011. Work Flow Variation and Labor Productivity: Case Study. *Journal of Management in Engineering*, 27, 236-242.
- Lundkvist, R., Meiling, J. H. & Sandberg, M. 2014. A proactive plan-do-check-act approach to defect management based on a Swedish construction project. *Construction Management and Economics*, 32, 1051-1065.
- Macomber, H. & Howell, G. The Two Great Wastes in Organizations. I: BERTELSEN, S. & FORMOSO, C. T., red. 12th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 2004/08/03 2004 Helsingør, Denmark.
- Mjelve, M. 2015. Flyt i produksjon på byggeplass. NTNU.
- Moore, R. 2007. Selecting the right manufacturing improvement tools : what tool? when? Amsterdam: Elsevier Butterworth-Heinemann.
- Norsk-Teknologi 2010. Digitale bygningsinformasjonsmodeller - BIM. I: TEKNOLOGI, N. (red.). norskteknologi.no: NorskTeknologi.
- Ohno, T. 1988. *Toyota production system : beyond large-scale production*, New York, Productivity Press.
- Olsson, N. 2011. *Praktisk rapportskrivning*, Trondheim, Tapir akademisk.

- Oxford Advanced Learner's Dictionary u.å.-a. Flow. oxforddictionaries.com: Oxford University Press.
- Oxford Advanced Learner's Dictionary u.å.-b. Workflow. oxforddictionaries.com: Oxford University Press.
- Produktivitetskommissjonen 2015. Produktivitet – grunnlag for vekst og velferd. I: INFORMASJONSFORVALTNING, D. S.-O. S.-. (red.) *Norges offentlige utredninger 2015*. regjeringen.no.
- Ronen, B. 1992. The complete kit concept. *International Journal of Production Research*, 30, 2457-2466.
- Salthaug, M. & Sørensen, M. 2010. Arbeidsflyt i byggproduksjon - analyse av målemuligheter. University of Agder.
- Samset, K. 2014. FORSKNINGSMETODEKURSET 2014 - Del 1 Kvalitativ forskning. NTNU Fordypningsfag: NTNU.
- Schmidt, M. T., Elezi, F., Tommelein, I. D. & Lindemann, U. Towards recursive plan-do-check-act cycles for continuous improvement. IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, 2014. 1486-1490.
- Statistisk Sentralbyrå. 2015. *Bygge- og anleggsvirksomhet, strukturstatistikk, 2014, foreløpige tall* [Online]. SSB.no: Statistisk sentralbyrå. Tilgjengelig fra: <https://ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/statistikker/stbygganl> [Lest 12.12 2015].
- Stokland, Ø. 2009. *Trimmet Bygging* [Online]. NTNU. Tilgjengelig fra: <http://www.nsp.ntnu.no/prosjekt2009/files/pages/12/presentasjon-prosjekt-2009-ivind-stokland-trimmet-bygging-v04.pdf> [Lest 01.10 2015].
- Store Norske Leksikon, S. 2009. Akkord: arbeidsliv. *Store norske leksikon*. SNL.no: Store norske leksikon.
- Store Norske Leksikon, S. 2015. *Reliabilitet* [Online]. SNL.no: Store norske leksikon. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/reliabilitet> [Lest 14.12 2015].
- Thune-Holm, E. C. & Johansen, K. 2006. Produktivitetmålinger i Skanska. Skanska Norge AS.
- Wikipedia. 2015. *Shigeo Shingo* [Online]. Wikipedia.org: Wikipedia. Tilgjengelig fra: https://en.wikipedia.org/wiki/Shigeo_Shingo [Lest 11.12 2015].
- Yassine, T., Bacha, M. B. S., Fayek, F. & Hamzeh, F. Implementing Takt-Time Planning in Construction to Improve Work Flow. I: KALSAAS, B. T., KOSKELA, L. & SAURIN, T. A., red. 22nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 2014/06/25 2014 Oslo, Norway. 787-798.
- Østby-Deglum, E., Svalestuen, F. & Drevland, F. 2013. *TBA4127/AAR4951- Prosjekteringsledelse*, Trondheim, NTNU.

Vedlegg

Vedlegg A: Intervjuguider

Vedlegg B: 31 recommendations for increased profit : reducing waste

Vedlegg A: Intervjuguider

Intervjuguide Skanska

Intervjuperson:

Dato:

Tid:

Sted:

Til opplysning:

Intervjuguiden er utarbeidet som en del av arbeidet med en masteroppgaven ved NTNU. Oppgaven skal ta for seg sløsing i produksjon på byggeplass, og hvordan sløsing og flyt i produksjon henger sammen. Målet med arbeidet er å få en bedre forståelse av sammenhengen mellom flyt og sløsing i produksjon på byggeplass, samt bidra til å redusere sløsing og forbedre flyten i produksjon. Arbeidet skal resultere i en rapport. All informasjon fra intervjuene vil bli behandlet konfidensielt og resultatene fra intervjuene vil anonymiseres i rapporten.

(Intervjuet vil bli transkribert og oversend for godkjenning)

Sløsing i produksjon:

1. Hva legger du i begrepet sløsing?
2. Er sløsing i produksjon noe dere er bevisste på?
3. Hvilke typer sløsing finnes i produksjon på byggeplass?
4. Hva er etter din mening den typen sløsing som utgjør den største kostnaden i produksjon på byggeplass?
5. Hvor stor andel av prosjektkostnadene vil du anta er et resultat av sløsing?
6. Hvor stor andel av tiden i løpet av en arbeidsdag vil du anta er sløsing?
7. Hvor mye svinn av materialer regner Skanska med i kalkulasjon?
8. Hvor stor andel av materialforbruket vil du anta er sløsing?
9. Hva er etter din mening den eller de viktigste årsakene til de ulike typene sløsing?
10. Hvilke tiltak eller metoder bruker dere for å redusere sløsing i produksjon?
11. Har du forslag til andre tiltak man kan gjennomføre for å redusere sløsing?

Flyt i produksjon:

12. Hva legger du i begrepet flyt?
13. Kan en reduksjon i sløsing i produksjon på byggeplass bidra til å skape bedre flyt i produksjonen på byggeplass?

Intervjuguide Prosjektleder

Intervjuperson:

Dato:

Tid:

Sted:

Til opplysning:

Intervjuguiden er utarbeidet som en del av arbeidet med en masteroppgaven ved NTNU. Oppgaven skal ta for seg sløsing i produksjon på byggeplass, og hvordan sløsing og flyt i produksjon henger sammen. Målet med arbeidet er å få en bedre forståelse av sammenhengen mellom flyt og sløsing i produksjon på byggeplass, samt bidra til å redusere sløsing og forbedre flyten i produksjon. Arbeidet skal resultere i en rapport. All informasjon fra intervjuene vil bli behandlet konfidensielt og resultatene fra intervjuene vil anonymiseres i rapporten.

(Intervjuet vil bli transkribert og oversend for godkjenning)

Sløsing i produksjon:

1. Hva legger du i begrepet sløsing?
2. Er sløsing i produksjon noe dere er bevisste på?
3. Hvilke typer sløsing finnes i produksjon på byggeplass?
4. Hva er etter din mening den typen sløsing som utgjør den største kostnaden i produksjon på byggeplass?
5. Hvor stor andel av prosjektkostnadene vil du anta er et resultat av sløsing?
6. Hvor stor andel av tiden i løpet av en arbeidsdag vil du anta er sløsing?
7. Hvor stor andel av materialforbruket vil du anta er sløsing?
8. Hva er etter din mening den eller de viktigste årsakene til de ulike typene med sløsing?
9. Hvilke tiltak eller metoder bruker dere for å redusere sløsing i produksjon?
10. Har du forslag til andre tiltak man kan gjøre for å redusere sløsing?

Flyt i produksjon:

11. Hva legger du i begrepet flyt?
12. Kan en reduksjon i sløsing i produksjon på byggeplass bidra til å skape bedre flyt i produksjonen på byggeplass?

Intervjuguide Produksjonsleder

Intervjuperson:

Dato:

Tid:

Sted:

Til opplysning:

Intervjuguiden er utarbeidet som en del av arbeidet med en masteroppgaven ved NTNU. Oppgaven skal ta for seg sløsing i produksjon på byggeplass, og hvordan sløsing og flyt i produksjon henger sammen. Målet med arbeidet er å få en bedre forståelse av sammenhengen mellom flyt og sløsing i produksjon på byggeplass, samt bidra til å redusere sløsing og forbedre flyten i produksjon. Arbeidet skal resultere i en rapport. All informasjon fra intervjuene vil bli behandlet konfidensielt og resultatene fra intervjuene vil anonymiseres i rapporten.

(Intervjuet vil bli transkribert og oversend for godkjenning)

Sløsing i produksjon:

1. Hva legger du i begrepet sløsing?
2. Er sløsing i produksjon noe dere er bevisste på?
3. Hvilke typer sløsing finnes i produksjon på byggeplass?
4. Hva er etter din mening den eller de viktigste årsakene til de ulike typene med sløsing?
5. Påvirker sløsing i produksjon kvaliteten på arbeidet som utføres?
6. Hvilke tiltak eller metoder bruker dere for å redusere sløsing i produksjon?
7. Har du forslag til andre tiltak man kan gjøre for å redusere sløsing?
8. Hvor stor andel av tiden i løpet av en arbeidsdag vil du anta er sløsing?
9. Hvor stor andel av prosjektkostnadene vil du anta er et resultat av sløsing?
10. Hvor stor andel av materialforbruket vil du anta er sløsing?
11. Gjennomføres det aktiviteter på byggeplassen som ikke var en del av de aktivitetene som var planlagt ved starten av arbeidsdagen? Og i så fall hvor ofte?

Flyt i produksjon:

12. Hva legger du i begrepet flyt?
13. Kan en reduksjon i sløsing i produksjon på byggeplass bidra til å skape bedre flyt i produksjonen på byggeplass?

Intervjuguide Bas

Intervjuperson:

Dato:

Tid:

Sted:

Til opplysning:

Intervjuguiden er utarbeidet som en del av arbeidet med en masteroppgaven ved NTNU. Oppgaven skal ta for seg sløsing i produksjon på byggeplass, og hvordan sløsing og flyt i produksjon henger sammen. Målet med arbeidet er å få en bedre forståelse av sammenhengen mellom flyt og sløsing i produksjon på byggeplass, samt bidra til å redusere sløsing og forbedre flyten i produksjon. Arbeidet skal resultere i en rapport. All informasjon fra intervjuene vil bli behandlet konfidensielt og resultatene fra intervjuene vil anonymiseres i rapporten.

(Intervjuet vil bli transkribert og oversend for godkjenning)

Sløsing i produksjon:

1. Hva legger du i begrepet sløsing?
2. Er sløsing i produksjon noe dere er bevisste på?
3. Hvilke typer sløsing finnes i produksjon på byggeplass?
4. Hva er etter din mening den eller de viktigste årsakene til de ulike typene med sløsing?
5. Påvirker sløsing i produksjon kvaliteten på arbeidet som utføres?
6. Hvilke tiltak eller metoder bruker dere for å redusere sløsing i produksjon?
7. Har du forslag til andre tiltak man kan gjøre for å redusere sløsing?
8. Hvor stor andel av tiden i løpet av en arbeidsdag vil du anta er sløsing?
9. Hvor stor andel av materialforbruket vil du anta er sløsing?
10. Gjennomføres det aktiviteter på byggeplassen som ikke var en del av de aktivitetene som var planlagt ved starten av arbeidsdagen? Og i så fall hvor ofte?

Flyt i produksjon:

11. Hva legger du i begrepet flyt?
12. Kan en reduksjon i sløsing i produksjon på byggeplass bidra til å skape bedre flyt i produksjonen på byggeplass?

Vedlegg B: 31 recommendations for increased profit : reducing waste

I dette vedlegget ligger de de 31 anbefalingene for hvordan lønnsomheten kan økes ved å redusere sløsing. Listen er hentet fra boken *31 recommendations for increased profit : reducing waste* (Josephson og Björkman, 2011). Punktene fra listen er oversatt til norsk.

9.1 Standardiser produktet fra et overordnet perspektiv

1. Basere produktdefinisjonen på driftskostnadene.
2. Prioriter levedyktighet i systemvalgene
3. Utvikle tekniske løsninger som kan brukes på flere produkter
4. Reduser utvalget av komponenter
5. Standardiser komponentene

9.2 Definer og standardiser prosessen

6. Definer de faktiske kundekravene
7. Sørg for at alle i prosjektteamet kjenner til og forstår prosjektmålene
8. Søk et langsiktig kunde-leverandør forhold
9. Bruk alle av de 168 timene i uken
10. Utvikle liknende arbeidsmetoder
11. Standardiser informasjonsledelsesverktøyene
12. Planlegg nøyaktig og følg opp kontinuerlig
13. Minimaliser væravhengigheten ved å bruke virkemidler som prefabrikering og beskyttet mot været ved montering
14. Etabler en disiplinert informasjons- og møtestruktur
15. Strukturer leveranseflyten for effektiv montering

9.3 Utvikle organisasjonen og dens muligheter

16. Støtt leverandører aktivt i deres utvikling
17. Velg ansatte med passende kvalifikasjoner og holdninger
18. Streb etter samkjørte team (aligned teams) og prosjektorganisasjoner
19. Vurder nye ferdigheter for å møte nye tilnærminger
20. Oppmuntre til videre opplæring
21. Støtt utviklingen av individuell effektivitet
22. Planlegg for refleksjon og opplæring

9.4 Disiplinert ledelse

23. Beser ledelsesavgjørelser på en langsiktig filosofi
24. Gjør en innsats for å holde arbeidsplassen i orden og ryddig
25. Gi tydelige instruksjoner, som ikke kan misforstås
26. Sett høye standarder som driver utviklingen
27. Belønn godt arbeid

9.5 Gjennomfør suksessive forbedringer

28. Mål for å avdekke sløsing
29. Mål for å kontrollerer forbedringsarbeidet
30. Samle inn og bruk beste praksis systematisk
31. Link alle forbedringsinitiativ til produktkarakteristikker eller til verdiskapende prosesser