



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2016 30 stp
Institutt for matematiske realfag og teknologi

Tidstyver i byggebransjen – En studie av prosjekt Nordviken blokk C og D

“Time-thieves” in the construction industry –
A study of project Nordviken buildings C and D

Erik S. Persheim
Industriell økonomi

Forord

Denne mastergradsoppgaven er skrevet våren 2016 som en avsluttende del av en femårig mastergrad på studielinjen Industriell økonomi ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU). Oppgaven utgjør 30 studiepoeng og omhandler hvordan faktorer som prosjektkostnader og byggetid, på et spesifikt prosjekt av Martin M. Bakken AS (MMB), ville blitt påvirket ved å minimere ikke-verdiskapende arbeid i byggeprosessen.

Veileder fra Institutt for matematiske realfag og teknologi har vært førsteamanuensis Tor Kristian Stevik, mens veileder fra Martin M. Bakken AS har vært driftssjef Lars-Erik Knippa.

Oppgaven er skrevet hos Martin M. Bakken AS i Hamar/Elverum og tatt for seg deres boligprosjekt Nordviken blokk C og D. Ved å være tilstede på aktuell byggeplass og deres kontorlokaler har jeg fått god innsikt i deres hverdag og hvordan de jobber.

Jeg ønsker å takke veileder Tor Kristian Stevik fra NMBU for god veiledning underveis i prosessen. I tillegg ønsker jeg å takke veileder og driftssjef hos MMB, Lars-Erik Knippa, for gode innspill og oppfølging. En stor takk rettes også til Hans Thomas Holm ved Statsbygg for informasjon om hvordan taktplanlegging ble utført ved bygging av Kunsthøgskolen i Bergen (KHiB). Prosjektleder på Nordviken blokk C og D, Trond Gudbrand Svenkerud, har vært en god mentor i læringen av hvordan prosjekter hos MMB gjennomføres per dags dato.

Avslutningsvis ønsker jeg å takke administrerende direktør i MMB, Svein Tollersrud, for å gi meg muligheten til å skrive oppgave for bedriften.

Hamar, 01.05.16

Erik S. Persheim

Sammendrag

Gjennom samarbeidsprogrammet Bygg21 er det ønskelig å skape en fremtidsrettet, rasjonell og kunnskapsbasert byggenæring. Å se på mulighetene for å redusere og eliminere tidstyver i byggenæringen vil være med på å imøtekomme denne visjonen. I denne oppgaven har jeg sett nærmere på hvilke endringer man kunne gjort på boligprosjekt Nordviken blokk C og D for å minimere ikke-verdiskapende arbeid. Oppgaven kartlegger aktuelle tidstyver på prosjektet, for deretter å se på aktuelle måter å eliminere disse på i fremtidige prosjekter.

Oppgaven er avgrenset til å gjelde for boligprosjektet Nordviken blokk C og D, hvor Martin M. Bakken AS er totalentreprenør. Trolig vil utfordringene som synliggjøres i denne rapporten kunne overføres til andre prosjekter hos MMB og i byggebransjen for øvrig.

For å kartlegge ikke-verdiskapende arbeid og tidstyver på prosjektet har jeg benyttet meg av en kvantitativ og kvalitativ studie. Undersøkelsen inkluderer intervjuprosesser og en spørreundersøkelse gjort av et utvalg fagarbeidere hos MMB. Den kvantitative studien tydeliggjør at det planlegges med mer tid enn det som er nødvendig på prosjektet, men likevel blir ikke prosjektet ferdig tidligere.

Oppgaven belyser to utfordringer knyttet til ledelsen på prosjektet. Den ene utfordringen blir omtalt som planleggingsledelse og omhandler planleggingsprosessen som gjøres i forkant av prosjektet. Her konkluderes det med at en mer detaljert planleggingsprosess, med større involvering av ulike aktører og forbedret takt i produksjonen, kunne ført til at prosjektet hadde blitt ferdigstilt noen uker tidligere enn det opprinnelig ble, altså ført til økt produktivitet. Den andre utfordringen blir omtalt som styringsledelse og omhandler ledelsen, kontrollen og oppfølgingen underveis i gjennomføringsfasen. En forbedret styringsledelse vil kunne minimere tidstyver som oppstår som følge av rot og uorden, samt redusere ikke-verdiskapende tid som oppstår som følge av uavklarte arbeidsoppgaver.

Som anbefaling og videre arbeid kunne det være hensiktsmessig å gjøre undersøkelser på hvilke typer tidstyver og ikke-verdiskapende arbeid det finnes på andre prosjekter hos MMB. Får man bekreftet at tidstyvene som ble synliggjort i denne oppgaven i stor grad kan påvirkes av forbedret ledelse, vil det være hensiktsmessig å utføre foreslåtte tiltak i oppgaven for å se effekten av disse i praksis.

Abstract

The objective of the collaborative project “Bygg 21” is to create a future oriented, rational, and knowledge based construction industry. Evaluating opportunities for reduction and elimination of time thieves in the construction industry will help achieve this vision. In this thesis I have evaluated which changes could have been made to the development project “Nordviken”, buildings C and D, to minimize non-value-added work. This thesis highlights time thieves relevant to the project, and subsequently considers methods to eliminate these in future projects.

The scope of this thesis is limited to the real estate development project “Nordviken”, buildings C and D, where Martin M. Bakken AS (MMB) is the general contractor. The challenges highlighted in this report will likely be apply to other MMB projects, and to the construction industry as a whole.

To map non-value-added work and time thieves associated with the project I performed both quantitative and qualitative studies, including surveys and interviews with a selection of professionals at MMB. The quantitative study suggests that despite excessive resource allocation, the project failed to complete ahead of schedule.

The thesis explores two challenges faced by the project management team. The first challenge is referred to as “planning management”, and pertains to the planning phase, prior to the implementation phase. The thesis concludes that a more detailed planning process, with more involvement of various stakeholders and reduced takt time could have accelerated project completion by several weeks, in other words improved efficiency. The second challenge is referred to as “control management”, which covers the management, control, and supervision during the implementation phase. Improvements in control management could minimize time thieves that occur due to clutter, and reduce non-value-added effort that arises due to unclarified tasks.

It is recommended that other projects at MMB are also evaluated for time thieves and non-value-added work. If the time thieves discussed in this study can be mitigated by improved project management, it would be beneficial to implement the recommended actions and evaluate their impact in practice.

Innholdsfortegnelse

Forord	III
Sammendrag	V
Abstract	VI
Innholdsfortegnelse	VII
Figurliste.....	XIII
Tabelliste	XIV
1 Innledning.....	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Problemstilling.....	1
1.3 Avgrensninger	2
1.4 Oppbygging av oppgaven.....	2
2 BackeGruppen.....	3
2.1 BackeGruppen	3
2.2 Martin M. Bakken AS (MMB).....	4
2.3 MMBs kultur	4
2.4 Prosjekt Nordviken.....	5
2.4.1 Blokk C og D.....	6
2.5 007	7
3 Metode.....	9
3.1 Innledende beskrivelse	9
3.2 Hva er metode?.....	9
3.3 Generelt om metode.....	10
3.3.1 Kvantitative metoder	10
3.3.2 Kvalitative metoder	10
3.3.3 Litteraturstudie	11

3.3.4	Dataens reliabilitet.....	11
3.3.5	Dataens validitet.....	12
3.4	Anvendte metoder.....	12
3.4.1	Kvantitativ studie.....	13
3.4.2	Kvalitativ studie.....	13
3.4.3	Litteraturstudie.....	15
3.4.4	Annen informasjonsinnhenting.....	16
3.4.5	Vurdering av dataens reliabilitet.....	17
3.4.6	Vurdering av dataens validitet.....	18
3.5	Etiske avveininger.....	18
4	Teori.....	19
4.1	Definisjoner.....	19
4.2	Prosjektgjennomføring.....	20
4.2.1	Historie.....	20
4.2.2	Planlegge gjennomføringen.....	21
4.2.3	Prosjektnedbrytning.....	22
4.2.4	Planleggingsmetoder.....	24
4.2.5	S-kurven.....	30
4.2.6	Gantt-diagram.....	30
4.2.7	Milepælsplanlegging.....	31
4.3	Gjennomføring prosjekt Nordviken blokk C og D.....	33
4.3.1	Fremdriftsplanlegging.....	33
4.3.2	Anbud.....	33
4.3.3	Oppdeling i mindre aktiviteter.....	34
4.3.4	Ressursplanlegging.....	35
4.3.5	Fremdriftsfront.....	36
4.3.6	Flytskjema for aktiviteter.....	37

4.3.7	Prosjektets økonomi	38
4.3.8	MMBs intranett	38
4.3.9	Prestasjonsbasert lønningssystem	39
4.3.10	Digitale verktøy	40
4.4	Toyota Production System (TPS)	43
4.4.1	Opprinnelsen til samlebåndproduksjon	43
4.4.2	Toyota Production System (TPS)	44
4.4.3	Push- og pull-system	46
4.4.4	Just-in-Time (JiT)	47
4.4.5	Jidoka	48
4.4.6	Kanban	48
4.4.7	Kaizen	49
4.4.8	7 former for sløsing	51
4.5	Lean Production	53
4.5.1	Ressurseffektivitet	54
4.5.2	Flyteeffektivitet	54
4.6	Lean Construction (LC)	57
4.6.1	Transformasjon – Flyt – Verdiskapning (TFV)	58
4.6.2	The Last Planner System® (LPS)	61
4.7	Kritikk av Lean	65
4.8	Porsche Takt	67
4.8.1	Implementere Porsche Takt i byggeprosjekter	70
4.9	Aktuelle verktøy og metoder innen lean	73
4.9.1	BIM	73
4.9.2	VDC	73
4.9.3	Involverende planlegging (IP)	74
4.9.4	5S	75

5	Resultater.....	77
5.1	Forutsetninger for mine resultater	77
5.2	Presentasjon kvantitativt studie	77
5.2.1	Feilkilder	77
5.2.2	Kalkulert dagsverk og reell arbeidstid.....	78
5.3	Presentasjon kvalitativt studie	79
5.3.1	Resultater intervju	80
5.3.2	Resultater spørreundersøkelse.....	80
6	Diskusjon.....	83
6.1	Utfordringer på prosjekt Nordviken og i byggebransjen for øvrig.....	83
6.2	Planleggingsledelse	85
6.2.1	Avdekke utfordringer	85
6.2.2	Taktproduksjon.....	86
6.2.3	Større involvering i planleggingsfasen.....	87
6.2.4	Bakoverplanlegging	88
6.3	Styringsledelse.....	89
6.3.1	Rot, uorden og leting.....	89
6.3.2	Større involvering i utførelsesfasen.....	91
6.3.3	BIM-kiosker	92
6.4	Lean i MMB	94
6.4.1	Et paradoks	95
6.5	Ikke-verdiskapende arbeid.....	96
6.6	Redusere sløsing på prosjekt Nordviken blokk C og D.....	97
6.6.1	Gantt-diagram.....	97
6.6.2	Skråstreksdiagram	100
6.7	Øvrig forbedringspotensiale i byggeledelsen	104
7	Konklusjon	107

8	Anbefalinger og veien videre	109
	Referanser.....	111
	Vedlegg	i
	Vedlegg A - Timeverkkalkyle.....	i
	Vedlegg B – Hovedfremdriftsplan	iii
	Vedlegg C – Økonomisk driftsrapport	vii
	Vedlegg D – Ukeprogram Nordviken uke 2 og 3	ix
	Vedlegg E – Intervjuguide	xi
	Vedlegg F – Spørreundersøkelse.....	xiii
	Vedlegg G – Forbedret skråstreksdiagram.....	xv
	Vedlegg H – Originalt flytskjema fra uke 2 til uke 18.....	xvii
	Vedlegg I – Forbedret flytskjema uke 1 til uke 18.....	xix

Figurliste

Figur 1 - Organisasjonsstruktur Backegruppen, fra intranett MMB, 2016	3
Figur 2 - Kart over området Nordviken, fra prospekt Nordviken, 2016	6
Figur 3 - Illustrasjon av Nordviken blokk C og D, fra prospekt Nordviken, 2016	6
Figur 4 - Planleggingsprosessen, fra De Marco, 2011	22
Figur 5 - Eksempel WBS Prosjekt Nordviken	23
Figur 6 - Eksempel OBS Prosjekt Nordviken	24
Figur 7 – Planleggingsmetoder, fritt etter Kenley & Seppänen, 2009	25
Figur 8 – LBS, fra Kenley & Seppänen, 2009	27
Figur 9 – Enhetsproduksjon med tre ulike aktiviteter, fra Kenley & Seppänen, 2009	28
Figur 10 - Stedsproduksjon: Flyt for fire ulike aktiviteter, fra Kenley & Seppänen, 2009.....	29
Figur 11 – Eksempel S-kurve.....	30
Figur 12 - Illustrasjon av Gantt-diagram.....	31
Figur 13 – Milepælsplanlegging, fra Andersen, 1996.....	31
Figur 14 - Dekomponering av aktiviteten "montere vinduer" på prosjekt Nordviken blokk C og D.....	35
Figur 15 - Ønsket livssyklus, fritt etter Kolltveit, Lereim & Reve, 2009	35
Figur 16 - Uønsket livssyklus, fritt etter Kolltveit, Lereim & Reve, 2009	35
Figur 17 – Illustrert eksempel fremdriftsfront.....	37
Figur 18 - Total kvalitetssystem prosesshjul, fra BackeGruppens intranett, 2016	39
Figur 19 - Samlebåndproduksjon hos Ford, fra Ford, 2016	43
Figur 20 – Toyota Production System, fra Gao & Low, 2014	45
Figur 21 – Push-system	46
Figur 22 - Pull System.....	47
Figur 23 - PDCA syklus	50
Figur 24 - Fem hvorfor.....	50
Figur 25 - Sju former sløsing, fra Porsche Consulting/Statsbygg/D-medica, 2013	52
Figur 26 - Effektivitetsmatrise, fritt etter Modig & Åhlstrøm (2012).....	55
Figur 27 - Sunn aktivitet, fritt etter Veidekke (2016).....	57
Figur 28 - Alternativ tilnærming til Lean Construction, fra Gao & Low, 2014.....	58
Figur 29 - Transformasjon, fritt etter Koskela (2000).....	59
Figur 30 - Progressiv reduksjon av gjennomføringstid, fritt etter Koskela, 2000.....	60
Figur 31 – Verdiskapning, fritt etter Koskela (2000).....	61

Figur 32 - Tradisjonelt push-system fritt etter Ballard, 2000.....	62
Figur 33 - Last Planner® pull system, fritt etter Ballard, 2000.....	63
Figur 34 - LPS implementert i produksjonssystemet, fritt etter Ballard, 2000	64
Figur 35 - Porsche Takt, fra Porsche Consulting/Statsbygg/KHiB, 2015.....	67
Figur 36 - Porsche Takt, fra Porsche Consulting/Statsbygg/KHiB, 2015.....	67
Figur 37 - Prosjekt med jevn takt, fritt etter Porsche Consulting/Statsbygg/KHiB, 2015	68
Figur 38 – Detektere problemer i utførelsesfasen, fra Porsche Consulting/Statsbygg/D-medica, 2013.....	69
Figur 39 - Timeverk per aktivitet, fra Porsche Consulting/Statsbygg/KHiB, 2015.....	70
Figur 40 - Timeverk per fagområde (Porsche Consulting/Statsbygg/KHiB, 2015).....	71
Figur 41 - Jevn takt, fra Porsche Consulting/Statsbygg/KHiB, 2015	71
Figur 42 – Taktoppdeling, fra Porsche Consulting/Statsbygg/KHiB, 2015.....	72
Figur 43 - Konstruksjonsstrategi og synkronisering av togene, fra Porsche Consulting/Statsbygg/KHiB, 2015.....	72
Figur 44 – Illustrasjon av Nordviken blokk C og D i BIM	73
Figur 45 - 5S, figur hentet fra Lean Consulting/Backeskolen, 2016.....	75
Figur 46 – Resultater av kalkulert dagsverk og reell tid brukt.....	78
Figur 47 - Tidstyver prosjekt Nordviken blokk C og D	81
Figur 48 - Kjennskap til lean.....	82
Figur 49 - Utvikling i timeverksproduktivitet i perioden 2000-2013. År 2000 = 100%, fra Johansen & Hoel, 2016, basert på tall fra SSB, 2014	83
Figur 50 - BIM-kiosk i bruk, fra Statsbygg, 2016.....	93
Figur 51 - Mannskapsfordeling nytt flytskjema og originalt flytskjema	98
Figur 52 – Originalt flytskjema presentert i skråstreksdiagram.....	101
Figur 53 – Flytskjema som prioriterer ressurseffektivitet.....	102
Figur 54 - Eksempel blokk C hvor flyteffektivitet er prioritert.....	102
Figur 55 – Flytskjema som prioriterer flyteffektivitet og ressurseffektivitet.....	103

Tabelliste

Tabell 1 - Søkeord benyttet i oppgaven	17
Tabell 2 - Møtevirksomhet på prosjekt Nordviken blokk C og D	104

1 Innledning

I dette kapittelet blir bakgrunnen for oppgaven og problemstillingen beskrevet. I tillegg vil mine avgrensninger for oppgaven presenteres, samt hvordan oppgaven er bygd opp.

1.1 Bakgrunn

Stadig endrede krav til gjennomføringen av byggeprosjekter har gjort at det stilles store krav til produktiviteten i byggebransjen. I Bygg21 sin strategirapport påpekes det at «Gjennom samarbeidsprogrammet Bygg21 vil vi skape en fremtidsrettet, rasjonell og kunnskapsbasert byggenæring». Implementering av leantankegang i byggebransjen skal være med å minimere sløsing ved å redusere ikke-verdiskapende arbeid og på denne måten imøtekomme Bygg21 sin strategi for byggenæringen. Ved å se spesifikt på de nødvendige endringene som må gjøres for å implementere leantankegang i gjennomføringen av byggeprosjekter, kan man vurdere om lean vil være hensiktsmessig å ta i bruk for å minimere sløsing og øke produktiviteten.

1.2 Problemstilling

Hovedmålsettingen med denne oppgaven er å analysere forskjellen mellom tradisjonell prosjektgjennomføring og prosjektgjennomføringen med leantankegang. For å gjøre dette skal jeg ta for meg byggingen av 32 leiligheter på prosjekt Nordviken blokk C og D i Hamar hvor Martin M. Bakken AS (MMB) er totalentreprenør. Ved å analysere prosjekt Nordviken blokk C og D vil jeg få god innsikt i hvordan tradisjonelle byggeprosjekter gjennomføres da det er denne gjennomføringsmetoden som benyttes i dette prosjektet. Jeg vil først gjøre en kvantitativ studie av hvor de største avvikene mellom kalkulert ressursforbruk og reell ressursforbruk oppstår. Jeg vil deretter gjennomføre en kvalitativ studie av de ulike tidstyvene i prosjekt Nordviken og hvordan disse kunne vært unngått. Problemstillingen er da som følger: «Hvilke endringer må gjøres på prosjekt Nordviken blokk C og D for å minimere ikke-verdiskapende arbeid og hvordan vil dette påvirke viktige faktorer som prosjektkostnader og byggetid på prosjektet?». En viktig forutsetning for denne oppgaven er at MMB har implementert lean i organisasjonen for øvrig. Det er også en målsetting å lage en god og informativ oppgave som MMB kan benytte seg av senere, da MMB har i sin strategi at alle deres prosjekter skal ta i bruk lean i gjennomføringen innen år 2019.

1.3 Avgrensninger

Denne oppgaven er avgrenset til å gjelde for MMB som bedrift og deres prosjekt Nordviken blokk C og D. Oppgaven er avgrenset til å analysere ikke-verdiskapende arbeid i gjennomføringen av prosjektet og hvordan dette kunne vært unngått. Oppgaven vil ikke betrakte underentreprenører (UE), men avgrenses til egne ansatte i MMB. Endringer som må gjøres i prosjektet for å redusere ikke-verdiskapende arbeid vil drøftes for å se på gevinsten av å implementere lean i organisasjonen for øvrig. En forutsetning for oppgaven er at lean allerede er implementert i MMB som organisasjon.

1.4 Oppbygging av oppgaven

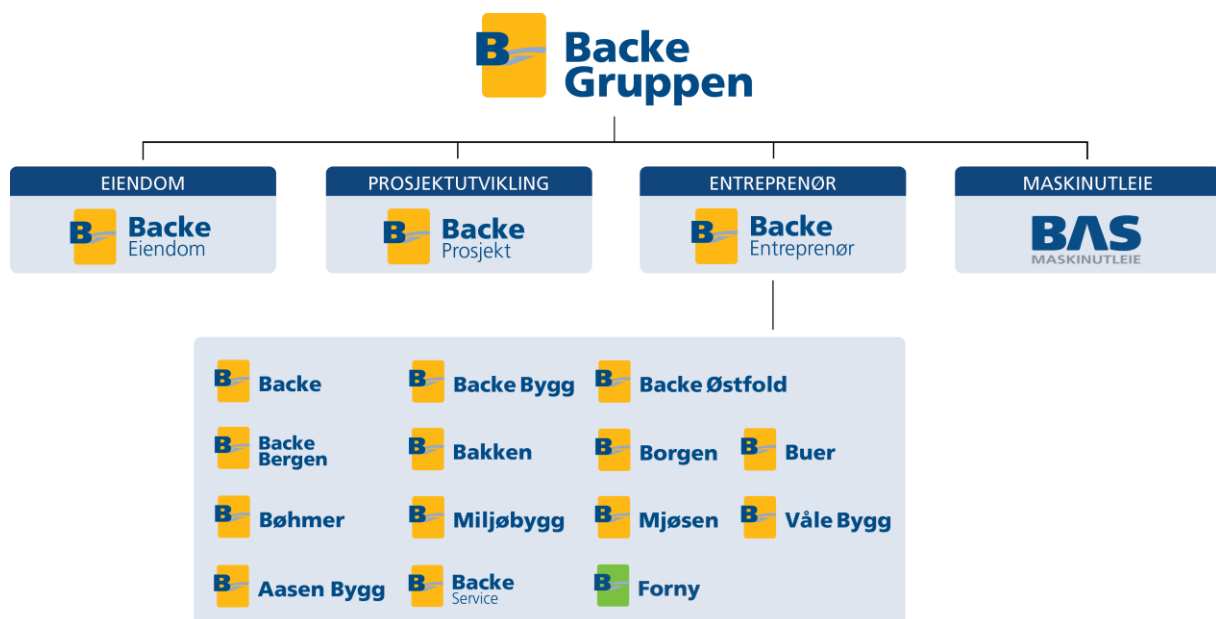
Første del av denne oppgaven omhandler MMB som bedrift, samt en presentasjon av prosjekt Nordviken blokk C og D. Videre vil den analysere hvordan tradisjonell prosjektgjennomføring utføres og hvordan prosjektgjennomføringen tradisjonelt er utført hos MMB. Jeg vil deretter beskrive hva som inngår i lean, og hvordan man kunne redusert ikke-verdiskapende arbeid i gjennomføringen av prosjekt Nordviken blokk C og D. Videre i oppgaven vil jeg drøfte fordeler og ulemper ved å implementere lean i gjennomføringen av prosjektet og presentere resultatene basert på mine observasjoner. Avslutningsvis vil jeg presentere min anbefaling til MMB om de bør implementere lean i bedriften, basert på endringene som må gjøres ved å innføre lean i gjennomføringen av prosjekt Nordviken blokk C og D.

2 BackeGruppen

I dette kapittelet presenteres BackeGruppen og BackeGruppens organisasjonsstruktur. Deretter vil Martin M. Bakken AS introduseres, med et påfølgende delkapittel om deres kultur. Etter dette gis en kort presentasjon av prosjekt Nordviken, samt BackeGruppens operative mål om null alvorlige skader, null feil ved overlevering og over sju prosent resultatmargin.

2.1 BackeGruppen

BackeGruppen er et privat familieeid selskap som ble etablert i 1946 av Gunnar Møystad Backe. De er en av Norges største entreprenører med omtrent 1000 ansatte og har en omsetning på rundt 3 milliarder. Virksomheten er delt i fire forretningsområder, henholdsvis eiendom, prosjektutvikling, entreprenør og maskinutleie. Entreprenørvirksomheten er organisert under Backe Entreprenør Holding og er igjen delt i 12 selvstendige lokale entreprenører og et murmesterfirma. Selv om de lokale entreprenørene drives selvstendig får de støtte av fellesfunksjoner som innkjøp, IT, økonomi, regnskap, lønn, HMS og HR gjennom Backe Entreprenør Holding. BackeGruppen har avdelinger på Østlandet, på Vestlandet og i Midt-Norge, mens deres hovedkontor er lokalisert på Fornebu utenfor Oslo (BackeGruppen, 2015).



Figur 1 - Organisasjonsstruktur Backegruppen, fra intranett MMB, 2016

2.2 Martin M. Bakken AS (MMB)

Martin M. Bakken AS (MMB) ble etablert i 1928 av byggmester Martin M. Bakken og Petter Plassbakk. Per dags dato (21.04.16) har MMB 99 ansatte fordelt på 26 funksjonærer og 65 håndverkere og 8 lærlinger. Etter økonomisk krise på 1970-tallet ble MMB en del av BackeGruppen i 1979 da de ble kjøpt opp av Gunnar M. Backes eiere. De landet på en løsning med Backe og Bakken som to sidestilte selskaper under et nyetablert eierselskap, AS Backe Bygg, morselskap i BackeGruppen (Julrud, 2011).

Per dags dato er MMB den ledende entreprenøren i Hedmark med en omsetning på omtrent 3-400 millioner pr år. Hovedkontoret deres ligger i Elverum, og i tillegg har de et kontor på Hamar. I likhet med de andre entreprenørene i Backegruppen er MMB et selvstendig styrt firma, med støttefunksjoner fra Backe Entreprenør Holding. Bedriftskulturen til MMB er preget av solide grunnverdier, et godt arbeidsmiljø, korte beslutningslinjer og stor fleksibilitet. Administrerende direktør i MMB, Svein Tollersrud, forklarer MMB sitt gode omdømme med profesjonell prosjektstyring og kompetente medarbeidere som gir optimal byggetid og kostnadseffektiv produksjon (Martin M. Bakken AS, 2013). MMB står bak en rekke profilerte bygg på innlandet, blant annet Lysgårdsbakkene hoppanlegg i Lillehammer, Norsk Tipping og Hamar kulturhus. De har i tillegg vært nominert til, og mottatt, flere ulike priser innen byggebransjen (Hagen, 2003). Senest i mars 2016 mottok de prisen for «Årets bygg» da Våler Kirke gikk til topps i kåringen (Bygg.no, 2016).



2.3 MMBs kultur

Under Byggedagene 2016¹ ble MMB sin gode kultur trukket frem som et suksesskriteriet for deres gode resultater. Denne kulturen påpekte konsernsjefen i Backegruppen, Eirik Gjelsvik, kom av å ha en satsning på egne ansatte med lite innleid personell. Av MMB sine 99 ansatte er 73 av disse egne fagarbeidere, i tillegg til åtte lærlinger. I 2015 oppnådde MMB en

¹ Todagens konferanse arrangert av byggeindustrien, Byggenæringens landsforening (BNL) og Entreprenørforeningen – bygg og anlegg (EBA)

driftsmargin på sju prosent, og det var nettopp denne satsningen på egne arbeidere som ble trukket frem som årsaken til deres gode driftsmargin. I tillegg til en god driftsmargin hadde MMB et lav sykefravær på kun 3,29% og en omsetning på 400 millioner kroner i 2015. MMB har, siden år 2000, levert en driftsmargin som er over dobbelt så høy som de 100 største i bransjen (Bygg.no, 2016).

2.4 Prosjekt Nordviken



Prosjekt Nordviken er et boligområde under utvikling sentralt lokalisert på Martodden i Hamar med umiddelbar nærhet til Mjøsa, Hedmarksmuseet og Domkirkeodden. Området gir ideelle solforhold i et svakt skrående terreng orientert mot sydvest. I løpet av de nærmeste årene skal Martodden utbygges med omtrent 600 boligenheter, med nærhet til både barnehage og nærbutikk. Prosjekt Nordviken bebygges med både leiligheter og rekkehus og totalt er det planlagt omtrent 200 boliger i ulike størrelser på dette prosjektet. Så langt er to leilighetsblokker ferdigstilt (A og B), samt ett rekkehusfelt (Backe Prosjekt AS/Martodden Utbygging KS, 2016).

Byggherre for prosjektet er Martodden Utbygging KS, hvor Backe Prosjekt AS eier en større andel. Utførende entreprenør av rekkehusene er Nordbolig Hamar AS, mens Martin M. Bakken AS er utførende entreprenør av boligblokkene. Boligblokk A og B ble ferdigstilt i juni 2014, mens blokk C og D er planlagt ferdigstilt juni 2016 (Backe Prosjekt AS/Martodden Utbygging KS, 2016).



Figur 2 - Kart over området Nordviken, fra prospekt Nordviken, 2016

2.4.1 Blokk C og D

Prosjekt Nordviken blokk C og D er to boligblokker over fire etasjer bestående av til sammen 32 boligenheter. Alle leilighetene leveres med egen uteplass eller balkong, samt egen parkeringsplass i underjordisk oppvarmet garasjeanlegg. Blokk C og D hadde oppstartdato 01.06.15 og skal etter planen ferdigstilles 30.06.16. Så langt er 30 av 32 leiligheter solgt (per 02.05.16). Leilighetene er av størrelsen 50 – 104m² og megles av DnB Eiendom med priser fra 1.890.000,- til 5.850.000,-. Kontraktssummen for prosjekt Nordviken blokk C og D er 67.000.000,- eks. mva., med et budsjettert dekningsbidrag på 6.462.894,-, noe som tilsvarer en dekningsgrad på 9,6%.



Figur 3 - Illustrasjon av Nordviken blokk C og D, fra prospekt Nordviken, 2016

2.5 007

I BackeGruppen jobber entreprenørselskapene etter de operative målene null alvorlige skader, null feil ved overlevering og over syv prosent resultatmargin. Disse målene ble etablert i 2006 og har så langt gitt gode resultater. Antall feil i prosjektene og H-verdi² har vist en positiv utvikling. 2013 var det foreløpig beste HMS-året i BackeGruppens historie, da sykefraværs målet på under 6% ble nådd, samtidig som fraværsskader var på rekordlavt nivå (BackeGruppen, 2016).



² Antall fraværsskader per million arbeidstimer

3 Metode

Metodekapittelet presenterer først hva som inngår i metode og hvorfor det er viktig å definere hvilke metoder som er benyttet. Deretter gis det en generell beskrivelse av ulike metoder, før det presenteres hvilke metoder som er anvendt i oppgaven. Herunder blir fordeler og ulemper med de ulike anvendte metodene drøftet, samt deres validitet og reliabilitet. Avslutningsvis diskuteres aktuelle etiske problemstillinger.

3.1 Innledende beskrivelse

I denne oppgaven har jeg undersøkt hvilke endringer som må gjøres på prosjekt Nordviken blokk C og D for å minimere ikke-verdiskapende arbeid, samt analysert hvordan dette ville påvirket viktige faktorer som prosjektkostnader og byggetid på prosjektet. Jeg har benyttet meg av et kvantitativt studie for å dokumentere avvik mellom reelle arbeidstimer og kalkulerte arbeidstimer, mens et kvalitativt studie har hjulpet meg å påpeke hvilke tidstyver som eksisterer blant fagarbeidere på byggeplassen. De tidstyvene som oppleves som størst av fagarbeiderne er kartlagt ved hjelp av en spørreundersøkelse. Sløsing blant byggeledelsen på prosjekt Nordviken blokk C og D er dokumentert ved et observasjonsstudie, mens aktuell teori er innhentet ved hjelp ved et litteraturstudie.

3.2 Hva er metode?

I Everett og Furseth sin bok «Masteroppgaven, Hvordan begynne – og fullføre» blir Vilhelm Auberts sitert om hva metode er;

«En metode er en fremgangsmåte, et middel til å løse problemer og komme frem til ny kunnskap. Et hvilket som helst middel som tjener dette formålet, hører med i arsenalet av metoder» (Everett & Furseth, 2012).

Hensikten med dette kapittelet er å beskrive helt konkret hvilken fremgangsmåte jeg har benyttet meg av for å belyse problemstillingen min og hvorfor jeg har valgt akkurat denne fremgangsmåten. Det er flere årsaker til at dette er viktig. For det første skal forskningen være etterprøvbart, det vil si at andre skal kunne se om undersøkelsen er gjort ved bruk av aksepterte metoder. For det andre er det ønskelig å vise at jeg behersker fremgangsmåten ved å skrive en masteroppgave (Everett & Furseth, 2012). I tillegg skal det være mulig for andre å

videreføre arbeidet, samtidig som en bevissthet rundt metodespørsmålet gir en kvalitetssikring av eget arbeid (Olsson, 2011).

I dette kapitlet vil jeg først presentere relevante forskningsmetoder for min problemstilling, før jeg påpeker viktigheten av å evaluere utvalget av informasjonen jeg finner opp mot dataens relabilitet og validitet. Jeg vil deretter drøfte hvilke metoder som er mest hensiktsmessig å benytte meg av for å få svar på det jeg ønsker med oppgaven. I tillegg til å se nærmere på de analytiske metodene jeg har brukt vil jeg presentere hvilke databaser og søkemotorer jeg har benyttet meg av, samt de etiske avveiningene jeg har tatt.

3.3 Generelt om metode

Når man skriver en større oppgave kan man ta i bruk flere ulike metoder. To vanlige metoder å benytte seg av for å belyse en problemstillingen er kvantitative og/eller kvalitative metoder. I tillegg til disse vil et casestudie belyse min problemstilling, mens et litteraturstudie er anvendt for å innhente relevant litteratur. For å kartlegge tidstyver blant byggeledelsen på prosjektet har et observasjonsstudie blitt benyttet.

3.3.1 Kvantitative metoder

Kvantitative metoder er målbare metoder som tar utgangspunkt i tall. Denne metoden er ofte basert på få opplysninger om mange objekter. Siden denne metoden er målbar har den også ofte høy grad av etterprøvbarehet, og man legger stor vekt på presisjon (Olsson, 2011).

3.3.2 Kvalitative metoder

Kvalitative metoder er basert på skriftlig eller muntlig informasjon, og brukes for å undersøke og beskrive menneskers opplevelse og erfaringer. Med en slik metode konsentrerer man seg om få studieobjekter, men forsøker å samle inn mange og varierte data om disse.

Datainnsamling ved en kvalitativ metode skjer hovedsakelig gjennom intervju eller observasjon, men kan også ha andre former (Høgskolen i Bergen, 2016). Hovedfokuset med en slik metode er å oppnå en helhetsforståelse for problemet man ønsker å analysere. Siden en slik metode ikke baserer seg på tallfestede målinger er ofte informasjonen vanskelig å etterprøve. Ved en stor bredde i datamaterialet muliggjør det at man kan fokusere på relevans i studien (Olsson, 2011). Da en slik metode brukes for å beskrive menneskers opplevelser og erfaringer er man nødt til å være svært kritisk til kildene ved en slik metode. I tillegg kan det være en utfordrende metode å sette seg inn i.

Observasjonsstudie

Observasjonsstudie er en type kvalitativ metode som kan deles inn deltagende observasjon og ikke-deltagende observasjon. Deltagende observasjon, som er benyttet i min oppgave, brukes mer eller mindre synonymt med feltarbeid. Forskeren i en deltagende observasjonsstudie skal på samme tid delta og observere. Det er flere etiske utfordringer knyttet til et slikt studie. Ved observasjon over en viss tid er det gode muligheter for at det utvikles vennskapsbånd mellom forskeren og objektet som observeres. Dette kan gjøre det utfordrende å analysere observasjonsobjektet og påpeke utfordringer som observeres, men kan også gi fordelen ved at man får innpass og oppnår god informasjon (De nasjonale forskningsetiske komiteene, 2016).

Casestudie

Et casestudie er en metode som brukes for å kaste lys over en hel klasse av viktige fenomener, selv om det bare tar for seg én enkelt enhet. Ved å se på problemer og utfordringer i ett byggeprosjekt vil det være nærliggende å anta at enkelte av disse utfordringene eksisterer i andre prosjekter også. En stor svakhet ved casestudier er at det er svært utfordrende å trekke rett kausale slutninger³. En annen ulempe med casestudier er at de ikke skal være representative eller generaliserbare, resultatene er alltid tids- og stedsavhengige (Olsson, 2011).

3.3.3 Litteraturstudie

Et litteraturstudie går ut på å identifisere, vurdere, velge og organisere all forskning av høy kvalitet som er relevant for et bestemt spørsmål. Innhenting av informasjon i min oppgave er gjort fra faglitteratur, søk i databaser, foredrag, samt publiserte forskningsartikler. Det er viktig å være kritisk til litteraturen ved å kvalitetssikre forfatteren, litteraturen relevans og utgiver.

3.3.4 Dataens reliabilitet

Forløpende med datainnsamlingen i oppgaven vurderer jeg kildenes og dataenes kvalitet. Reliabilitet kommer av det engelske ordet «reliable» og har å gjøre med hvor pålitelig dataen er. I enkelte tilfeller sier også reliabiliteten noe om hvor pålitelig de primære og sekundære kildene er. Reliabiliteten til kilden eller dataen kan ikke kalkuleres helt presist, noe som gjør at denne vurderingen er en krevende prosess. Viser det seg at kilden eller dataen ikke er pålitelig, kan den heller ikke være med å belyse problemstillingen i oppgaven. Målet vil dermed alltid være å ha så pålitelige kilder og data som mulig (Everett & Furseth, 2012).

³ Sammenheng mellom årsak og slutning

3.3.5 Dataens validitet

Dataens validitet omhandler det som har med dataens utvalg og innsamling å gjøre. Det vil si å gjøre en vurdering av om dataen er relevant for det man ønsker å undersøke. Man kan ikke uten videre anta at innsamlede data i en undersøkelse eller forskning er gyldige, da det kan være at forskeren har vært selektiv på innsamlingen av data. Det kan også vise seg at data er irrelevant for hovedargumentet og konklusjonene som er gjort i forskningen.

Validiteten blir oppdelt i indre og ytre validitet. Indre validitet handler om kvalitet og troverdighet, mens ytre validitet handler om hvor representative funnene er. Målet er å samle inn relevante data for å svare på problemstillingene, samt å inkludere alle de data som er av betydning (Everett & Furseth, 2012).

3.4 Anvendte metoder

Mitt forskningsspørsmål er «Hvilke endringer må gjøres på prosjekt Nordviken blokk C og D for å minimere ikke-verdiskapende arbeid og hvordan vil dette påvirke viktige faktorer som prosjektkostnader og byggetid på prosjektet?». For å belyse dette forskningsspørsmålet på best mulig måte finner jeg en kombinasjon av kvantitativ og kvalitativ metode som den beste måten for å oppnå dybdekunnskapen jeg trenger om emnet.

Forskningsspørsmålet i oppgaven består av to spørsmål som skal besvares. Innledningsvis ønsker jeg å dokumentere om det eksisterer ikke-verdiskapende arbeid på byggeplassen, noe det mest nærliggende gjør. For å dokumentere avvik mellom kalkulert arbeid og reelt arbeid vil jeg benytte en kvantitativ studie hvor jeg analyserer tømmerarbeidet som er utført på prosjekt Nordviken blokk C og D. Finner jeg at det eksisterer avvik mellom kalkulert og reelt arbeid ønsker jeg å beskrive hva disse avvikene kommer av og hvilke endringer som må gjøres på prosjektet for å minimere ikke-verdiskapende arbeid. For å få innblikk i hva disse eventuelle avvikene kommer av har jeg valgt en kvalitativ studie, hvor det er utført intervju prosess med tre fagarbeidere hos MMB. Disse intervjuene er benyttet videre for å utvikle en spørreundersøkelse som gis til alle fagarbeiderne som er ansatt hos MMB på prosjekt Nordviken blokk C og D.

Det andre spørsmålet i forskningsspørsmålet omhandler hvordan disse tidstyvene vil påvirke faktorer som prosjektkostnader og byggetid på prosjektet. Etter at eventuelle avvik og årsakene til disse er dokumentert ved hjelp av kvantitativ og kvalitativ metode vil det være hensiktsmessig å koble disse opp mot relevant teori. For å belyse hvordan man kan redusere

og eliminere tidstyver har jeg valgt å se nærmere på teorien som omhandler lean og Porsche Takt. For å få dybdekunnskap om disse temaene har jeg benyttet et litteraturstudie, hvor jeg benytter meg av litteratur og tidligere forskning om temaet. I tillegg har jeg deltatt på to foredrag/work shops i regi av Lean Consulting og Sprint Consulting. Sistnevnte workshop ble holdt av blant annet Niklas Modig, en av forfatterne av boken «Denne er lean – løsningen på effektivitetsparadokset». Litteratur og informasjon om Porsche Takt har jeg oppnådd ved hjelp av Hans Thomas Holm i Statsbygg.

Det at jeg har valgt en kombinasjon av både kvantitativ og kvalitativ metode i oppgaven har gjort at oppgavens relevans har blitt poengtert med den kvantitative studien, mens den kvalitative studien kartlegger hvilke momenter som virker demotiverende på arbeidsprosessen. Intervjuprosessen jeg hadde i forkant av spørreundersøkelsen gjorde at jeg fikk kvalitetssikret spørreundersøkelsen som gikk ut til et bredere utvalg enn det intervjuprosessen gjorde. Dette gir mest sannsynlig et mer troverdig resultat som gjenspeiler de reelle utfordringene man opplever på byggeplassen. Da det trolig er mange av de samme utfordringene som går igjen på ulike prosjekter hos MMB, vil det i mine øyne være hensiktsmessig å analysere kun ett prosjekt. Dette gir meg muligheten til å se dypere inn i materien og gi meg en pekepinn på hvordan eliminering av sløsing vil kunne påvirke viktige faktorer på prosjektet.

3.4.1 Kvantitativ studie

Den kvantitative studien jeg har utført i denne oppgaven er basert på detaljerte ukesprogram for hva hver arbeider har utført i et dag-til-dag perspektiv. Dette har blitt oppført som «reelt arbeid», mens jeg har tatt utgangspunkt i timeverkkalkylen på prosjektet for å dokumentere «kalkulert arbeid». De timene som er dokumentert som «reelt arbeid» inneholder flere feilkilder, så dette avviket blir kun brukt for å belyse at det eksisterer avvik mellom kalkulerte og reelle timer brukt.

3.4.2 Kvalitativ studie

Oppgaven har tatt i bruk en kvalitativ studie for å dokumentere hvilke tidstyver som tømmerfagarbeiderne på byggeplassen opplever som de største tidstyvene. Denne studien er utført ved hjelp av semi-strukturerte intervjuer av tre ansatte på byggeplassen, samt en spørreundersøkelse av tømmerfagarbeiderne/grunnarbeiderne på prosjektet.

Intervju

Et semi-strukturert intervju vil si en samtale mellom forskeren og en respondent, der gangen i samtalen er styrt av forskeren. Jeg gjennomførte til sammen tre intervjuer med tre forskjellige

ansatte hos MMB. Intervjuene tok plass på brakkeriggen på byggeplassen, skjermet fra andre ansatte, og intervjuene varte 15-40 minutter. Intervjuobjektene har alle arbeidet på prosjekt Nordviken blokk C og D mer enn 100 timer, som ble satt som et minstekrav for å bli intervjuet. Intervjuene tok utgangspunkt i en semi-strukturert intervjuguide (se vedlegg E). Disse intervjuene ga meg et innblikk i hva som ble oppfattet som de største tidstyvene på prosjektet.

Selv om jeg skulle utføre semi-strukturerte intervjuer ble det brukt god tid på å utvikle en intervjuguide. Denne intervjuguiden ble nøye vurdert ut ifra hva hensikten med intervjuet var.

Intervjuet startet med å informere intervjuobjektet om at intervjuet kan avbrytes når han/hun ønsker. Deretter ble hensikten med intervjuet forklart og hva oppgaven i sin helhet går ut på. Intervjuguiden ble bygget opp i den hensikt å få mest mulig informasjon ut av intervjuobjektet. For å få til dette måtte det skapes en god flyt i samtalen og dermed ble intervjuet lagt opp med enkle spørsmål innledningsvis om hvor lenge de hadde jobbet i MMB og hvilken stilling de innehar per dags dato. Deretter ble spørsmålene vinklet inn mot å finne eventuelle irritasjonsmomenter og tidstyver i prosjektet. Avslutningsvis åpnet jeg for å komme med tilleggs kommentarer hvis det var noe intervjuobjektet ønsket å utlede nærmere.

Alle intervjuene ble tatt opp med båndopptaker, noe alle intervjuobjektene var informert om, slik at jeg enkelt kunne gå tilbake å høre ordrett hva som ble sagt. På denne måten slapp jeg også å notere fortløpende, da dette kan virke hemmende på samtalen ved at den mister sin naturlige flyt.

Spørreundersøkelse

På bakgrunn av intervjuet ble det utviklet en spørreundersøkelse med fem spørsmål. Svaralternativene var oppført på bakgrunn av informasjonen jeg tilegnet meg i løpet av intervjuene.

Denne spørreundersøkelsen ble utført på 11 fagarbeidere som alle er ansatt hos MMB, samt to arbeidere som er innleid gjennom bemanningsbyrå. Alle har jobbet mer enn 100 timer på prosjektet. Dette ble satt som en minstetid de måtte ha jobbet på prosjektet for å delta i spørreundersøkelsen for å kvalitetssikre dataene som oppnås gjennom spørreundersøkelsen. For å få et så representativt utvalg som mulig ønsker jeg å involvere så mange parter som mulig i spørreundersøkelsen. Et dilemma var om jeg skulle involvere intervjuobjektene i spørreundersøkelsen, men siden det var begrenset med fagarbeidere i utgangspunktet valgte jeg å involvere dem i spørreundersøkelsen.

Grunnen til at det kun var ansatte hos MMB som ble benyttet i spørreundersøkelsen var at store deler av UE består av fremmedspråklige arbeidere. Dette kan skape store misforståelser i spørreundersøkelsen og det kan være vanskelig å kommunisere hva man ønsker med spørreundersøkelsen. I MMB er det kun norskspråklige ansatte, så dette reduserer muligheten for misforståelser i spørreundersøkelsen.

En annen utfordring som kan oppstå ved en spørreundersøkelse er lite representative svar på grunn av få deltagere i undersøkelsen. Siden utvalget i undersøkelsen i utgangspunktet er forholdsvis lavt vil det gi store utslag på resultatet om én eller to fagarbeidere ikke tar undersøkelsen seriøst, eventuelt ikke har noen meninger om det som blir spurt om.

For å kvalitetssikre spørreundersøkelsen slik at spørsmålsformuleringen ikke kunne misforståes eller skape forvirring lot jeg en fagarbeider lese gjennom spørreundersøkelsen før den ble gitt til alle fagarbeiderne/grunnarbeiderne. Dette var viktig for å unngå at spørreundersøkelsen var for omfattende eller stilte krav til bakgrunnskunnskaper om enkelte emner. I tillegg var det viktig at spørsmålsformuleringen ikke ga rom for egne tolkninger eller tvetydige svar.

3.4.3 Litteraturstudie

Det er gjort mye forskning og det finnes mye god litteratur som omhandler lean fra de senere årene. Porsche Takt er det forsket mindre på, og det var derfor vanskeligere å tilegne seg kunnskap om dette temaet. For å oppnå den nødvendige kunnskapen var jeg i kontakt med Hans Thomas Holm fra Statsbygg som tidligere har jobbet mye med dette. Jeg forsøkte også å kontakte Porsche Consulting, men her fikk jeg ingen respons tilbake. Da jeg skulle analysere hvordan reduisering og/eller eliminering av tidstyver ville påvirke prosjekt Nordviken blokk C og D var det i forkant av dette ønskelig å tilegne meg kunnskap om lean og Lean Construction. Litteraturen om lean og Lean Construction er innhentet gjennom forskningsartikler, foredrag, pensumlitteratur, søkemotorer og databaser. Ved et litteraturstudie er det svært viktig å være kritisk til kildene som tas i bruk, ved å være nøye på kildekritikk som når det er publisert, hvem som har skrevet det og hvor det er publisert. Kanalene som er brukt i informasjonsinnhenting i litteraturstudiet er kommentert under.

Søkemotorer og databaser

Elektronisk informasjonsinnhenting i oppgaven er i hovedsak gjort ved hjelp av to databaser:

- **Google Scholar:** En søketjeneste som tilbyr omfattende søk etter akademisk litteratur. Google Scholar tilbyr deg å snevre inn søket til å gjelde enkelte fagfelt og kilder fra ett

enkelt sted, noe som vil hjelpe til å finne de mest relevante søkene i akademisk forskning. Google Scholar sorterer søkeresultatene etter relevans, hvor de mest relevante referansene vises øverst. Google har i tillegg egen rangeringsteknologi som gjør at de kan vurdere all teksten i en artikkel, forfatteren, publikasjonen artikkelen ble vist i og hvordan den er sitert i annen akademisk litteratur. Dette fungerer dermed som Google sin kvalitetssikring av informasjonen.

- **Oria:** Oria er en søketjeneste som ble lansert av BIBSYS i 2013 og som er en felles portal til det samlede materialet som finnes ved de fleste norske fag- og forskningsbibliotek. Oria tok over for BIBSYS Ask og gir en enhetlig tilgang til materiale som bøker, artikler, tidsskrifter, elektroniske bøker, musikk, filmer og dokumenter. Dette materialet er kvalitetssikret av bibliotekets ansatte. I Oria har man mulighet til å legge inn flere søkeord, ta i bruk boolske operatører⁴, benytte anførselstegn og/eller parenteser. I tillegg har man mulighet til å ta i bruk trunkering, noe som vil si å søke på stammen av et ord for å få med entalls-/flertallsendelser og ulike varianter av ordet. Dette søket gjøres med en stjerne (*).

Begge disse søkemotorene er avhengige av en IP adresse som var tilknyttet til et universitet for å få fullt utnyttet søkemotorene. Siden oppgaven ble skrevet hos entreprenør MMB benyttet jeg meg av en VPN-kobling (Virtual private network) mot NMBU. Jeg gjorde også søk fra PCer på Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) avdeling Gjøvik og Høgskolen i Hedmark (HiHM), avdeling Hamar.

3.4.4 Annen informasjonsinnhenting

I tillegg til å ta i bruk søkemotorer, databaser og pensumbøker har en del av informasjonen om Martin M. Bakken AS og hvordan de utfører fremdriftsplanlegging blitt innhentet ved hjelp av samtaler med funksjonærer i MMB, samt MMB sitt eget intranett. Kunnskap om lean har blitt opparbeidet ved hjelp av kurs hos Lean Construction, foredrag/work shop med Niklas Modig gjennom Sprint Consulting og gjennomgang av litteratur om lean. For å få tak i relevant pensumlitteratur som ikke eksisterer på NMBU har jeg i tillegg lånt litteratur på NTNU avdeling Gjøvik og Høgskolen i Hedmark (HiHM).

I mitt arbeid etter relevant litteratur benyttet jeg andre masteroppgaver som har skrevet om det samme for å se hvilke kilder som er benyttet. Jeg har deretter analysert disse kildene for å se hva som er relevant for min oppgave. Dette, i tillegg til fritt søk etter relevante ord, utgjorde

⁴ AND, OR og NOT som brukes for å inkludere eller ekskludere ønskede ord i søketeksten

mitt litteratursøk. For å kvalitetssikre litteraturen så jeg på årstallet boken var skrevet, samt bakgrunnen til forfatterne. Jeg har i utgangspunktet forsøkt å kun benytte primærkilder i oppgaven, men i noen tilfeller har det ikke vært mulig å få tak i primærkilden. Under er det presentert en ordliste av et utvalg engelske og norske ord som er brukt i søkearbeidet på databaser etter relevant pensumstoff.

Tabell 1 - Søkeord benyttet i oppgaven

Søkeord	
Engelsk	Norsk
Toyota Production System	-
Lean Production	Lean Produksjon
Lean Construction	Lean Konstruksjon
Lean planning process	Lean planleggingsprosess
Porsche Takt	-
Lean entrepreneur	Lean entreprenør
Last Planner System	-
Last Planner method	-
Project Planning	Prosjektplanlegging
TFV	-
Critical path method	Kritisk vei metode
Activity-based planning	Aktivitetsbasert planleggingsmetode
Location-based planning	Lokalisasjonsbasert planleggingsmetode

I feltene der det ikke er søkt etter en norsk oversettelse av det engelske uttrykket har det kun blitt benyttet internasjonal litteratur. Dette skyldes at det er lite eller mangelfull informasjon om temaet.

3.4.5 Vurdering av dataens reliabilitet

Dataens pålitelighet og etterprøvbarehet vil avhenge av hvilken forskningsmetode som er benyttet. Den kvalitative studien som er gjennomført er utført ved intervjuer av fagarbeidere og vurderes som både pålitelig og etterprøvbare. Dette fordi intervjuene er utført med aktuelle fagarbeidere som står tidstyvene nærmest, mens intervjuene er etterprøvbare ettersom de ble tatt opp med båndopptaker. Litteraturen som er innhentet er nøye vurdert opp mot forfatter, årstall og hvor det er publisert. Denne vurderes dermed også til pålitelig, mens litteraturlisten gjør at den er etterprøvbare.

Den kvantitative studien inneholder noen feilkilder som er kommentert i oppgaven. Studien vurderes likevel til pålitelig og etterprøvbare ettersom den baserer seg på reelle tall hentet fra prosjektet.

3.4.6 Vurdering av dataens validitet

Dataen i denne oppgaven er innhentet på bakgrunn av både kvalitative og kvantitative studier. Dataen som ble oppnådd gjennom intervjuer stemte overens med de målingene som ble gjort i den kvantitative studien. Disse dataene er altså troverdig og dermed er den indre validiteten ivaretatt. Den ytre validiteten, som handler om hvor representative funnene er, er vanskeligere å slå fast. Dette har med å gjøre at denne oppgaven tar for seg ett prosjekt, og sammenligner dermed ikke utfordringene på dette prosjektet med utfordringer på andre prosjekter. Likevel avdekket ikke intervjuprosessen at utfordringene på dette prosjektet var unike, og på denne måten kan man si at det er forholdsvis sikkert at ytre validitet er ivaretatt.

3.5 Ethiske avveininger

Ved å skrive en oppgave hvor informasjonsinnhenting baserer seg på intervju, spørreundersøkelse og observasjoner kan det føre til at det oppstår etiske dilemmaer. De ansatte kan føle at arbeidsinnsatsen deres blir vurdert, eller det kan stilles spørsmålsteget ved forfatterens posisjon på byggeplassen. For å unngå slike dilemmaer har alle de ansatte blitt informert om min rolle på byggeplassen og i korte trekk hva oppgaven går ut på. Både intervjuer og spørreundersøkelser har vært på frivillig basis, og spørreundersøkelser er gjort anonymt. Ved intervju har intervjuobjektet blitt informert om at han kan avbryte intervjuet når han/hun ønsker, og at spørsmål som kan virke ubehagelig ikke trenger å besvares.

Et annet etisk dilemma som kan oppstå ved en slik oppgave er at det å påpeke forbedringspotensialet ovenfor en bedrift kan føre til en negativ holdning ovenfor forskeren. Det er dermed viktig å fremstille innholdet i oppgaven og forbedringspotensialet til bedriften på en saklig måte, uten å trekke inn enkeltindivider i for stor grad.

Utfordringer i forbindelse med en deltagende observasjonsstudie kan være at det oppstår et vennsforhold mellom forsker og observasjonsobjektet, i dette tilfellet byggeledelsen. Dette kan gjøre at det blir ubehagelig å dokumentere utfordringene man observerer i prosjektet, og på mange måter oppleves som et tillitsbrudd mellom partene. På en annen side kan det gi en fordel med at man enkelt får tilgang til god informasjon og innsikt i hvordan prosjektgjennomføringen har gått. Det er dermed veldig viktig å hele tiden være kritisk til om man kan gjennomføre observasjonsstudiet av de samme personene. En måte å løse tillitsutfordringen på er å la observasjonsobjektene lese gjennom det som er dokumentert av utfordringer før oppgaven publiseres. Det er slik disse utfordringene har blitt tatt hånd om i denne oppgaven.

4 Teori

I dette kapitlet tar jeg først for meg en del definisjoner som er viktige å kjenne til for å forstå teorien. Etter det beskriver jeg hvordan tradisjonell fremdriftsplanlegging utføres og teorien rundt dette. Deretter presenteres en detaljert fremgangsmåte for hvordan MMB utfører sin fremdriftsplanlegging og hvordan hovedfremdriftsplanen for prosjekt Nordviken blokk C og D ser ut per dags dato. Avslutningsvis presenteres Toyota Production System, Lean Production, Lean Construction, Porsche Takt.

4.1 Definisjoner

Anbud: Bindende tilbud på utførelse av et arbeid.

ARK: Arkitekt.

BA2015: BA2015 er et initiativ hvor toneangivende aktører i bygge- og eiendomsnæringen skal bedre sin prosjektgjennomføring ved bruk og deling av eksisterende kunnskap – og utvikle ny (BA2015, 2016).

BAS: Leder for et arbeidslag. I denne oppgaven omtalt som leder for tømmerlag hos MMB.

Bygg21: Et samarbeid mellom byggenæringen og myndighetene for å heve byggenæringens innovasjonsevne, produktivitet, bærekraft og dens evne til å dele kunnskap og erfaringer (BA2015, 2016).

Byggherre (BH): Byggherren er den fysiske eller juridiske person som eier byggetiltaket, dvs. byggeprosjektet som initieres for gjennomføring. Byggherren blir således i bygningslovgivningens forstand den tiltakshaver som tiltaket utføres på vegne av. Normalt omtales vedkommende som utbygger og altså den som blir kontraktspart for utførelse av ulike oppgaver for gjennomføring av byggeprosjekter, og eventuelt utarbeidelse av planer i forkant av prosjektet (Senter for eiendomsfag, 2016).

Entreprenør (ENT): Den som utfører anleggs- og byggearbeider og leverer nødvendige materialer i denne forbindelse, jf. ansvarsrett og ansvarlig utførende. Entreprenøren er følgelig den som påtar seg oppdrag fra den som eier de prosjektene som skal gjennomføres, utbyggere. Vanligvis forbindes entreprenører med (større) entreprenørfirma. Men det kan også være håndverkerfirma som byggmestre, murere, rørleggere eller andre faggrupper innenfor anleggs- og byggenæringen. Etter utført arbeid er det vanlig at entreprenøren også overleverer

nødvendige dokumenter for etterfølgende oppgaver som vedlikehold og drift. Entreprenørens rolle i gjennomføringen bestemmes av entreprisformen (Senter for eiendomsvag, 2016).

KHiB: Kunsthøgskolen i Bergen.

RIB: Rådgivende ingeniør bygg.

RIV: Rådgivende ingeniør varme, ventilasjon og sanitær.

Totalentreprenør: En entreprenøren som tar på seg både å prosjektere og utføre arbeidet (Entrepriserettsadvokater, 2016).

Underentreprenør (UE): En entreprenør som har inngått kontrakt med en annen entreprenør – hovedentreprenør – om å utføre en del av det arbeidet hovedentreprenøren skal utføre for en byggherre (Store Norske Leksikon, 2016).

4.2 Prosjektgjennomføring

I dette delkapittelet blir det beskrevet hvordan prosjekter tradisjonelt har blitt gjennomført. Dette innebærer historie, hvordan man bryter ned strukturen i prosjektet, samt ulike måter å planlegge på.

4.2.1 Historie

Byggenæringen har eksistert siden år 12000 f.Kr. og er trolig blant de aller eldste industriene i verden sammen med jordbruk. Man tok i bruk materialer som leire, jord, tre og stein for å beskytte seg mot regn, snø, varme og kulde. Etter hvert kom også materialer som bronse og jern som tillot å bygge mer fysisk robuste konstruksjoner. Egypterne begynte å bruke stein som deres primære byggematerialer, noe som førte til noen av de mest fascinerende byggeprosjektene gjennom tidene – de egyptiske pyramidene. På denne tiden ble det ikke skilt mellom arkitekt, ingeniør eller konstruktør i byggeprosjekter, alt ansvar lå på én mann. Ble bygningen oppført med feil som ikke oppfylte kravene ville dette gi strenge straffer for byggeren, noen ganger dødsstraff (Jackson, 2010).

Samtidig som egypterne bygget pyramidene utviklet grekerne byggenæringen videre da de begynte å bygge templer i marmor og kalkstein. I tillegg begynte man å benytte seg av små grupper av faglærte murere, i motsetning til egypterne som benyttet seg av ufaglærte arbeidere.

I tillegg til at byggenæringens utvikling har utviklet måten prosjekter blir utført på har også planleggingsprosessen i prosjektene utviklet seg. Allerede i Renessansen ble det utviklet en tankegang om én leder, som ikke var med på det fysiske arbeidet, som sjef for et prosjekt. Dette kan sees på som grunnlaget for dagens moderne prosjektledelse, hvor ledelsen består av en gruppe (Jackson, 2010).

4.2.2 Planlegge gjennomføringen

Hensikten med å planlegge er ifølge Andersen, Grude & Haug (2004) for å:

- Få forståelse for den oppgaven som skal løses
- Få oversikt over det arbeidet som skal gjøres
- Få grunnlag for å avsette og forplikte ressurser
- Få grunnlag for arbeidsfordeling og øvrig organisering
- Få grunnlag for oppfølging

Andersen, Grude & Haug (2004) skiller mellom detaljplanlegging, også kalt aktivitetsplanlegging, og oversiktsplanlegging, også kalt milepælsplanlegging. Disse ulike planleggingsmetodene blir beskrevet senere i kapittelet.

Styring er definert som «Bevisste tiltak for å øke sannsynligheten for å nå et ønsket resultat» (Uldalen 1972, referert i Kolltveit, Lereim & Reve 2009). For å kunne styre prosjektet i riktig retning er det viktig å vite hva prosjektet blir målt etter. Målsettinger i prosjektet kan eksempelvis være å minimere kostnaden, innsatsen eller tapet, eventuelt kan man ha målsetting om å maksimere profitten, salget, avkastningen, effektiviteten eller kvaliteten. Hva som velges å måle prosjektet etter kommer helt an på prosjektets natur og hva som er ønskelig å oppnå. De to mest brukte målsettinger i industrielle prosjekter er minimering av kostnader og maksimering av avkastningen (Kelley Jr., 1961).

Å styre gjennomføringen av et prosjekt omhandler både å planlegge prosjektet, styre tidsmessig fremdrift, samt kontrollere jobben som blir gjort. Alle aktiviteter som skal utføres i prosjektet er nødt til å både struktureres i sekvenser og planlegges i detalj. Dette er normalt en svært tidkrevende og kompleks oppgave. For å gjøre denne oppgaven enklere for prosjektledelsen er det utarbeidet en del metoder og verktøy som kan brukes som støtte.

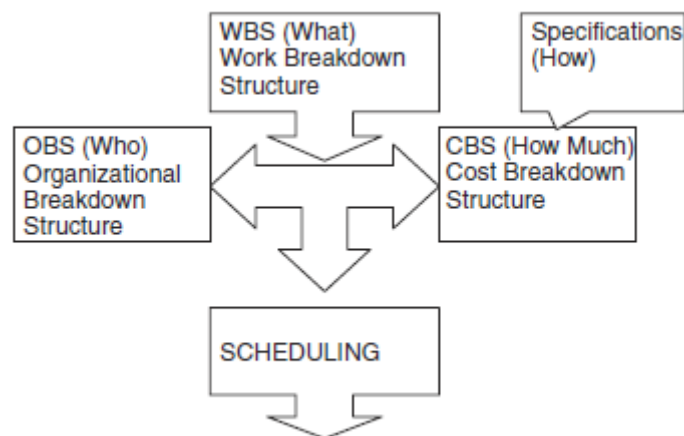
Critical Path Method og Program Evaluation and Review Technique (PERT) er metoder som kan brukes for å utarbeide fremdriftsplanen man utvikler ved hjelp av verktøy som Microsoft

Project og Primavera. S-kurven er nyttig for å illustrere arbeid som er utført og kostnader som er brukt. Arbeidsnedbrytningsstruktur, på engelsk Work Breakdown Structure (WBS), er et verktøy som brukes for å allokere ressurser til de ulike aktivitetene. Vi har også Organizational Breakdown Structure (OBS) og Cost Breakdown Structure (CBS), som er verktøy som å dekomponere henholdsvis menneskelige ressurser og prosjektets kostnader (Munier, 2013). Alle disse metodene, i tillegg til gantt-diagram, milepælsplanlegging, aktivitetsplanlegging og stedsbasert planleggingsmetode er beskrevet nærmere under.

4.2.3 Prosjektnedbrytning

Å planlegge et prosjekt innen byggebransjen er en metode for å definere hva som skal bli gjort, hvordan det skal gjøres, hvem som skal gjøre det og hvor mye vil det koste. En videre nedbrytning av disse spørsmålene vil være til god hjelp for å sette opp fremdriftsplanen for prosjektet. Følgende nedbrytninger med engelsk betegnelse er vanlig å bruke, og jeg har dermed valgt å bruke de engelske forkortelsene i oppgaven (De Marco, 2011):

- **WBS: Work Breakdown Structure** - Hva skal bli gjort
- **OBS: Organizational Breakdown Structure** – Hvem skal gjøre det
- **CBS: Cost Breakdown Structure** – Hvor mye vil det koste
 - **Spesifikasjoner:** Hvordan skal det gjøres



Figur 4 - Planleggingsprosessen, fra De Marco, 2011

Work Breakdown Structure (WBS)

Ved små prosjekter med få aktiviteter vil det som oftest holde med én person for å koordinere aktivitetene uten nevneverdige problemer. Ved større prosjekter med opptil flere tusen ulike aktiviteter vil det være en stor fordel å involvere de aktuelle partene i planen slik at man har en felles forståelse for de ulike aspektene i prosjektet. Det er mange måter å gjøre dette på, men den vanligste måten er den vi kjenner som arbeidsnedbrytningsstruktur, på engelsk Work Breakdown Structure (WBS) (De Marco, 2011).

WBS deler prosjektet i ulike komponenter basert på område, fase, funksjon eller lignende. Det høyeste nivået i WBS består av kun ett element, prosjektet. Det neste nivået blir bestående av noen få elementer, eksempelvis tømmer eller betong. Nivået under tømmer vil da igjen bli bestående av innvendig arbeid, utvendig arbeid eller lignende. Slik utvikler strukturen seg gradvis nedover i treet. Jo lenger ned i strukturen man kommer jo høyere vil detaljnivået bli (De Marco, 2011).



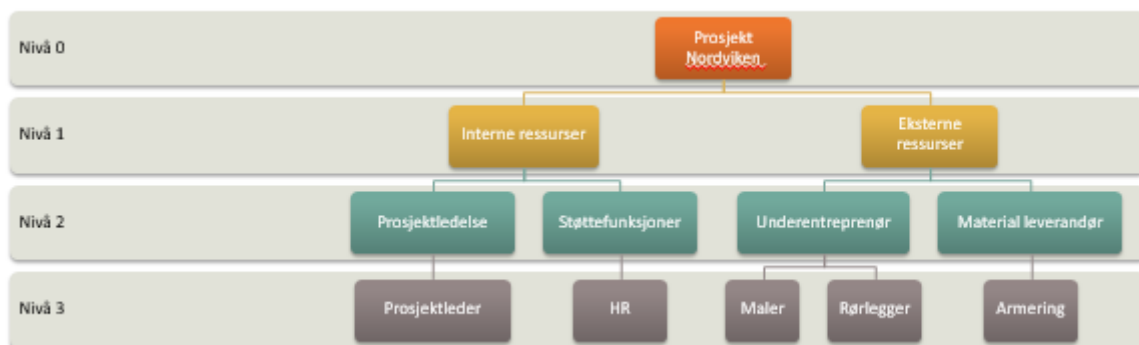
Figur 5 - Eksempel WBS Prosjekt Nordviken

Det finnes tre hovedtyper WBS, disse er (De Marco, 2011):

- **Prosjekt WBS:** Operasjonsverktøy som brukes for å forberede kontraktspartene til å observere og kontrollere arbeidet.
- **Standard WBS:** Nedbrytning av aktiviteter i tidligere prosjekter som kan brukes som en mal for nye prosjekter.
- **Kontrakt WBS:** En dekomponering av prosjektet i hovedelementer som vil bli brukt i forbindelse med måling, kontroll og betaling. Denne er mindre detaljert enn Prosjekt WBS.

Organizational Breakdown Structure (OBS)

Når vi har definert hvilke aktiviteter som skal utføres i et prosjekt er vi nødt til å inkludere de rette personene. Avhengig av prosjektet vil dette eksempelvis være arkitekter, rådgivende ingeniør bygg (RIB), elektro (EL), VVS, tømrere og støttefunksjoner som HR, IT og lignende. OBS er en praktisk metode for å dekomponere de menneskelige ressursene som trengs i prosjektet i ulike roller, hvor de ulike rollene er ansvarlig for sine bestemte aktiviteter. Vi kan dermed allokere ressurser fra OBS til aktivitetene i WBS (De Marco, 2011).



Figur 6 - Eksempel OBS Prosjekt Nordviken

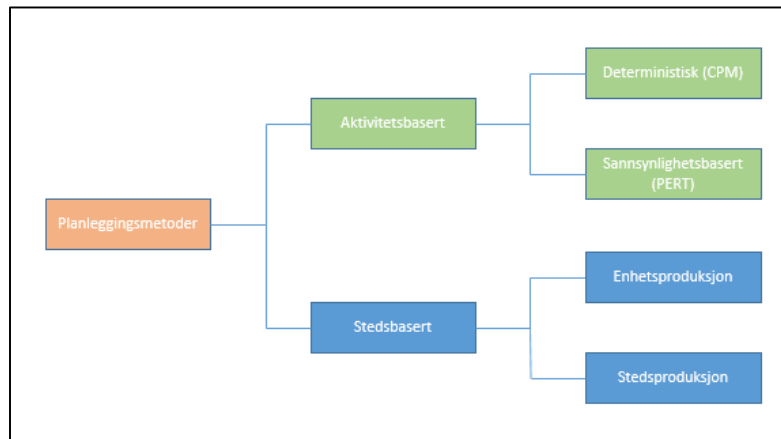
Cost Breakdown Structure (CBS)

Etter at man har definert hva som skal gjøres (WBS) og hvem som skal gjøre det (OBS) ønsker kontraktspartene å vite hvor mye prosjektet vil koste. Dette kan gjøres ved hjelp av CBS. CBS er et system for å dele prosjektet inn i et hierarkisk struktur som kategoriserer ressursene i ulike kostnadskategorier som for eksempel materialer, arbeidskraft og direkte kostnader. I tillegg representerer CBS en nedbrytning av prosjektet i kostnad per arbeidsaktivitet, slik at prosjektlederen kan følge med prosjektets fremgang fra et økonomisk perspektiv (De Marco, 2011).

4.2.4 Planleggingsmetoder

Når det kommer til å planlegge arbeid som skal utføres kan dette gjøres på ulike måter og ved hjelp av ulike teknikker eller verktøy. De ulike måtene å planlegge konstruksjoner på har vært et aktuelt tema siden slutten på 1950-tallet, med Critical Path Method (CPM), beskrevet under, som den fremtredende planleggingsmetoden å benytte seg av. Det har vært gjort flere

forsøk på å kategorisere de ulike planleggingsmetodene som har blitt diskutert gjennom historien, hvor alle har sine fordeler og ulemper (Kenley & Seppänen, 2009). Kenley og Seppänen beskriver i sin artikkel «Location-based management of construction projects: Part of a new typology for project scheduling methodologies» fra 2009, hvordan man kan dele planlegging opp i to kategorier, aktivitetsbasert og stedsbasert planleggingsmetoder.



Figur 7 – Planleggingsmetoder, fritt etter Kenley & Seppänen, 2009

I tradisjonell fremdriftsplanlegging er det stort sett aktivitetsbasert planleggingsmetode som benyttes, mens i prosjekter med repeterende oppgaver vil det være fordelaktig å benytte seg av stedsbaserte planleggingsmetoder (Kenley & Seppänen, 2009).

Aktivitetsbasert planleggingsmetode

Aktivitetsbasert planleggingsmetode bygger på et teori om at det er selve aktiviteten som skal gjennomføres som er i fokus. Fremdriftsplanen går da ut på å identifisere aktiviteter som skal utføres, bestemme varigheten på dem, samt plassere aktivitetene tidsmessig riktig etter hverandre i byggeprosessen. Aktivitetsbasert planleggingsmetode kan vi kjenne igjen fra tradisjonell industrivirksomhet der samlebåndets aktiviteter står i fokus. Det eksisterer avhengigheter mellom aktivitetene og derfor er overlapping mellom aktiviteter nødvendig for å oppnå riktig varighet av prosjektet. Overlapping vil si at en aktivitet kan starte før den forrige er avsluttet. Når disse to aktivitetene er avhengig av hverandre må bare bestemte deler av den første aktiviteten være utført før neste aktivitet kan starte. Dersom det viser seg at man ikke rekker å utføre alle aktivitetene før prosjektets slutt, det vil si for lang kritisk linje, må prosjektet «krympes». Det kan eksempelvis gjøres ved å øke overlappingen mellom aktivitetene (Kolltveit, Lereim, & Reve, 2009).

- **Kritisk Vei Metode/Critical Path Method (CPM)**

Den mest brukte planleggingsteknikken er Kritisk Vei Metode, kalt Critical Path Method (CPM) på engelsk. Denne metoden kalkulerer minimum gjennomføringstid prosjektet trenger basert på start og sluttid for de ulike aktivitetene i prosjektet. Den kritiske veien representerer aktivitetene som tar lengst tid å fullføre og blir dermed summen av alle aktivitetene som må gjennomføres i prosjektet. Kritisk vei kan defineres som den lengste mulig veien det tar å utføre de ulike aktivitetene i prosjektet. Blir det da en forsinkelse på én aktivitet langs den kritiske veien gjør dette at prosjektet blir forsinket (Hendrickson & Au, 1989).

For å benytte seg av CPM er prosjektet nødt til å være oppdelt i aktiviteter med gitt varighet og det må være avklart hvilke aktiviteter som må gjennomføres før neste aktivitet kan begynne (Hendrickson & Au, 1989).

- **Program Evaluation and Review Technique (PERT)**

PERT er en annen metode som brukes for å planlegge, organisere og koordinere produksjonen. Denne metoden ble utviklet av den amerikanske marinen på 1950-tallet for å styre ubåters missilprogram. Denne metoden innebærer statistiske sannsynligheter for varigheten til aktivitetene. På lik linje som Critical Path Method bryter også denne metoden prosjektet ned i hendelser og aktiviteter. Disse aktivitetene settes så i den riktige rekkefølgen, med rett varighet og hvilke aktiviteter som er avhengig av hverandre (Lent, 2013). Man kan dermed bruke PERT diagrammet til å vise de kritiske veiene i prosjektet. PERT skiller seg fra CPM ved at man bruker tre estimater for beregning av gjennomføringstid for aktiviteten, i motsetning til CPM som bruker ett estimat for beregning av gjennomføringstid. Dette gjør at CPM er best å benytte seg av i situasjoner der man er forholdsvis sikker på gjennomføringstiden til aktiviteten, mens PERT er best å benytte seg av hvis man er mer usikker på gjennomføringstiden til aktiviteten (Zelbst, 2016).

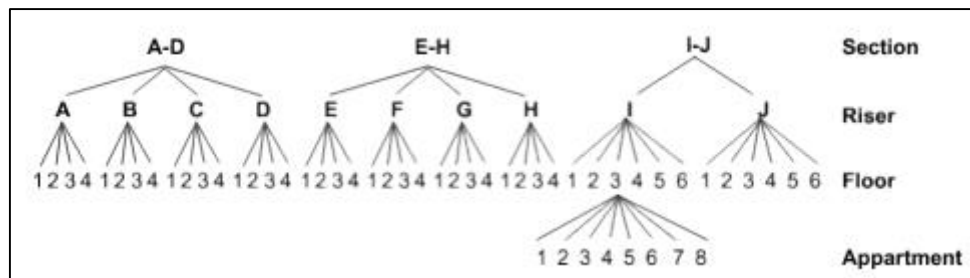
Stedsbasert planleggingsmetoder

Stedsbasert planleggingsmetode baserer seg på planleggingsmetoder som har vært brukt siden tidlig 1900-tallet. Denne planleggingsmetoden inkluderer, i tillegg til tid, også den geografiske plasseringen av jobben som skal gjøres (Kenley & Seppänen, 2009). En slik stedsbasert planleggingsmetode er vanlig å fremstille ved hjelp av skråstreksplanlegging.

Denne metoden ble benyttet ved byggingen av Empire State Building i 1929, utviklet videre av Goodyear i 1940-årene og av den amerikanske marinen på 1950-tallet (Kenley & Seppänen, 2009). Dette metodikken er godt egnet for prosjekter med lang utstrekning og repeterende arbeidsoppgaver. Eksempler på slike byggeprosjekter kan være rekkehus eller boligblokker. For å utvikle et skråstreksdiagram er det tre punkter som er kritisk å utføre/kjenne til.

- 1) Identifisere aktiviteter
- 2) Estimere produksjonsraten
- 3) Sette aktivitetene i rekkefølge

Stedsbasert planleggingsmetode, kalt Location-based management, tar utgangspunkt i de forskjellige områdene produksjonen foregår i. Prosjektets konkrete bygg dekomponeres ned i mindre områder eller soner. Fagarbeidere som skal utføre de ulike aktivitetene på bygget forflytter seg fra område til område slik at produksjonen flyter gjennom bygget. De ulike områdene blir rangert i et hierarki i et stedsnedbrytningsstruktur, på engelsk Location Breakdown Structure (LBS), som er tilpasset prosjektet. Dette gjør det mulig å styre prosjektet på et overordnet nivå, hvor eksempelvis de ulike nivåene i LBS kan være bygg, etasje, leilighet fra øverst til nederst i hierarkiet. Dette er vist med en figur under:



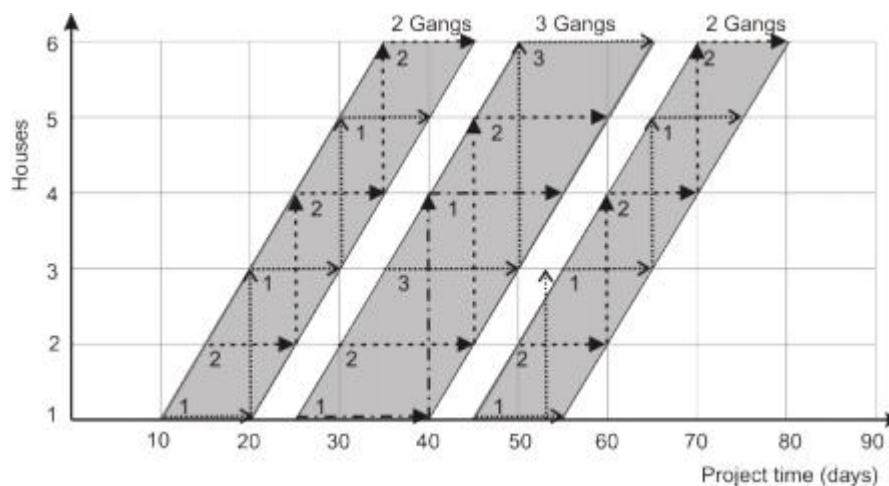
Figur 8 – LBS, fra Kenley & Seppänen, 2009

Denne typen planlegging ivaretar kontinuitet og fokuserer på økt produktivitet. Det planlegges hvem som skal arbeide hvor til enhver tid og hvilke oppgaver som skal utføres i tidsrommet. Dette vises i en fremdriftsplan hvor det blir fokusert på de repeterbare aktivitetene i de forskjellige områdene, og på denne måten får man en fremdriftsplan hvor aktivitetene gjentas. Stedsbasert planleggingsmetode har eksistert lenge, men har blitt ansett som en grafisk metode, noe som har ført til at den ikke har fått innpass i akademiske miljøer.

Dermed har den heller ikke blitt utviklet i samme grad som aktivitetsbasert planlegging. Porsche Takt, beskrevet i kapittel 0, er et godt eksempel på en metode som benytter seg av stedsbasert planleggingsmetode. De to underkategoriene av stedsbaserte planleggingsmetoder er enhetsproduksjon og stedsproduksjon (Kenley & Seppänen, 2009).

○ Enhetsproduksjon

Enhetsproduksjon fokuserer på kontinuerlige utførelse av repeterbare enheter og deler produksjonene inn etter hvilke aktiviteter som har relasjon til hverandre. Ved enhetsproduksjon er fokuset på antall produksjonsenheter per tidsperiode. Fabrikksproduksjon er et godt eksempel på enhetsproduksjon (Kenley & Seppänen, 2009). Denne metoden beskriver oppstarten av en repeterende aktivitet med én skråstrek, mens avslutningen illustreres med en annen skråstrek, i et diagram som viser antall produserte enheter opp mot tid. Dette er illustrert i figuren under. Ved en slik figur som viser start og slutt ved hjelp av skråstreker for de ulike aktivitetene kan man skille de ulike aktivitetene for å se om de kolliderer tidsmessig, samt illustrere buffere for å se hva som er akseptert variasjon i produksjonen (Kenley & Seppänen, 2009).



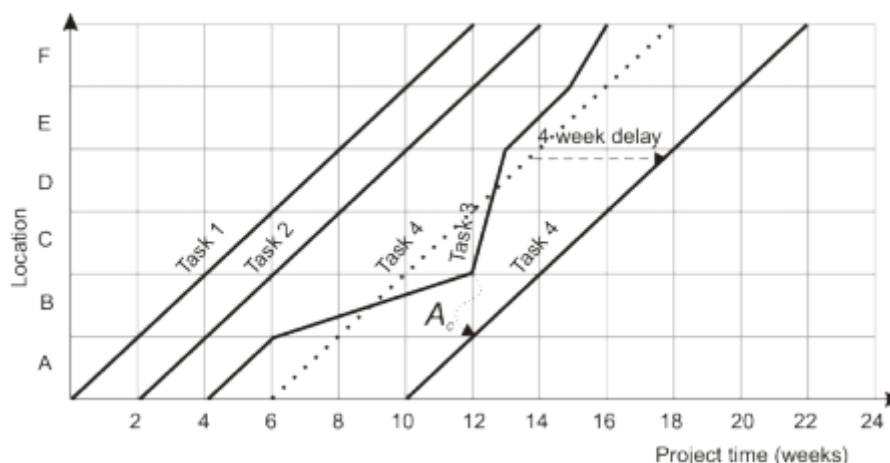
Figur 9 – Enhetsproduksjon med tre ulike aktiviteter, fra Kenley & Seppänen, 2009

På figuren over ser vi individuelle enheter som ikke har sammenheng med hverandre. Ved å illustrere skråstreker for oppstarten og avslutning av en aktivitet kan vi bruke buffere for å imøtekomme variasjon. På denne måten vil det være problemfritt å sette ulike antall arbeidere på hver aktivitet for å sørge for at de har samme fremdrift, slik at de ikke forsinker den totale

fremdriften. Pilene i figuren viser de ulike arbeidslagene og hvordan de arbeider. Ved å første bevege seg horisontalt, før de går videre i produksjonslinjen ved å bevege seg vertikalt. Når man kommer til øvre punkt på vertikale linje ser man hvor arbeidslaget skal begynne neste jobb (Kenley & Seppänen, 2009).

o Stedsproduksjon

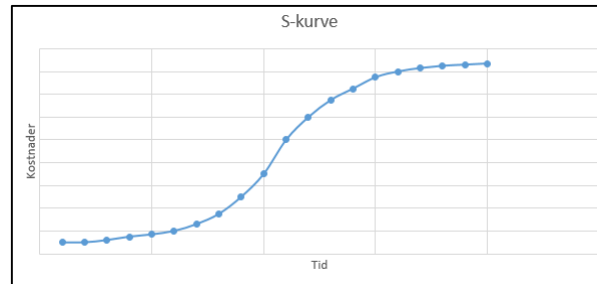
Stedsproduksjon har fokus på inndeling av produksjonsområdene og bevegelsen på de enkelte arbeidernes komplettering gjennom disse områdene, hvor man oppnår sekvensiell ferdigstilling. Her illustreres hver aktivitet med hver sin individuelle linje, hvor nederste punkt på linjen er aktivitetens startpunkt, mens sluttiden på aktiviteten er toppunktet på linjen. Når aktiviteten er ferdigstilt i et område fortsetter aktiviteten i et nytt område. En slik prosess har dermed fokus på hvor mange områder man kan ferdigstille per tidsenhet (Kenley & Seppänen, 2009). Som vi ser av figuren under begynner aktivitet 2 i lokalisasjon A, når aktivitet 1 er ferdig i lokalisasjonen. Som navnet tilsier er målet å få flyt i produksjonsprosessen ved å la aktivitetene strømme gjennom de ulike områdene, i tillegg til å åpne for variasjon ved hjelp av buffere (Kenley & Seppänen, 2009). Figuren under viser hvordan fire ulike aktiviteter flyter i prosjektet. Av figuren ser vi at en forsinkelse på aktivitet 3 i område B gir konsekvenser for aktivitet 4 i område B, da denne blir 4 uker forsinket (fra 6 til 10 uker).



Figur 10 - Stedsproduksjon: Flyt for fire ulike aktiviteter, fra Kenley & Seppänen, 2009

4.2.5 S-kurven

S-kurve er en kurve som illustrerer akkumulerte prosjektkostnader, arbeidstimer eller lignende opp mot tiden som er brukt i prosjektet. Ved å skissere denne kurven får man en s-form som er flat i starten og i slutten, med en brattere helning på midten. Det vil si at den deriverte av kurven viser hvor mye ressurser som blir brukt i prosjektet til enhver tid. Figuren under er en typisk kurve for et prosjekt, da det er i gjennomføringsfasen i prosjektet de fleste av ressursene blir brukt (Mavrotas, Caloghirou, & Koune, 2004).

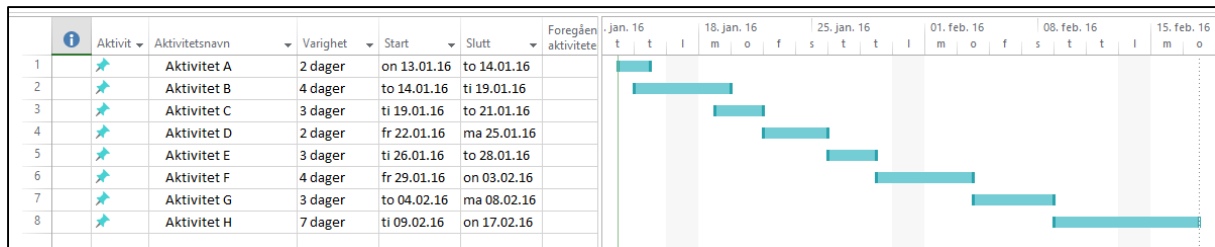


Figur 11 – Eksempel S-kurve

En S-kurve kan brukes for å følge opp fremdriften i prosjektet med tanke på ressursforbruk. Har man brukt for mye ressurser på et tidlig tidspunkt i prosjektet vil S-kurven bli brattere enn den egentlig skulle ha vært. Slik kan man styre prosjektet og ressursforbruket etter fremdriften i prosjektet.

4.2.6 Gantt-diagram

Gantt-diagram er en planleggingsmetode for fremdrift som ble utviklet av Henry Gantt rundt år 1900 (Kolltveit, Lereim, & Reve, 2009). Et gantt-diagram brukes for å visualisere arbeidstiden det tar å utføre en oppgave. Hver aktivitet er illustrert med en egen horisontal stolpe, hvor lengden på stolpen illustrerer hvor lang tid aktiviteten tar. Den horisontale aksens angir tiden, mens den vertikale aksens viser de individuelle aktivitetene (Lent, 2013). Det finnes flere ulike metoder, verktøy og programvare for å sette opp et gantt-diagram. En enkel skisse av et gantt-diagram utviklet i MS Project er vist under:

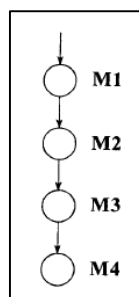


Figur 12 - Illustrasjon av Gantt-diagram

Fordelen med gantt-diagram er at det er en svært enkel og intuitiv illustrasjon som ikke krever teknologisk bakgrunn for å forstå. På denne måten kan alle fagarbeidere, BASer og funksjonærer bruke gantt-diagram sammen for å se om fremdriften stemmer med virkeligheten. Både PERT og CPM kan brukes for å utarbeide prosjektets fremdriftsplan i et gantt-diagram.

4.2.7 Milepælsplanlegging

Som et alternativ til aktivitetsbasert planlegging kan man ta i bruk milepælsplanlegging, også kalt oversiktsplanlegging. En av flere definisjoner av en milepæl er å ferdigstille en viktig eller spesiell aktivitet i prosjektet. Ved å bruke milepæler og milepælsplanlegging har man en resultatorientert planlegging i stedet for en aktivitetsbasert planlegging. Det vil si at man har fokus på «hva» man skal utføre, i stedet for å fokusere på «hvordan» det skal utføres. Man blir enig om hvilke milepæler som er prioritert å nå før andre, for deretter å sette opp en plan basert på avhengigheter mellom milepælene. Eksempelvis kan vi se på figuren under at M4 ikke kan bli oppnådd før M3 er ferdigstilt. Tilsvarende gjelder for M3 som ikke kan bli ferdigstilt før M2 er ferdigstilt (Andersen E. , 1996). Oftest er det nødvendig eller hensiktsmessig å starte arbeidet med en bestemt milepæl mens arbeidet med den forrige pågår, men man kan ikke slutføre arbeidet før den forutgående milepælen er nådd.



Figur 13 – Milepælsplanlegging, fra Andersen, 1996

Ved første øyekast kan det se ut til at aktivitetsbasert planlegging og milepælsplanlegging går ut på det samme, det gjør de ikke. Milepælsplanlegging omhandler milepæler, både underveis i prosjektet, men også for sluttresultatet for prosjektet. Den sier ingenting om aktivitetene som utføres, fokuset er kun på å oppnå milepælene. En aktivitetsresultat fremdriftsplanlegging beskriver derimot kun aktivitetene som utføres (Andersen, Grude, & Haug, 2004).

En milepælsplan er som regel lett å lese og forstå, men ikke nødvendigvis lett å lage. En milepælsplan er omtalt som en logisk plan, fordi oppsettingen krever en logisk gjennomtenkning av hvilke tilstander prosjektet må igjennom for å nå målene (Andersen, Grude, & Haug, 2004).

4.3 Gjennomføring prosjekt Nordviken blokk C og D

I dette delkapittelet vil jeg presentere gangen i hvordan MMB gjennomfører sitt prosjekt Nordviken blokk C og D. Da alle prosjektlederne i MMB har samme tilnærming til gjennomføringsfasen vil jeg kunne definere dette som «tradisjonell prosjektgjennomføring i MMB». Det er viktig å påpeke at det vil være små individuelle forskjeller i fremgangsmåte blant prosjektlederne på de ulike prosjektene. Informasjonen om gjennomføringen av prosjekt Nordviken blokk C og D er innhentet på bakgrunn av samtaler med prosjektleder prosjekt Nordviken, driftssjef i MMB, samt enkelte andre funksjonærer i MMB.

4.3.1 Fremdriftsplanlegging

Fremdriftsplanleggingen i MMB per dags dato tar utgangspunkt i erfaringsbaserte tidsenheter som også blir benyttet ved kalkulasjon av anbudet.

Per dags dato utføres fremdriftsplanleggingen i MMB etter prinsippene for tradisjonell fremdriftsplanlegging som er beskrevet i kapittel 0. Fremdriften planlegges ut i fra varigheten på aktiviteten og hvilke aktiviteter som må fullføres før neste kan begynne. Dette vil si at man forsøker å minimere gjennomføringstiden ved å ha fokus på at påfølgende aktivitet skal kunne begynne så tidlig som mulig. Selve fremdriftsplanen blir presentert ved hjelp av gantt-diagram utviklet i programmet Microsoft Project.

4.3.2 Anbud

Ved oppføring på et nytt bygg vil byggherren (BH) legge ut jobben på anbud slik at ulike entreprenører har mulighet til å komme med sine pristilbud. Doffin.no viser porteføljen av offentlige oppdrag som er ute på anbud til enhver tid. Ved en anbudskonkurranse er det forbudt å forhandle om anbudet, samt endre anbudet etter anbudsfristens utløp (Urbye, 2007). Byggherren står fritt til å velge entreprenør, men i mange tilfeller vil det være pris og/eller kvalitet som er avgjørende for valget. Andre kriterier som vurderes kan være referanseliste, arbeidsforhold ved bedriften eller pålitelighet (Kolltveit, Lereim, & Reve, 2009). Å utarbeide et anbud er en svært tidkrevende prosess, men samtidig helt prekær for å få nye prosjekter i porteføljen til entreprenøren.

Ved kalkulering av anbud hos MMB deles alle aktiviteter i et byggeprosjekt opp i mindre delaktiviteter. På slutten av 1970-tallet ble alle disse delaktivitetene målsatt med hvor lang tid

man brukte på hver aktivitet. Disse erfaringstallene benyttes for å regne ut hvor mange arbeidsdager (A) som går med for å utføre en delaktivitet. Den generelle formelen for å regne ut antall arbeidsdager per delaktivitet er:

$$A = \frac{\text{Produktivitet} * \text{Mengde}}{\text{Bemanning} * \text{timer per arbeidsdag}}$$

Eksempelvis er erfaringstallet som er brukt på forskaling 0,7 timer per m². Skal man forskale 43,5m² vil det da si at man trenger 30,45 timer. Fordeles disse timene på 7,7 timer per arbeidsdag og to mann vil man få antall dagers jobb:

$$A = \frac{0,7 \text{ timer per m}^2 * 43,5\text{m}^2}{2 \text{ mann} * 7,7 \text{ timer per arbeidsdag}} = 2,07 \text{ arbeidsdager}$$

Basert på denne nedbrytningen av aktiviteter kan man summere opp totale arbeidstimer for tømmerarbeid på prosjektet i sin helhet. For prosjekt Nordviken blokk C og D er kalkulert timeverk brukt på tømmer satt til 10800 timer. Ved å fordele disse timene på 7,7 timer per arbeidsdag, som er gjennomsnittlig arbeidsdag i MMB for fagarbeiderne, ser vi at vi får 1402 arbeidsdager med tømmerarbeid på blokk C og D. På bakgrunn av dette kan mannskapsbehovet planlegges (Fjeldstad, samtale, 12. januar 2016). Denne planleggingen blir beskrevet nærmere i kapittel 4.3.3. Timeverkkalkylen for prosjekt Nordviken blokk C er vist i vedlegg A.

4.3.3 Oppdeling i mindre aktiviteter

Etter at anbudet er vunnet og man er blitt tildelt jobben begynner arbeidet med å dele opp arbeidsoppgavene i mindre aktiviteter, såkalt prosjektnedbrytning eller WBS, beskrevet i kapittel 4.2.3. Ansatt i MMB, Per Fjeldstad, påpekte i samtale 12.01.16 at det er vanlig å begynne fremdriftsplanleggingen med å se på de store aktivitetene i gjennomføringsfasen. Det vil si å tidfeste betongarbeid, tømmerarbeid og UE-arbeid som muring, flisarbeid og lignende. Ut ifra dette kan man fastsette milepæler for når disse aktiviteten skal være ferdigstilt. Dette kan da sees på som milepælsplanlegging som er beskrevet tidligere i oppgaven. En viktig milepæl å styre mot er tett tak, da innendørs arbeid ikke kan begynne før dette er på plass.

Etter at man har tidfestet de største aktivitetene og milepælene i prosjektet bryter man disse aktiviteten ned i mindre underkategorier, ved hjelp av WBS (beskrevet i 4.2.3). Eksempelvis brytes kategorien «montering vinduer» i timeverkkalkylen ned i underkategoriene «montering vinduer» og «utforing og listing av vinduer». For prosjekt Nordviken blokk C gjøres dette for

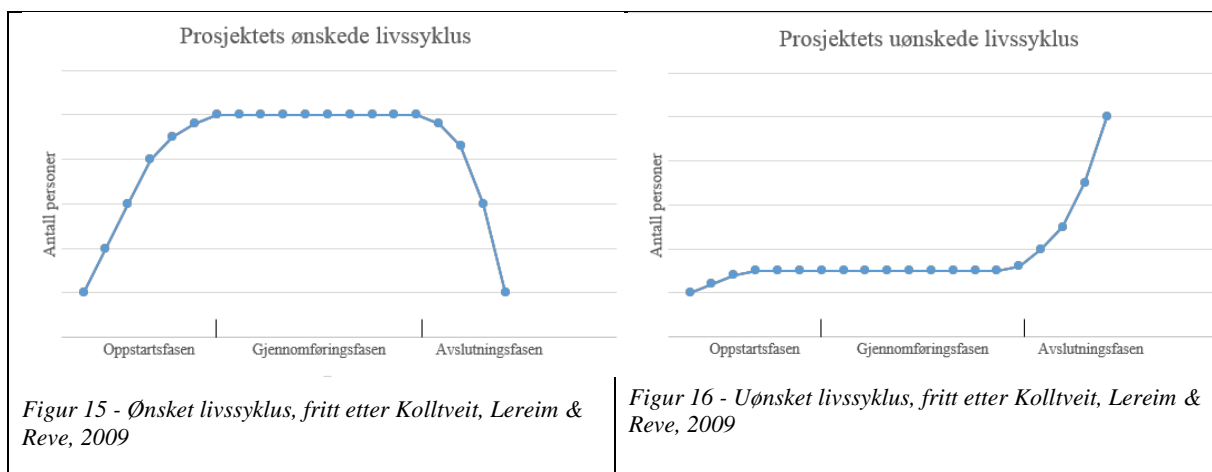
alle de ulike vindustypene i bygget, V00 – V07. Man vil da bli stående med et visst antall timer for «utforing og listing av vinduer» og et visst antall timer for «montering vinduer». I prosjekt Nordviken blokk C ble dette antatt å bli henholdsvis 472,9 timer og 202,7 timer. Dette kan man igjen bruke til å planlegge ressursbehovet basert på hvor lang tid man planlegger å bruke på aktiviteten (Svenkerud, Samtale, 20. januar 2016).

KLASSIFISERTE VINDUER - Montering inkl hjelpematriell				Montering Vinduer	Utforing og listing vinduer
12.23.5.6					
12.23.5.7	RJ1.12111-2	KLASSIFISERTE VINDUER V-00	4 stk	2,3	2,8
12.23.5.8	RJ1.12111-2	KLASSIFISERTE VINDUER V-01	18 stk	3,3	17,7
12.23.5.9	RJ1.12111-2	KLASSIFISERTE VINDUER V-02	60 stk	4,3	77,6
12.23.5.10	RJ1.12111-2	KLASSIFISERTE VINDUER V-03	44 stk	4,9	64,0
12.23.5.11	RJ1.12111-2	KLASSIFISERTE VINDUER V-04	4 stk	4,5	5,4
12.23.5.12	RJ1.12111-2	KLASSIFISERTE VINDUER V-05	2 stk	5,3	3,2
12.23.5.13	RJ1.1212222	KLASSIFISERTE VINDUER V-06	2 stk	4,4	2,7
12.23.5.14	RJ1.1212222	KLASSIFISERTE VINDUER V-07	4 stk	6,0	7,2
12.23.5.15	RJ2.216-2----	KLASSIFISERTE BALKONGDØR D01	16 stk	4,6	22,2
Sum					
				202,7	472,9

Figur 14 - Dekomponering av aktiviteten "montere vinduer" på prosjekt Nordviken blokk C og D

4.3.4 Ressursplanlegging

De ulike fasene på et prosjekt stiller ulike krav til mannskapsbehovet til prosjektet. Denne fordelingen av personell gjøres av driftssjefen i samarbeid med de respektive prosjektlederne og formennene. I enkelte faser av prosjektet vil det eksempelvis være et stort behov for tømrere og forskalingsnekkere, mens i andre faser vil det være UE som er størst representert ved eksempelvis murere og flisarbeidere. Vanligvis vil et prosjekt ha lite mannskapsbehov i oppstartsfasen, størst behov i gjennomføringsfasen og mindre behov i slutfasen (Kolltveit, Lereim, & Reve, 2009). Dette er illustrert på figuren under:

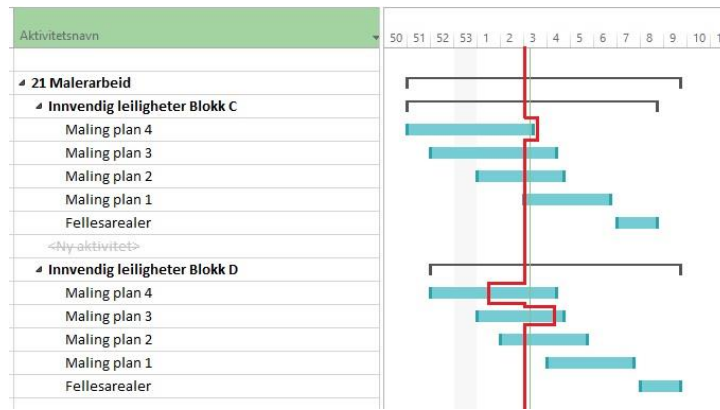


Som det ble nevnt i delkapittelet om anbudsprosessen baseres fremdriftsplanleggingen og ressursplanleggingen på hva som er kalkulert av arbeidstimer på prosjektet i anbudet. Er timeverket for tømmerarbeid i blokk C beregnet å bli 5688 timer er det nødvendig å tildele nok mannskap på prosjektet for å bli ferdig innen fristen. Helt enkelt kan man si at arbeidstiden halveres ved å doble mannskap. Dette er ikke nødvendigvis helt korrekt, da man har flere usikkerhetsmomenter å ta hensyn til. Er det begrenset med tømmerkapasitet i firmaet kan det føre til at man har innleid kompetanse fra bemanningsbyråer. Dette er da personell som ikke er kjent med prosjektet, og som vil ha lenger oppstartstid for å bli kjent med arbeidsoppgavene enn de som er fast ansatt og kjenner prosjektet godt. Et annet usikkerhetsmoment, som alltid oppstår når det er mennesker man jobber med, er at det er individuelle forskjeller fra person til person. Erfaringstallet som brukes for å beregne hvor lang tid en delaktivitet tar er kun en gjennomsnittsberegning. En fagarbeider med kortere ansiennitet i byggebransjen vil trolig bruke lenger tid på en aktivitet enn en mer rutinert fagarbeider.

I MMB utarbeides det detaljerte ukeprogram som viser hvilke arbeidsoppgaver som skal utføres de neste to ukene, samt hvem som skal utføre arbeidsoppgaven. Dette gjøres for at arbeidsoppgavene skal komme i logisk rekkefølge, unngå dødtid på arbeidsplassen og for å ha høyest mulig utnyttelse av fagarbeiderne. Ut i fra dette ukeprogrammet ser man hvilke arbeidsoppgaver som skal utføres de kommende to uker. Ser man dette opp mot hvor mange arbeidstimer aktivitetene er antatt å ta kan man vurdere om man har hensiktsmessig antall fagarbeidere for å gjennomføre aktivitetene. Er konklusjonen at man har unødvendig mange fagarbeidere på prosjektet vil man frasi seg mannskap til et annet prosjekt. Har man derimot for få arbeidere vil man være nødt til å ytre et ønske om flere fagarbeidere (Svenkerud, Samtale, 20. januar 2016). Et eksempel på ukeprogram for uke 2-3 på prosjekt Nordviken blokk C og D er vist i vedlegg D. Dette ukeprogrammet brukes som et hjelpemiddel for å tegne opp fremdriftsfronten på hovedfremdriftsplanen.

4.3.5 Fremdriftsfront

Fremdriftsfronten gir en grafisk fremstilling av om man er før eller etter planlagt fremdrift. Et eksempel på en fremdriftsfront er vist på figuren under:



Figur 17 – Illustrert eksempel fremdriftsfront

Fremdriftsfronten er eksemplifisert ved et reelt utdrag fra hovedfremdriftsplanen som omhandler maling i innvendig leiligheter i blokk C og D. Den røde streken på figuren viser fremdriftsfronten på prosjektet og den illustrerer om prosjektet ligger før eller etter planlagt fremdrift for prosjektet. Den vertikale streken som begynner mellom uke 2 og 3 illustrerer dagens dato, og et skift i denne mot høyre eller venstre vil si at det er avvik fra planlagt fremdrift. Av figuren over ser vi at maling i plan 4 i blokk C er ferdigstilt og ligger litt foran planlagt fremdrift. Litt foran planlagt fremdrift er også tredje etasje i blokk D. Derimot ligger maling plan 4 i blokk D omtrent 2 uker bak planlagt fremdrift for prosjektet. En slik fremdriftsfront tegnes inn på den totale fremdriftsplanen med jevne mellomrom, hver 2.-4. uke. Ut i fra denne fremdriftsfronten utarbeides ukeprogrammet som ble beskrevet under «ressursplanlegging».

4.3.6 Flytskjema for aktiviteter

For å få en god oversikt over hvilke aktiviteter som avhenger av hverandre settes det opp et flytskjema over aktivitetene. En aktivitet som kan utføres uhindret kalles en sunn aktivitet. På prosjekt Nordviken blokk C og D ble flytskjemaet utarbeidet fra uke 2 til uke 18, det vil si i det arbeidet med innvendig gipsing av vegger og arbeidet med innvendig himling ble igangsatt. For å få flyt i arbeidet er man avhengig av å planlegge aktivitetene slik at fagarbeiderne ikke blir stående på samme sted samtidig å utføre aktivitetene. Man ønsker også å ha utnyttet fagarbeiderne i så stor grad som mulig til verdiskapende arbeid. Samtidig er det en del avhengigheter, eksempelvis at sparkling og maling av vegg og himling er nødt til å komme før parketten legges og kjøkkenet monteres. Mange av avhengighetene er ikke et

absolutt krav, men erfaringsbaserte løsninger for å effektivisere prosessen. Flytskjemaet til prosjekt Nordviken blokk C og D, fra uke 2 til uke 18, er vist i vedlegg H.

4.3.7 Prosjektets økonomi

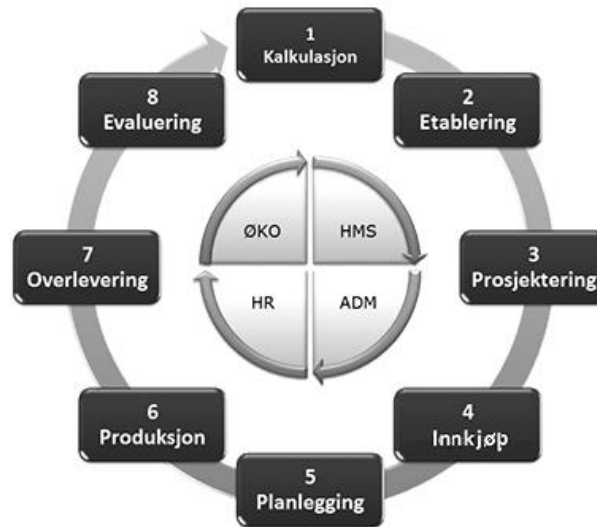
Den økonomiske driftsrapporten for prosjekt Nordviken blokk C og D er presentert i vedlegg C. Her viser «opprinnelige budsjett» det planlagte budsjettet som er levert i henhold til anbudet. Posten «budsjett» viser det flytende budsjettet, hvor det påløper ekstra utgifter utover det som er planlagt i anbudet. «FG» står for ferdiggrad og viser hvor stor andel av de ulike aktivitetene som er ferdigstilt. Ved arbeid av UE er dette enkelt å avregne da dette baserer seg på utført arbeid. Ved egne arbeider som tømmer og betong gjøres denne avregningen basert på hvor store mengder av arbeidet som er ferdigstilt. «Bokført (kostnad)» vil si hva av kostnader som er dokumentert/fakturert per dags dato. Summen av «Bokført (kostnad)» og «Korreksjon» skal tilsvare beløpet som er avregnet (Iversen, samtale, 20. april 2016).

Når det gjelder sluttprognosen viser gjenstående kostnad det beløpet som gjenspeiler den arbeidsmengden som gjenstår i arbeidet. I vårt eksempel i vedlegg C viser det at det gjenstår 4.189.970,- i rørleggerarbeid ut i fra kontraktssummen. Prognosen viser den planlagte sluttsummen som, hvis alt går etter planen, skal tilsvare summen av det som er avregnet fra dagens situasjon og «Gjenstående kostnad» fra sluttprognose.

Nederst til høyre i driftsrapporten vises DG (dekningsgraden) for prosjekt Nordviken, som er beregnet å bli 9,6%. Dette er det som blir omtalt som DG1. Ved presentasjon av driftsregnskap etter årsslutt omtales også DG3. Dette vil si dekningsgraden inkludert fratrukk for administrasjonsutgifter (Iversen, samtale, 20. april 2016).

4.3.8 MMBs intranett

MMB har sitt eget intranett hvor de ansatte blant annet kan bli oppdatert på nyheter innad i BackeGruppen, få hjelp med støttefunksjoner og få tilgang til oppslagsverk som standarder og leverandørinformasjon. For å sørge for kvalitet i hvert ledd i organisasjonen og de unike prosjektene er det utviklet et total kvalitetssystem (TKS). Et hjelpemiddel for å følge opp TKS er prosesshjulet man finner på MMB sitt intranett. Dette hjulet illustrerer gangen i et prosjekt fra man begynner kalkulasjonen til man evaluerer prosjektet etter overlevering. Trykker man seg videre inn på de ulike punktene i prosesshjulet finner man nødvendige rutiner og hjelpemidler for å utføre nødvendig dokumentasjonsarbeid knyttet til aktiviteten.



Figur 18 - Total kvalitetssystem prosesshjul, fra BackeGruppens intranett, 2016

4.3.9 Prestasjonsbasert lønningssystem

Det meste av arbeidet som blir utført av MMB egne fagarbeidere blir utført på akkord. Kort fortalt går dette ut på at desto raskere man arbeider, desto mer vil hver enkelt fagarbeider tjene, og desto mer vil MMB tjene. Dette er dermed et prestasjonsfremmende verktøy for både hver enkelt arbeider og MMB i sin helhet. Ulempen med akkordarbeid er at det kan føre til at arbeidet tidvis går for fort. Dette kan føre til loddavvik på vegger, ujevne overflate og generell lavere kvalitet på arbeidet som utføres (Knippa, 2006).

Grunnarbeiderne hos MMB står utenom akkordlaget og deres lønn påvirkes følgelig ikke av hvor raskt de arbeider. Årsaken til dette er at grunnarbeidernes oppgaver er vanskeligere å måle da deres rolle innebærer alt fra rydding, fying, tildekking, mottak og administrering av materiell, tilrettelegging, sikring, strøm osv. Dette er stort sett oppgaver planlagt i samarbeid med formann på byggeplassen. Grunnarbeiderne har en viktig funksjon på byggeplassen i form av å holde generell orden, noe som igjen fordrer til god HMS (Knippa, 2006).

Mens fagarbeiderne hos MMB innehar gode akkordordninger belønnes formenn og prosjektledere med bonusordninger i tillegg til deres fastlønn. Disse bonusene utbetales årlig, og varierer avhengig av MMB sitt resultat og prestasjoner.

4.3.10 Digitale verktøy

Det er utviklet mange ulike verktøy som har til hensikt å effektivisere og forenkle jobben med fremdriftsplanleggingen i byggebransjen. Noen verktøy er mer avanserte og er derfor dyrere enn andre. Selv om man tar i bruk et godt verktøy til planlegging er det viktig å huske på at det er den informasjonen man setter inn i programmet som blir styrende for hvor godt resultat man får. De digitale verktøyene som er mest brukt i forbindelse med fremdriftsplanlegging er presentert under.

Microsoft Office Excel:



Microsoft Excel er et regneark basert program der man kan utføre matematiske beregninger, analysere informasjon, behandle lister og talldata. Programmet innehar en del formler og funksjoner og kan også brukes til å skissere diagrammer og grafer (Microsoft Office, 2016). I

MMB brukes Microsoft Office Excel blant annet til å utarbeide timeverk og detaljerte fremdriftsplaner for to uker av gangen.

Microsoft Project:

MS Project er et planleggingsverktøy utviklet av Microsoft for å utviklet planer, tildele ressurser til arbeidsoppgaver, styre prosjektbudsjettet, følge opp prosjektfremdriften, samt analysere arbeidsmengden



til enhver tid. I tillegg støtter det muligheten for direkte video- og talekommunikasjon, kalt VTC (Video Tele Communication) (Microsoft, 2016). Microsoft Project fås i to ulike versjoner, en for privatpersoner og en for bedrifter. Ingen av versjonene kommer som en del av den grunnleggende Officepakken. I MMB er det MS Project som benyttes for å utvikle og fremstille hovedfremdriftsplanene for prosjektene.

ISY ByggOffice:



ISY ByggOffice er et informasjonssystem utviklet av Norconsult Informasjonssystemer (NoIS). ISY ByggOffice er utviklet for entreprenører,

boligprodusenter og håndverksbedrifter og tilbyr en komplett løsning innen kalkulasjon og produksjonsoppfølging for byggebransjen. Programvaren ivaretar viktige forretningsprosesser for kunden som skal bidra til å sikre attraktive prosjekter, gjennomføre prosjektene med gode marginer og føre løpende kontroll på inntekts og kostnadsutviklingen. ISY ByggOffice er tilpasset slik at brukere med ulike roller er delaktige i løsningen og i fellesskap er med på å utvikle informasjonsgrunnlaget og sikre økt verdi i prosjektene. De ulike rollene innebærer kalkulatører, anleggsledere, prosjektledere og ledelse. Norconsult sine informasjonssystemer bygger på kunnskap om bransjen og utvikles i samarbeid med de aktuelle brukerne (Norconsult Informasjonssystemer, 2016).

Vico Control 2009:

Dette programmet er ikke i bruk hos MMB per dags dato. Vico Control er et verktøy som benyttes ved stedsbasert fremdriftsplanlegging, da det gir muligheten for å illustrere skråstreksplanlegging. Da MMB per dags dato i hovedsak utfører fremdriftsplanlegging som baserer seg på aktivitetsbaserte metoder har de ikke benyttet dette programmet i fremdriftsplanleggingen.



Vico Control™ er en unik, stedsbasert planleggingssystem. Ved å benytte Vico Control™ kan man komprimere planer uten å øke risikoen ved prosjektet. Programmet gjør slik at brukere enkelt kan se konflikter i planleggingen ved å sette prioriteter på hvilke aktiviteter som avhenger av hverandre. Selv om Vico Control™ kan utvikle skråstreksdiagrammer, tilbyr det også muligheten for å lage nettverksdiagrammer og gantt-diagrammer. Alle disse tre ulike fremstillingsmåtene av aktiviteter vil til enhver tid være synkronisert i programmet (Vico Software, 2016).

4.4 Toyota Production System (TPS)

I dette kapitlet vil jeg beskrive TPS oppsto og hva som inngår i dette begrepet. I tillegg vil jeg redegjøre for en del relevante begreper innen TPS. Dette er begreper som også er relevante med hensyn på lean, da lean bygger på TPS.

4.4.1 Opprinnelsen til samlebåndproduksjon

Allerede på 1450-tallet ble det brukt prosesstenking i produksjonen av varer på fabrikker i Venezia. Likevel er det Henry Ford som omtales som den første personen som tok i bruk samlebåndproduksjon i sin produksjon av Ford modell T i 1913. Henry Ford sitt uttalte mål var «To put the world on wheels» og for å gjennomføre dette mente han at standardisering i produksjonsfasen og lave kostnader var avgjørende. Originalt bygget Ford bilene sine på samme måte som alle andre bilprodusenter – en bil av gangen. Understellet ble plassert i ro, mens mekanikere og montører monterte de nødvendige delene. Henry Ford så mulighetene for å få mer flyt i produksjonsprosessen ved at understellet ble sendt rundt til lag av mekanikere og montører i stedet for at mekanikerne og montørene flyttet seg til understellet. På denne måten kunne han standardisere arbeidet slik at hver mekaniker hadde sin jobb som han ble spesialist på. Likevel ble ikke resultatet slik Henry Ford hadde håpet på, produksjonsnivået var fortsatt lavt og kostnadene ved å produsere dem var for høye. For å løse denne utfordringen mente Ford at automatisering var løsningen. De utviklet maskiner til å lage store mengder av delene de trengte til bilene, samt en løsning hvor delene ble montert på rett kjøretøy med en gang de ble laget (Ford, 2016). Ford delte opp fabrikken slik at de ulike arbeidsoperasjonene kom i logisk rekkefølge etter hverandre og den ikke-verdiskapende tiden mellom arbeidsoperasjonene ble minimert.

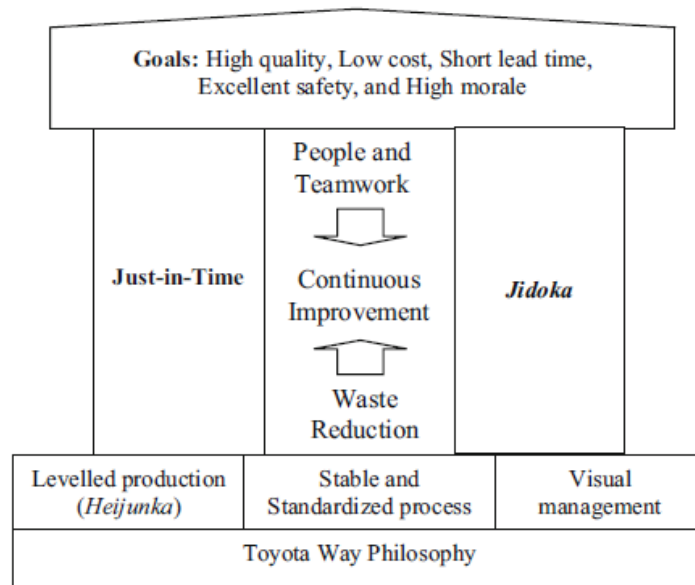


Figur 19 - Samlebåndproduksjon hos Ford, fra Ford, 2016

4.4.2 Toyota Production System (TPS)

Toyota Motor Corporation ble etablert i 1937 av Kiichiro Toyoda. Han tok da i bruk sin fars filosofi fra tekstilindustrien som utgangspunkt for å skjønne hvordan han kunne videreutvikle Ford sitt produksjonssystem. Kiichiro var opptatt av å identifisere, analysere og eliminere et problem med en gang det oppsto. I tillegg var han opptatt av å skape flyt i produksjonen ved å eliminere all lagerbeholdning og bare produsere det kundene trenger. Dette var opprinnelsen til begrepene jidoka og Just-In-Time (JiT), som begge er svært relevante i Toyota Production System (TPS) (Modig & Åhlström, 2012). Jidoka er japansk og betyr «aldri la en feil fortsette til neste stasjon». Ideen med jidoka er å fange opp feil på et tidlig tidspunkt i prosessen for å unngå at unødvendig mye tid går med på feilsøking etter hvor feilen er (Gao & Low, 2014). Jidoka gjør at man unngår sløsing ved produksjon av defekte produkter og er svært viktig ved taktplanlegging. JiT handler om å skape flyt i produksjonen ved å eliminere all lagerbeholdning og bare produsere det kundene etterspør. Dette gjør at produktene får lavest mulig gjennomløpstid i produksjonsfasen, mens den verdiskapende tiden blir størst mulig. I tillegg unngår man at lagervare blir liggende å binde kapital. Både taktplanlegging, JiT og jidoka blir beskrevet senere i kapittelet.

Toyota Production System (TPS) ble utviklet noen år etter at Kiichiro Toyoda etablerte Toyota Motor Corporation. Taiichi Ohno har blitt kreditert for tankesettet som ble utviklet på starten av 1950-tallet hos Toyota Motor Corporation som fokuserte på å redusere sløsing og ikke-verdiskapende arbeid. Til tross for at Ohno hadde latt seg inspirere av Ford sin masseproduksjon i utviklingen av TPS, så han også at det var elementer som kunne forbedres i dette tankesettet. Den amerikanske ingeniøren Edward Deming anbefalte japanerne å endre til en mer systematisk tilnærming til problemløsning. Dette ble etter hvert kjent som Deming-syklus, også kalt Plan-Do-Check-Act (PDCA). Dette, i tillegg til JiT og jidoka, er en svært viktig grunnpilar innen TPS og kontinuerlig forbedring (Kaizen) (Gao & Low, 2014). Disse grunnpilarene er illustrert på TPS-huset i figuren under.



Figur 20 – Toyota Production System, fra Gao & Low, 2014

TPS-huset viser hvordan reisverket i TPS, JiT, jidoka og kontinuerlig forbedring, er verktøy som brukes for å gi høy kvalitet, lave kostnader, lav gjennomføringstid, trygt arbeid og høy moral. Alle disse punktene er effekter man kan oppnå ved å ta i bruk TPS og lean i prosjekter.

De tre fundamentene i TPS-huset er illustrert med Heijunka, stabil og standardisert prosess og visuell ledelse. Heijunka vil si å utjevne arbeidsmengden. I løpet av en tidsperiode jevner man ut typen og kvantiteten av produksjonen av enten et produkt eller en tjeneste. Dette gjør at man oppfyller kundens krav ved å unngå oppsamling av bestillinger som igjen minimerer lagerbeholdningen, kostnadene, arbeidskraften og gjennomføringstiden til produktet (Six Sigma, 2016). En stabil og standardisert prosess hjelper til med å redusere feil og mangler i produksjonen, i tillegg til at en standardisering av arbeidsoppgavene gjør at produksjonen går raskere. Visuell ledelse benyttes for å øke kvaliteten i produksjonen (Gao & Low, 2014).

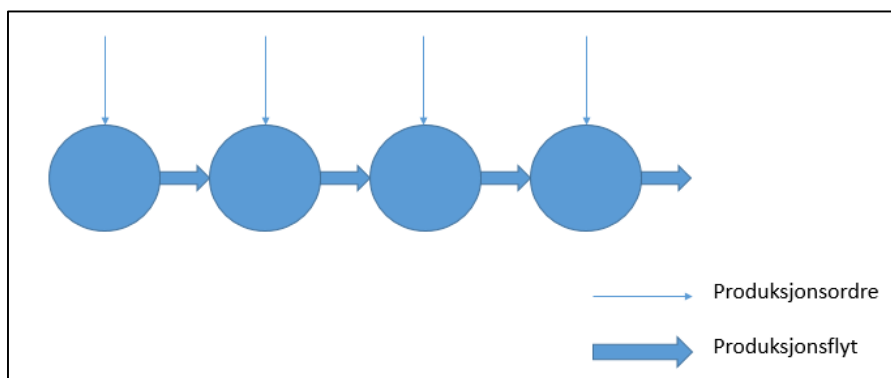
Helt i grunnen i TPS-huset ser vi at «Toyota Way Philosophy» er plassert. Dette fordi man er helt avhengig av å ha en grunnleggende kultur og tankesett for å implementere TPS. Har man ikke filosofien eller kulturen på plass vil man ikke kunne benytte seg av verktøyene man finner i lean for å oppnå ønsket effekt.

Det er mange ulike definisjoner av TPS, men de fleste omhandler det samme. Én av definisjonene utviklet av John Shook lyder: «En produksjonsfilosofi som korter ned tiden mellom varebestillingen og leveringen ved å eliminere sløsing» (Liker & Womack, 1998).

Det er viktig å være klar over at TPS er mer enn verktøyene man kan ta i bruk for å oppnå reduksjon av ikke-verdiskapende arbeid. TPS er med andre ord et system, ikke et sett med isolerte måter å utføre aktiviteter på (Liker & Womack, 1998). TPS går ut på å øke flyteffektiviteten i produksjonen ved å minimere ikke-verdiskapende arbeid, arbeid som ikke gir direkte verdi til produktet. For å fokusere på flyteffektivitet definerte Womack og Jones (1996) tre elementer; flyt, pullsystem og mål om perfekt produksjon.

4.4.3 Push- og pull-system

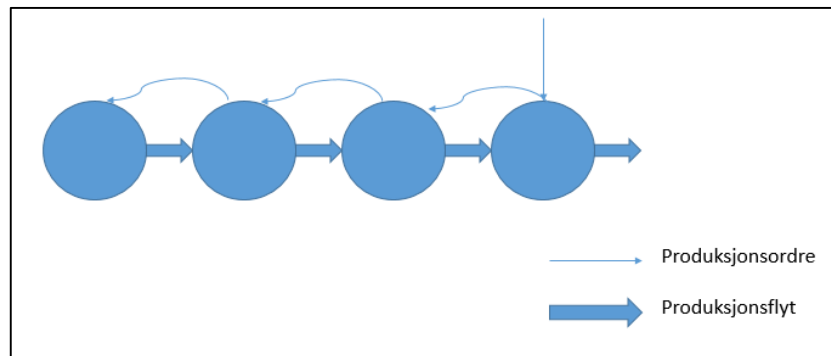
Et push-system er den planleggingsteknologien eller det beordringssystemet som tradisjonelt er blitt brukt. Dette systemet baserer seg på estimer over fremtidig behov, det styrer altså etter forventninger om hva som skal bli bestilt. Ved push-system får hvert produksjonsledd jevnlig ordre om hva og hvor mye som skal produseres når, og går alt etter planen skal dette sikre levering til forventet tid. Ofte gjør mangfoldet og kompleksiteten i bestillinger at faktisk produksjon avviker fra planlagt produksjon. Det kan eksempelvis dreie seg om dårlig kvalitet, ansatte som ikke kommer på jobb og hasteordrer som må tas hånd om. Dette kan føre til opphopninger i systemet slik at fremdriftsplaner blir forsinket og bedrifter forsøker å sikret seg ved å operere med sikkerhetslagre (Nilssen & Skorstad, 1994).



Figur 21 – Push-system

Som et alternativ til push-system ble det utviklet et pull-system. Dette kom som en konsekvens av at Japan og Toyota ovenfor en knapphetsøkonomi med mangel på teknologiske, råmateriale og finansielle ressurser etter krigen og man ble tvunget til å produsere på en mer effektiv måte (Modig & Åhlström, 2012). Et pull-system går ut på at det ikke produseres produkter før man vet eksakt hva kunden ønsker. Dette gjorde at man kunne unngå at store verdier ble fastlåst på lager og på denne måten binder kapitalen. Dette pull-

systemet hindrer altså sløsing ved overproduksjon og lagerhold. Dette er et viktig prinsipp i lean og er også viktig å skjønne for å forstå JiT. Pull-systemet vil si at produksjonen styres etter faktiske behov i stedet for forventede behov. Med dette menes at den opprinnelige produksjonsordren går inn til siste ledd i produksjonskjeden. På bakgrunn av denne ordren melder så siste ledd fra om sine behov til foregående ledd. På denne måten forplanter behovet seg fra siste ledd i produksjonskjeden til første ledd med et slag «sug» (pull) (Nilssen & Skorstad, 1994). Dette er vist i figuren under.



Figur 22 - Pull System

4.4.4 Just-in-Time (JiT)

«In a period of low economic growth, overproduction is a crime» -Taiichi Ohno

Som det er nevnt tidligere ble JiT introdusert på 1950-tallet av Taiichi Ohno. Denne tankegangen ble utviklet i en tid med svak økonomisk vekst, og dermed et ønske om å ikke binde kapital til store lagerbeholdninger (Dennis, 2007). JiT-produksjon vil si å produsere den riktige varen til riktig tid i riktig antall. Dette vil si at JiT fokuserer på et pull-system i stedet for et tradisjonelt push-system. I en ideell JiT verden vil produksjonen igangsettes når kunden bestiller et ferdig produkt. En fordel med et slikt system er at lagerbeholdningen blir minimert, man slipper å binde kapital i bedriften. En annen stor fordel med et JiT-system er produktkvaliteten. Ved å produsere deler i små kvantum kan bedriftene detektere og raskt forbedre kvaliteten om det er feil og mangler på produksjonsvaren. De blir dermed ikke sittende med store lagerbeholdninger med defekte produkter (Dennis, 2007).

I boken «Becoming Lean» av Liker (1998) blir det beskrevet at følgende to antakelser må forstås for å forstå fordelene med JiT: Produksjonsplanen vil alltid forandres og produksjonen vil aldri gå etter planen. JiT skaper bedre kontroll på uforutsette hendelser i produksjonsfasen og fanger opp disse på et tidligere tidspunkt i prosessen. For å implementere JiT-produksjon kan man konkludere med at man må følge prinsippene i lean som omhandler flyt, takt, pull og null-feil produsert. Disse er beskrevet nærmere i delkapittel 4.8, som omhandler Porsche Takt.

4.4.5 Jidoka

Med Jidoka menes det å unngå feil i produksjonen ved å fortløpende styrke produksjonskapasiteten, oppdage feil i produksjonen på et tidlig tidspunkt og gi tilbakemelding på feil i produksjonen slik at endringer kommer på et tidlig tidspunkt i produksjonssyklusen. Jidoka har rotfeste tilbake til 1902, da Sakichi Toyoda var den første til å introdusere det for omverdenen. Han oppfant da en vev som stoppet automatisk hvis tråden røk. Denne oppfinnelsen reduserte antall feil og ikke-verdiskapende arbeid, samt økte produksjonen. Jidoka handler ikke kun om å stoppe maskinen for at defekte produkter ikke skal gå videre i produksjonen, men om å stoppe maskinen for å bringe problemene og den bakenforliggende årsaken, kalt rotårsaken, til overflaten. Jidoka er en grunnleggende tankegang i TPS som går ut på å ha fokus på å gjøre ting rett første gang i stedet for å ha fokus på antall produksjonsheter som må produseres pr time (Dennis, 2007). Dette kan gi redusert flyt i starten av prosessen, men etter hvert som årsakene bak feilene blir klargjort vil flyten i produksjonen og kvaliteten på produktet øke. Andon er et kjent prinsipp innen jidoka. Andon brukes for å stoppe produksjonen for å unngå og produsere feil produkter. Typisk er en snor man kan dra i for å stoppe produksjonen når man ser feil i produksjonslinjen.

4.4.6 Kanban

Kanban er en pullteknikk som brukes for å redusere varer i arbeid. Dette kan sees i sammenheng med JiT, hvor målet er å produsere kun det kunden etterspør. En jobb må avvente hvis antall påbegynte jobber har nådd grensen for maksimalt påbegynte. Dette gjør at det blir begrenset med «varer i arbeid» i produksjonsprosessen og man unngår store opphopninger av varelagre. Slike varelagre tilfører ikke-verdiskapende tid til produktet da det forlenger produktets gjennomløpstid i systemet. Dette er da sløsing. Kanban har som hensikt å (Hopp & Spearman, 2003):

- Redusere varer i arbeid og syklustiden
- Skape mer flyt i produksjonen
- Øke kvaliteten på varen
- Redusere kostnadene

4.4.7 Kaizen

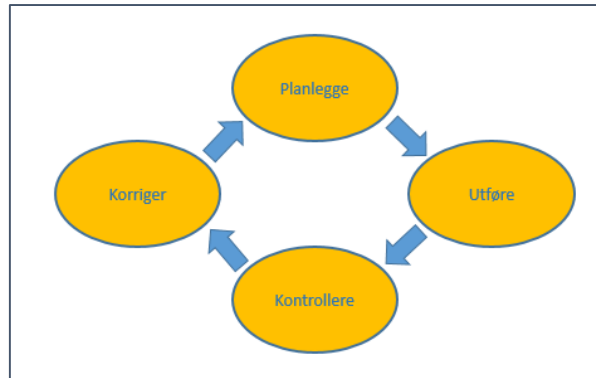
Kaizen er det japanske ordet for forbedring, og viser til en viktig del av leanteorien som omhandler kontinuerlig forbedring. Dette gjelder i alle ledd, alt fra ledelsen ned til fagarbeiderne som utførende enhet. For å få implementert Kaizen må man se dette i sammenheng med jidoka, som går ut på å stoppe produksjonen hvis det oppstår feil og mangler. På denne måten sørger man for å ikke sende videre defekte produkter slik at man får et lager med defekte varer (Hopp & Spearman, 2003). Det er flere verktøy som tas i bruk innen lean for å få implementert Kaizen. Eksempler på slike verktøy er PDCA og «fem hvorfor» som er beskrevet under.

PDCA

PDCA står for Plan – Do – Check – Act og er et verktøy som kan brukes for å utføre kontinuerlig forbedring i arbeidet som utføres. Det finnes også norske versjoner av PDCA, hvor eksempelvis PUKK som står for Planlegg – Utfør – Kontroller – Korrigering er mye brukt. Hovedpoenget med PDCA er at det er en iterativ prosess som hjelper til med å kontinuerlig forbedre arbeidet vårt (Gao & Low, 2014).

- **Plan/Planlegging:** Første del består av å definere målet og veien for å komme dit. Ved å definere målet blir man tvunget til å se nærmere på hva som må gjøres for å nå forbedringen.
- **Do/Utfør:** Implementerer planen og utfører prosessen. Innsamling av data for å kunne utføre kontroll og korrigering i de neste stegene.
- **Check/Kontroller:** Studerer de faktiske resultatene og sammenligner disse mot forventede resultater for å avdekke avvikene.

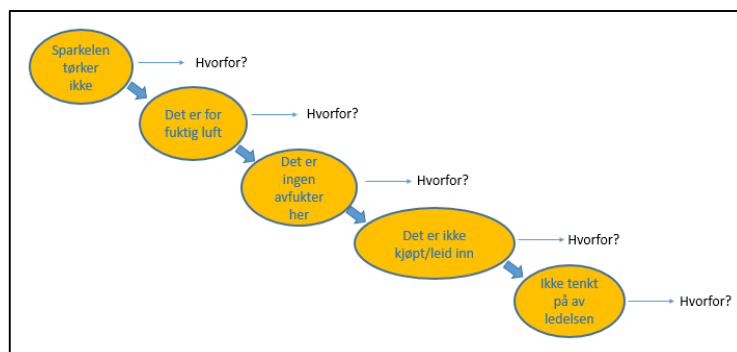
- **Act/Korriger:** Hvis kontrollen avdekker at planen som ble implementert var en forbedring av opprinnelig utførelse blir denne nye planen implementert i utførelsen. Hvis det viser seg at den nye planen ikke gir en forbedring opprettholdes den opprinnelige planen og man kan kjøre en nye analyse for å finne forbedring.



Figur 23 - PDCA syklus

Fem hvorfor

Et annet verktøy som benyttes for å støtte implementering av kontinuerlig forbedring er «Five whys», på norsk «fem hvorfor». Dette er et verktøy som brukes for å finne rotårsaken til problemet, slik at man kan løse det bakenforliggende problemet som skaper feilproduksjon. Ved feil i produksjonen er det fort gjort å kun finne symptomene, i stedet for rotårsaken og derfor er det viktig å spørre seg selv hvorfor fem ganger for å avdekke rotårsaken (Ohno, 1988). Ved å vise hvordan dette verktøyet kan brukes har jeg illustrert en situasjon under:



Figur 24 - Fem hvorfor

4.4.8 7 former for sløsing

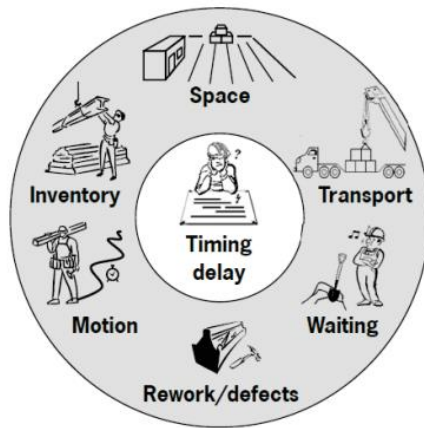
TPS går ut på å eliminere sløsing i produksjonsprosessen slik at mest mulig av tiden går med til verdiskapende arbeid for produktet. En arbeiders produktivitet består av nødvendig arbeid for å produsere og sløsing, også kalt ikke-verdiskapende arbeid. Dette vises med ligningen:

$$\text{Nåværende kapasitet} = \text{arbeid} + \text{sløsing}$$

Optimal utnyttelse av kapasiteten oppnår vi ved å eliminere sløsing og oppnå 100% arbeid (Ohno, 1988).

Dette gir en flyteeffektiv produksjon og det oppnår man ved å redusere og eliminere sju definerte former for sløsing som hindrer produksjonsflyten og ikke skaper merverdi. Disse sju formene for sløsing er (Gao & Low, 2014):

- **Sløsing ved overproduksjon:** Overproduksjon oppstår når et produkt produseres i flere eksemplarer enn det som er forespurt. Dette gir store lagerbeholdninger som igjen binder kapital.
- **Sløsing ved venting:** Når et produkt ikke blir transportert eller arbeidet med er dette ventetid som defineres som ikke-verdiskapende tid for produktet.
- **Sløsing ved transport:** Ved transport av produkter er det risiko for ødeleggelse, tap, forsinkelse eller lignende. Denne transporten er sløsing av tid som kunden ikke er villig til å betale for.
- **Sløsing i selve prosessen:** Overproduksjon oppstår med en gang mer tid og innsats er lagt i et produkt enn hva kunden betaler for. Dette omhandler også når kunden får komponenter som er av høyere kvalitet, kompleksitet eller pris enn absolutt nødvendig.
- **Sløsing ved lagerbeholdning:** Lagerbeholdning av ferdigvarer, varer i arbeid og råvarer representerer bundet kapital som ikke gir verdiskapende arbeid og dermed defineres som sløsing.
- **Sløsing ved bevegelse:** Mens transport henviser til skader, tap og lignende på varen, handler bevegelse om skaden produksjonsprosessen påfører de involverte i prosessen. Eksempelvis belastningsskade for arbeiderne eller uhell som skader produktet og/eller skader arbeiderne.
- **Sløsing ved produksjon av defekte produkter:** Produksjon av defekte varer gjør at varene må produseres en gang til, noe som gjør at tiden varen bruker i produksjonsprosessen dobles.



Figur 25 - Sju former sløsing, fra Porsche Consulting/Statsbygg/D-medica, 2013

4.5 Lean Production

Lean Production, også kalt Lean Manufacturing, er en systematisk metode for å skape merverdi for kunden ved bruk av færre ressurser. Hovedmålet er å tilby kunden et produkt som er skapt ved hjelp av en prosess uten sløsing. Dette gjøres ved å optimalisere flyten gjennom hele produksjonsprosessen. Ved å eliminere sløsing langs hele produksjonslinjen, i stedet for isolerte arbeidsstasjoner, skaper man prosesser som trenger mindre menneskelig innsats, mindre plass, mindre kapital, kortere tid på å utvikle produktet og færre defekte produkter. En vanlig misforståelse er at lean kun passer for fabrikker. Dette er feil, lean passer like godt i hvilket som helst bedrift eller organisasjon. Det er ikke en taktikk eller et program for å redusere kostnader, men en tankegang og handlemåte for hele organisasjonen i sin helhet (Lean Enterprise Institute, 2016). Ved implementering av lean er man derfor avhengig av å ha forankring i toppledelsen og en gjennomgående forståelse for hva det innebærer i organisasjonen for øvrig. Man sier dermed at man er avhengig av en top-down forankring av teorien som omhandler lean (Telefonsamtale, Hans Thomas Holm, 18.02.16).

Selv om lean bygger på TPS er det viktig å skille mellom de to begrepene. Begrepet Lean Production ble for første gang brukt i 1988 av John Krafcik i artikkelen «Triumph of the Lean Production System». I denne artikkelen påpekte Krafcik at fabrikker med lav lagerbeholdning, lave buffere og enkel teknologi kunne levere høyere produktivitet og kvalitet enn de fabrikkene som prioriterte stordriftsfordeler og avansert teknologi. Krafcik tok i bruk ordet lean til å beskrive det effektive produksjonssystemet (Modig & Åhlström, 2012).

Ideene fra artikkelen til Krafcik ble utviklet som en del av International Motor Vehicle Program. Dette programmet holdt til ved MIT i Massachusetts, hvor ledende forskere fra verden over deltok. På bakgrunn av denne forskningen ble boken «The Machine that Changed the World» publisert i 1990. I denne boken av Womack, Jones & Roos (1990), ble det presentert en dyptgående oversikt over hva lean-produksjon handlet om og hvordan Toyota greide å oppnå produktivitets- og kvalitetsmål som ingen av konkurrentene klarte. Boken beskrev at lean besto av fire kjerneprinsipper, gjengitt fra Modig & Åhlström (2012):

- Samarbeid
- Kommunikasjon
- Effektiv bruk av ressurser og eliminering av sløsing
- Kontinuerlig forbedring

Disse punktene ble senere utviklet til å omhandle fem punkter, ifølge boken «Lean Thinking» av Womack & Jones (Modig & Åhlström, 2012). Disse punktene forteller hva et selskap bør gjøre for å «være lean» (Modig & Åhlström, 2012).

- Spesifiser verdien fra sluttkundens ståsted.
- Identifisert verdistrømmen, og eliminer alle trinn som ikke skaper verdi.
- Få flyt i de gjenværende verdiskapende trinnene, slik at produktet flyter jevnt mot kunden.
- Når flyten er etablert, kan du la kunden «suge» (pull) verdi fremover i strømmen fra den forrige aktiviteten.
- Når de øvrige punktene er ferdige, starte prosessen på nytt og fortsetter til det oppnås en perfekt tilstand, slik at perfekt verdi skapes uten sløsing.

4.5.1 Ressurseffektivitet

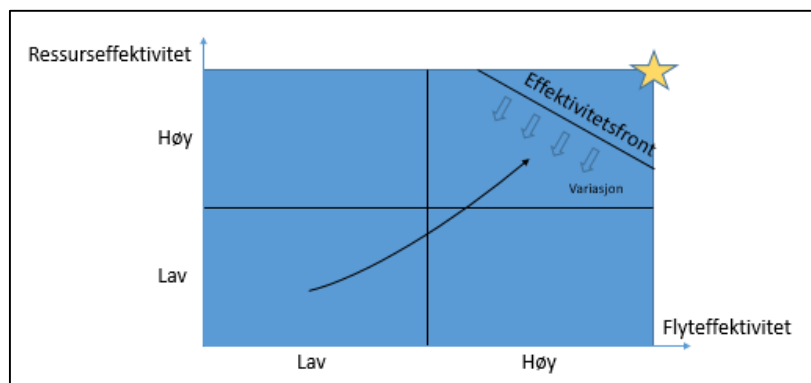
I boken «Dette er lean – løsningen på effektivitetsparadokset» av Modig og Åhlström (2012) beskrives forskjellen mellom flyteffektivitet og ressurseffektivitet. Ressurseffektivitet er den mest utbredte måten å tenke effektivitet på. I mer enn to hundre år har den industrielle utviklingen blitt bygget rundt økt utnyttelse av ressursene. Et ressurseffektivt tankesett ligger innebygd i oss mennesker. Kjøper vi eksempelvis en ny TV er det naturlig å passe på at dette blir brukt, da vi ønsker å få noe igjen for pengene våre. Ut i fra et økonomisk perspektiv tilstreber vi til enhver tid å utnytte ressursene mest mulig effektivt. Den grunnleggende tankegangen i ressurseffektivitet er å dele inn en innkommende jobb inn i mindre oppgaver, som blir utført av forskjellige personer og funksjoner innen organisasjonene. Fokuset er på å utnytte ressursene så effektivt som mulig. Eksempel på en ressurs er fagarbeideren på en byggeplass. Ressurseffektiviteten blir målt med $\frac{\text{Tid ressursen er i bruk}}{\text{Total arbeidstid}}$. Hvis eksempelvis fagarbeideren gjør verdiskapende arbeid seks av totalt åtte timer på en arbeidsdag vil dermed ressurseffektiviteten være 75%. For å få mest mulig igjen for lønnen man bruker på fagarbeideren er det ønskelig å ha en ressurseffektivitet på 100% (Modig & Åhlström, 2012).

4.5.2 Flyteffektivitet

Flyteffektivitet fokuserer på tiden det tar fra man identifiserer et behov, til behovet er oppfylt. Et eksempel på dette kan hentes fra bilproduksjon. Ved flyteffektivitet er fokuset på at bilen har minst mulig gjennomløpstid i produksjonen. Man ønsker å minimere tiden som går med

fra starten av produksjonen til bilen er ferdigstilt. Flyteeffektiviteten til et produkt kan måles med $\frac{\text{Verdiskapende tid}}{\text{Tidsperiode}}$. Verdiskapende tid til produktet er tiden som går med til å tilføre produktet verdi, mens tidsperioden er totaltiden man bruker på produktet fra oppstart til produktet er ferdig. Dette inkluderer eksempelvis ventetid mellom stasjoner og tid som går med til forflytting mellom arbeidsstasjoner. (Modig & Åhlström, 2012).

Modig og Åhlström (2012) poengterer at det alltid vil være lønnsomt å prioritere flyteeffektivitet fremfor ressurseffektivitet. Det ønskelige er at begge typer effektivitet har maksimal utnyttelse, men dette vil være svært vanskelig, kanskje umulig, å utføre i praksis. Dette skyldes at etterspørselen ikke er fullstendig forutsigbar og at ressursene ikke er fullstendig fleksible eller pålitelige. Desto større variasjon det er i produksjonen, desto lenger unna vil man være ønsket om å optimalisere ressurs- og flyteeffektiviteten samtidig.



Figur 26 - Effektivitetsmatrise, fritt etter Modig & Åhlström (2012)

I figuren over er den optimale effektiviteten skissert med stjernen øverst til høyre. Dette er et uopnåelig mål, da det som nevnt krever fullstendig forutsigbarhet og ressurser som er fullstendig fleksible og pålitelige. Effektivitetsfronten viser den høyeste effektiviteten man kan nå på bakgrunn av om man prioriterer ressurseffektivitet eller flyteeffektivitet.

Befinner et firma seg til venstre for effektivitetsfronten vil dette si at man har potensiale til forbedring. Effektivitetsfronten avhenger av hvor stor variasjon det er i prosjektet. Ved stor variasjon vil denne effektivitetsfronten få et skifte nærmere origo, noe som tydeliggjør at stor variasjon går ut over effektiviteten i prosjektet (Modig & Åhlström, 2012). Dette begrunner viktigheten av å ha en stabil og standardisert prosess for å implementere TPS og Lean Production i en bedrift.

4.6 Lean Construction (LC)

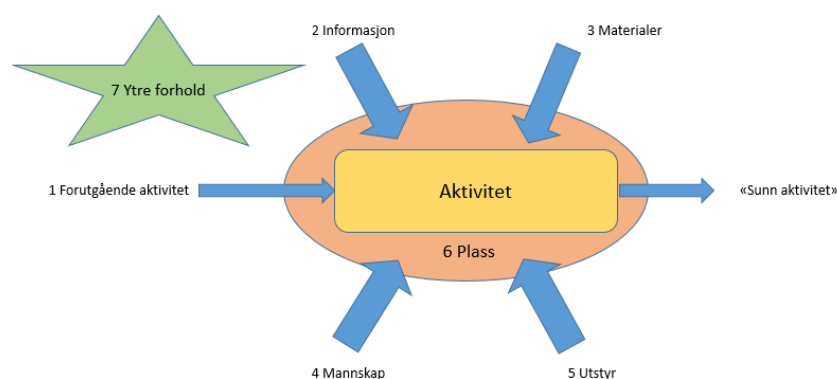
Lean dukket ikke opp innen byggenæringen før noen år etter at det hadde fått rotfeste i vestlig fabrikkindustri. Blant de første som omtalte lean i byggenæringen var Lauri Koskela. Hans definisjon av Lean Construction er (Gao & Low, 2014):

«Lean Construction er en måte å designe produksjonssystemer på for å minimere sløsing av materialer, tid og arbeid i den hensikt å generere maksimalt mulig verdi til produktet»

Denne definisjonen av Lean Construction indikerer at Lean Construction og Lean Production bygger på de samme prinsippene om å eliminere sløsing og maksimere verdien for produktet. Likevel er Lean Construction en annerledes måte å tenke med hensyn til planlegging og styring av byggeprosjekter. Før lean ble introdusert til byggenæringen var fokuset på utførelsen av arbeidsoppgavene, og ikke i like stor grad konsentrert om å kontrollere og styre byggeprosessen. Dette resulterte i store variasjoner og usikkerhet i de ulike verdikjedene i byggebransjen, som material- og informasjonskjeden. Dette igjen ga en økning i ikke-verdiskapende aktiviteter og reduserte verdien til produktet (Gao & Low, 2014).

7 forutsetninger for god drift

Lean Construction kom opp med sju forutsetninger for en god drift og sunne aktiviteter. En sunn aktivitet er en aktivitet som kan utføres uhindret. Dette vil si at den ikke må vente i kø for andre aktiviteter, ha rett kvalitet, samt utføres på en måte som ivaretar sikkerhet og helse. Når de syv forutsetningene som er illustrert på figuren under er ivare tatt, sier man at aktiviteten er sunn og driften god (Veidekke, 2016).



Figur 27 - Sunn aktivitet, fritt etter Veidekke (2016)

Nødvendig informasjon: For å unngå feil og mangler må alle ha korrekte tegninger, beskrivelser, monteringsanvisninger, samt kjenne planene for fremdrift, leveranse, rigg med mer. Herunder er det viktig at alle de utførende får være med i planleggingen av oppgavene de skal utføre.

Materialer: Materialer må planlegges slik at de blir levert der de skal brukes og helst når de skal brukes. Lagerbehold og intern transport er sløsing med tid og krefter, samt øker sannsynligheten for skader på materialene.

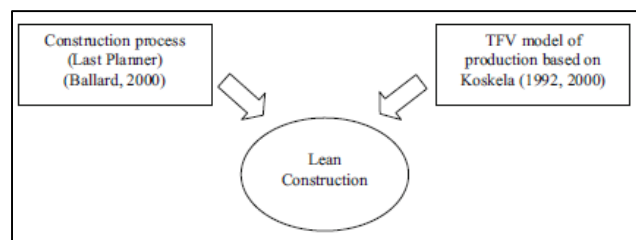
Mannskap: Det må planlegges med jevn bemanning og bufferoppgaver i beredskap for de uforutsette hendelsene.

Utstyr: Godt utstyr er halve jobben. I tillegg må aktivitetene planlegges slik at ikke alle skal ha samme verktøy samtidig.

Plass: Ryddighet på arbeidsplassen gjør slik at adkomst, lagringsplasser, stillaser, terrenget rundt arbeidsplassen og lignende har plass nok.

Ytre forhold: Nedbør, vind og kulde kan skape farlige situasjon og kan påvirke kvaliteten.

Ved siden av denne tilnærming til Lean Construction er det også blitt utarbeidet andre måter å forklare Lean Construction på. Figuren under viser hvordan en sammenfatting av produksjonsprosesser utviklet av henholdsvis Ballard (2000) og Koskela til sammen utgjør Lean Construction. Disse to produksjonsprosessene, Last Planner® og TFV, er beskrevet nærmere under.



Figur 28 - Alternativ tilnærming til Lean Construction, fra Gao & Low, 2014

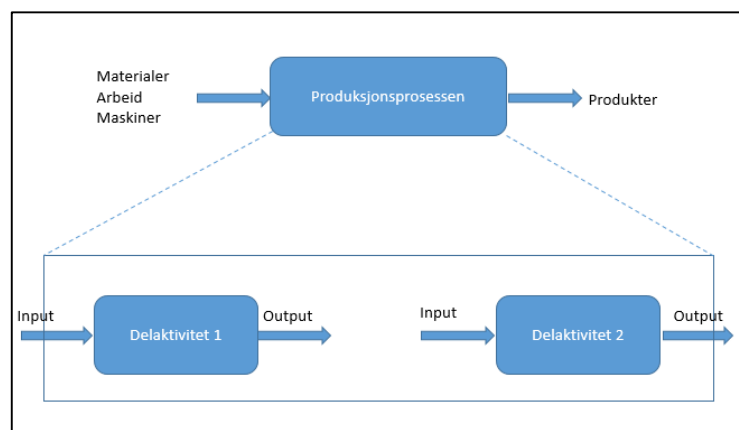
4.6.1 Transformasjon – Flyt – Verdiskapning (TFV)

Koskela sin forskning på hvordan lean kunne implementeres i byggenæringen resulterte i de tre ulike konseptene for produksjon:

- Transformasjon
- Flyt
- Verdiskapning

Transformasjon

Transformasjon er prosessen der input transformeres til output. Dette kan igjen deles inn i delaktiviteter, slik at output på en aktivitet blir input på neste aktivitet. Det grunnleggende prinsippet med transformasjon er at den totale kostnaden kan reduseres ved å redusere kostnadene til hver delaktivitet (Koskela, 2000). En viktig forutsetning for dette er at de ulike delaktivitetene er uavhengig av hverandre. Transformasjon er vist på figuren under:



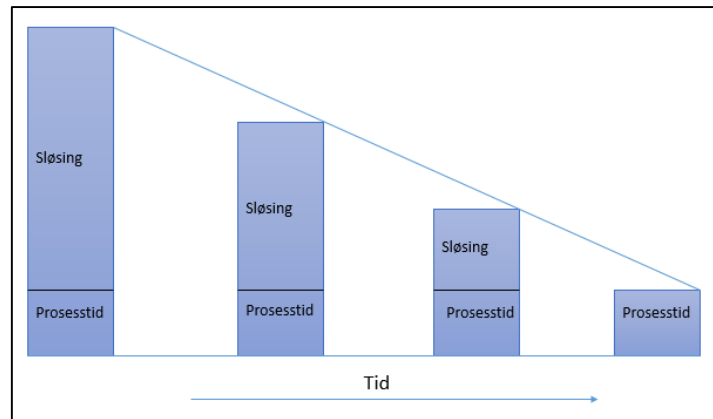
Figur 29 - Transformasjon, fritt etter Koskela (2000)

Flyt

Som et resultat av at en prosess består av mer enn transformasjon av delaktiviteter ble flyt introdusert. Transformasjon ble kritisert fordi det ikke tok hensyn til tiden som ble brukt mellom aktivitetene, men den grunnleggende tankegangen var at en reduksjon av hver delaktivitet ville redusere den totale tiden. Flyt bygger på de samme prinsippene som i Lean Production (Koskela, 2000). Ved å redusere ikke-verdiskapende tid vil produktet kunne produseres mer effektivt. Gjennomføringstiden for et produkt blir presentert som:

Gjennomføringstid = prosessstid + inspeksjonstid + ventetid + forflytningstid

Ved å redusere sløsing som reproduksjon, inspeksjon, ventetid og forflytningstid kan den totale produksjonstiden kuttes kraftig ned. Dette kan gjøres progressivt ved å fortløpende eliminere ikke-verdiskapende aktiviteter i prosessen (Koskela, 2000). Dette er vist under.



Figur 30 - Progressiv reduksjon av gjennomføringstid, fritt etter Koskela, 2000

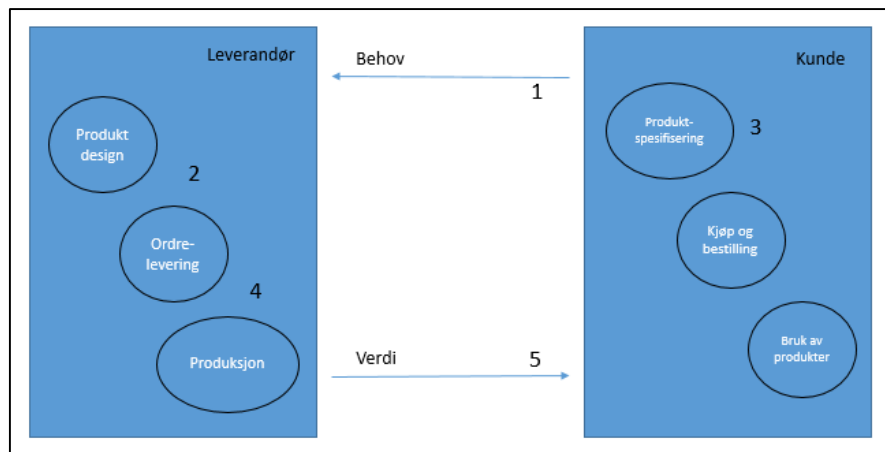
En slik reduksjon av gjennomføringstiden vil gi følgende fordeler (Koskela, 2000):

- Raskere levering til kunden
- Redusert behov for prognoser om fremtidig bestillinger
- Redusert antall forstyrrelser i forbindelse med endring av bestillinger
- Enklere administrasjon fordi det er færre kundebestillinger å håndtere om gangen

Verdiskapning

I tillegg til kritikken fra flytkonseptet mottok transformasjonskonseptet kritikk fra verdiskapningskonseptet. Kritikken fra verdiskapningskonseptet gikk ut på at verdien til et produkt kun kan bli bestemt ut i fra kundens perspektiv, og at målet til produksjonen er å tilfredsstillende kundens behov. Dette er i sterk kontrast til transformasjonskonseptet hvor intern produksjon var i fokus i stedet for kundens behov.

Koskela (2000) presenterte verdiskapningssyklusen ved hjelp av fem prinsipper. Disse prinsippene er presentert under, hvor tallene 1-5 representerer aktivitet 1-5.



Figur 31 – Verdiskapning, fritt etter Koskela (2000)

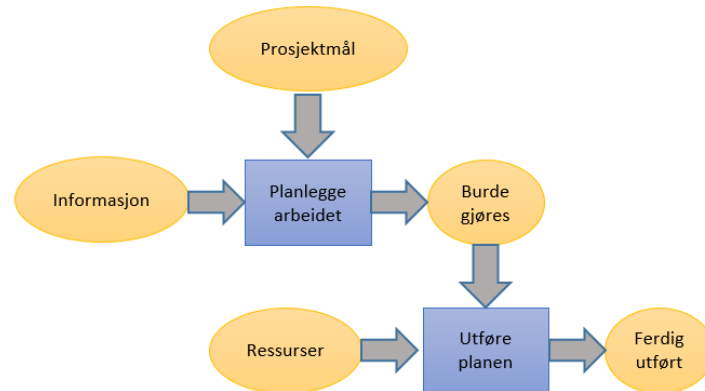
1. **Behov:** Sørger for at det er enighet og felles forståelse for kundens behov.
2. **Krav under produktdesign og ordrelevering:** Sørger for at kundens behov er inkludert i alle faser i produksjonen.
3. **Produktspesifisering:** Sikrer at alle kundens krav til produktet og leverandøren er med i produktspesifiseringen.
4. **Produksjon av varen:** Sørger for at produktet blir produsert som bestilt.
5. **Verdi:** Måler at kunden har fått verdien den ønsker.

Koskela (2000) konkluderer med at alle de tre nevnte konseptene for produksjon (TFV) er viktig å kombinere når man skal implementere lean i byggenæringen (Koskela, 2000). Som vi så tidligere var TFV én av to viktige begreper som blir brukt for å beskrive Lean Construction. Den andre er The Last Planner®.

4.6.2 The Last Planner System® (LPS)

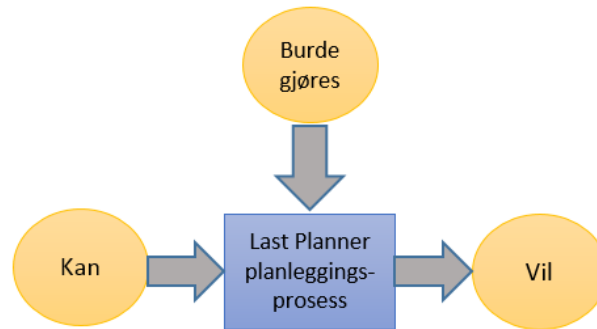
Bortsett fra i de aller minste prosjektene som utføres er det nødvendig med planlegging i alle prosjekter (Ballard G. H., 2000). Tradisjonelt har denne planleggingen blitt utført på et høyere nivå i hierarkiet enn de som faktisk utfører arbeidsoppgavene. Dette har gjort at arbeidsoppgavene blir styrt ovenfra og «dyttet» ned på fagarbeiderne som skal utføre dem. Dette er det som blir omtalt som et push-system, beskrevet nærmere i kapittel 4.4.3. Ulempen ved planlegging på et høyt nivå i hierarkiet er at planleggingen ofte er basert på globale mål og begrensninger. Detaljnivået på planleggingen vil bli større og større jo lenger ned i

prosjekthierarkiet man kommer. Ved planlegging i et push-system setter man oftest opp en fremdriftsplan som baserer seg på noen milepæler og prosjektets sluttdato. Disse fremdriftsplanene vil nesten alltid avvike en viss grad fra den reelle fremdriften for prosjektet. Et tradisjonelt push-system, fritt etter Ballard (2000), er vist i figuren under.



Figur 32 - Tradisjonelt push-system fritt etter Ballard, 2000

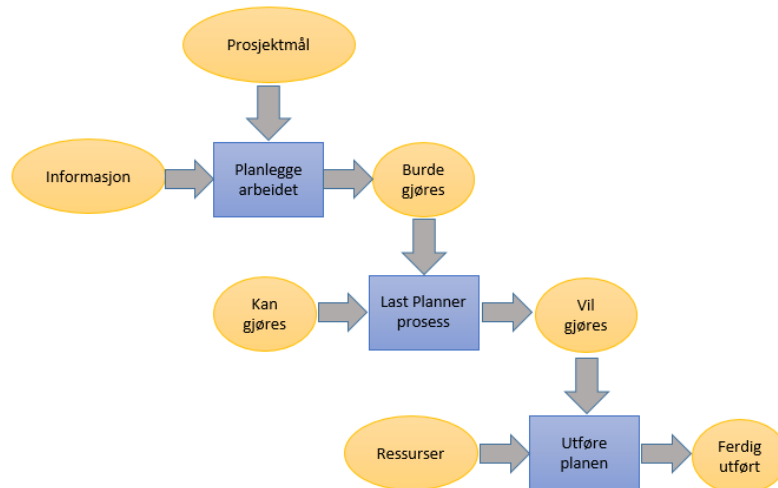
Denne svakheten med en fremdriftsplan som baserte seg på et push-system la grunnlaget for Last Planner System® (LPS) som er et planleggingsverktøy utviklet av Glenn Ballard og Gregory A. Howell på starten av 90-tallet. LPS begynte som en metode for å øke kvaliteten på utførelsen av produksjonen ved hjelp av ukentlige planer, men etter en stund ble fokuset endret mot å skape flyt i produksjonsprosessen (Ballard G. H., 2000). Det ble dermed et skifte i fokus fra kontroll av fagarbeiderne til flyt i arbeidet som gjøres. LPS er en metode som brukes for at beslutninger skal tas på et så lavt nivå i hierarkiet som mulig, så nært produksjonstidspunkt og utførende arbeider som mulig. Dette er ønskelig på grunn av at beslutninger som tas på et høyt nivå sjelden har god nok detaljinnsikt i å forstå alle utfordringene man møter i gjennomføringsfasen på prosjektet (Ballard G. H., 2000). I tillegg skaper dette et pullsystem i stedet for et push-system i produksjonen, som er beskrevet nærmere i 4.4.3. Pull systemet ved Last Planner® er vist under:



Figur 33 - Last Planner® pull system, fritt etter Ballard, 2000

Vi ser av figuren over at planleggingsprosessen foregår på et lavere nivå enn det gjøre i tradisjonell prosjektplanlegging. Last Planner® pull system foregår som en mekanisme for å transformere informasjon om hva som *bør gjøre* og hva som *kan gjøres* for deretter å kunne sette inne i planen hva som *vil gjøres*. Dette fordi de ulike aktivitetene i en plan avhenger av hverandre slik at noen aktiviteter *må* komme etter hverandre (Ballard G. H., 2000).

Kontroll og flyt to viktige begreper innen LPS. For å imøtekomme disse to prinsippene er det utviklet produksjonsenhetskontroll og arbeidsflytkontroll. Produksjonsenhetskontroll har som hensikt å fortløpende forbedre aktivitetene til fagarbeiderne gjennom kontinuerlig forbedring og læring. Hensikten med arbeidsflytkontroll er å få flyt mellom arbeidslagene ved å legge til rette arbeidet med tanke på produksjonsrekkefølge og rett mengde produsert (Ballard G. H., 2000). Arbeidsflytkontrollen ivaretas ved hjelp av lookahead. Lookahead er vanlig i produksjonsindustrien, men da i den hensikt å påpeke hva som bør gjøres i nær fremtid. Lookaheadfunksjonen i Last Planner® derimot består av langt flere arbeidsoppgaver, blant annet å se at det er samsvar mellom arbeidsflyten og kapasiteten. Dette vil si hva som burde gjøres og hva som faktisk kan gjøres. Lookaheadfunksjonen i Last Planner® hjelper til å omsette hovedplanen til praktiske gjøremål (Ballard G. H., 2000). For å vise hvordan lookahead fungerer i LPS er det illustrert på figuren under:



Figur 34 - LPS implementert i produksjonssystemet, fritt etter Ballard, 2000

Figuren over viser hvordan det overordnede målet kommer frem til hvordan arbeidet burde gjøres. Dette drøftes deretter med lavereliggende nivå i hierarkiet (eksempelvis BAS på tømmerlaget), hvor de får sin stemme hørt om hva som *kan gjøres* på det nåværende tidspunktet. Dette blir tatt med tilbake til planleggingsprosessen, hvor det blir redigert ut i fra tilbakemeldingene.

Ved å inkludere fagarbeidere i en større grad i planleggingsprosessen skal man kunne oppnå en merkbar økning i produktiviteten i systemet (Ballard G. H., 1999). Denne inkluderingen av fagarbeidere gir større motivasjon og ansvarsfølelse til arbeidet som blir utført.

4.7 Kritikk av Lean

Innføringen av lean har ikke utelukkende blitt møtt med positivitet rundt om i verden. Basert på erfaringer fra Japan, USA og Europa har forskere påpekt flere mulige negative konsekvenser ved implementering av lean. Denne kritikken kan grovt sett deles inn i tre ulike kategorier (Lean Forum Norge, 2016):

Menneskelige kostnader

Menneskelige kostnader omhandler dårlig arbeidsmiljø med farlige prosesser og vanskelig, tungt og skittent arbeid. Japansk industri slet med rekrutteringen på 1990-tallet fordi de hadde et rykte på seg som ble oppsummert med 3 K (Kitanaj, Kitsui, Kiken), som på norsk betyr skitten, vanskelig og farlig. Det ble dermed utført tiltak for å bedre arbeidsmiljøet og redusere stress. Lange produksjonslinjer ble splittet opp i mindre produksjonslinjer som var mer uavhengig. Operatørene fikk større innvirkning på hvordan arbeidsstandardene ble utformet, men det var likevel ingen selvstendighet i selve utførelsen. En utfordring var balansen mellom kravet til kvalitet og effektivitet på den ene siden og trivsel og demokratiske arbeidsforhold på den andre siden (Lean Forum Norge, 2016).

Fiendtlighet mot fagforening

Tradisjonelt har fagforeningene i Japan begrenset selvstendighet og innflytelse. Det er ofte såkalte «Company unions», som ikke er tilsluttet nasjonale fellesorganisasjoner, som organiserer yrkesgruppene i bedriftene. Dermed finnes det også liten grad av nasjonalt regelverk som regulerer samspillet mellom bedrift og fagforening. Det er rapportert om flere tilfeller fra USA og Storbritannia hvor lean har blitt brukt til å marginalisere fagforeningene og fremforhandlede avtaler. Det er altså store forskjeller fra hvordan vi har det i Norge, hvor vi har et strengt regulert arbeidsliv. Disse ulikhetene påvirker hvordan lean bør implementeres i de ulike landene (Lean Forum Norge, 2016).

Overdrevent fokus på verktøy

Enkelte bedrifter tror suksess med lean kan oppnås gjennom nøyaktig kopiering av Toyotas produksjonssystem og implementering av flest mulig verktøy og arbeidsmåter som er beskrevet i Leanteorien. Dette er en misoppfatning av lean som dessverre har vært et

gjennomgående problem i flere bedrifter som ønsker å implementere lean.

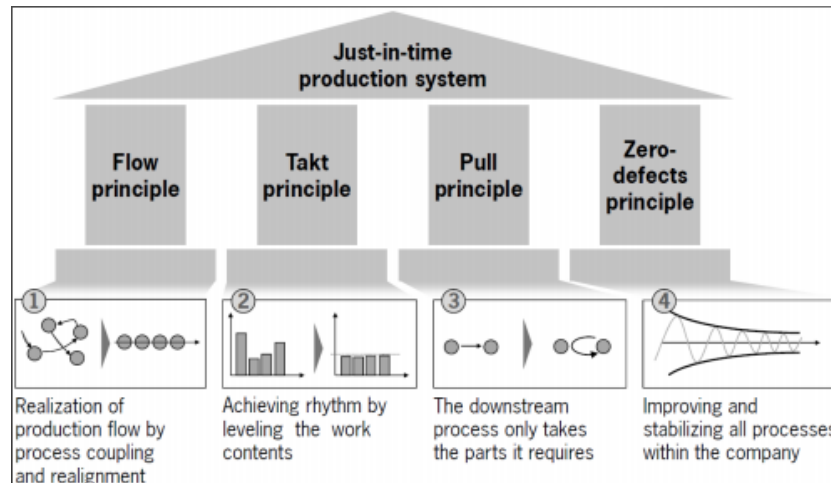
Produksjonssystemet i bedriften må tilpasses antall arbeidere, arbeidsmåter, produkter og markeder. For å ha størst mulighet for å lykkes med lean må man inkludere store deler av organisasjonen og skape en kultur for kontinuerlig forbedringer (Lean Forum Norge, 2016).

4.8 Porsche Takt



Figur 35 - Porsche Takt, fra Porsche Consulting/Statsbygg/KHiB, 2015

Porsche Takt er en gjennomføringsmetode som er utviklet av Porsche Consulting for å overføre samlebåndstankegangen fra fabrikkarbeid til byggenæringen. Porsche Takt er på mange måter en videreføring av nevnte TPS og lean, hvor JiT er et meget viktig element. For å tilfredsstille JiT-produksjon er man, som nevnt tidligere, nødt til følge prinsippene i lean som omhandler flyt, takt, pull-system og null-feil produsert.



Figur 36 - Porsche Takt, fra Porsche Consulting/Statsbygg/KHiB, 2015

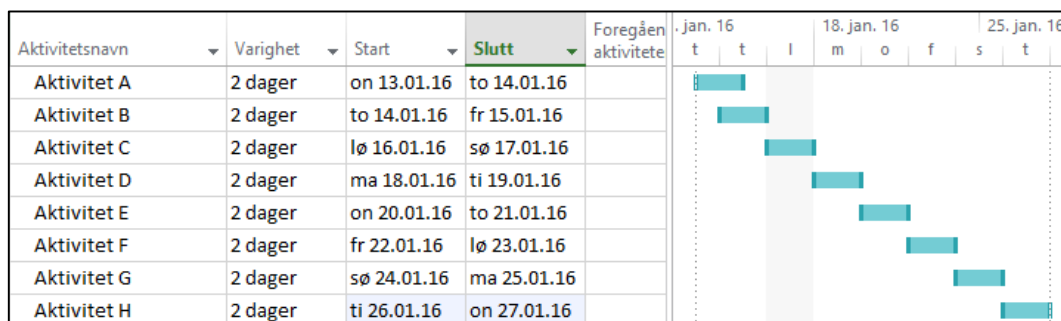
Flyt

Ved vanlig fabrikkarbeid er det varen som strømmer gjennom fabrikk fra stasjon til stasjon hvor de ulike stasjonene gir merverdi til objektet. I byggenæringen er det arbeidslagene som går gjennom de ulike arbeidsoperasjonene og tilfører verdi for kunden eller objektet. Ved

bilproduksjon produseres det én bil pr X minutt og det er dette tankemønsteret man ønsker å overføre til byggenæringen ved å ta i bruk Porsche Takt. Dette gjøres eksempelvis ved å ferdigstille én arbeidsoperasjon per dag eller per uke, avhengig av hva som er takttiden. For å kunne implementere taktproduksjon i byggenæringen er alle fagarbeiderne og fagområdene nødt til å være innforståtte med hvilke arbeidsoperasjoner som kommer både før og etter dem i takten, samt ha en helhetsforståelse for prosjektet, slik at de er klar over hvordan deres arbeidsoperasjon påvirker prosjektet i sin helhet (Holm, Samtale, 18.02.16)

Takt

Når man implementerer Porsche Takt i byggenæringen vil hver arbeidsoperasjon kunne sees på som et tog eller en vogn som går gjennom bygget. Dette forutsetter at man har delt inn bygget i arbeidsområder som hvert tog eller vogn må innom i løpet av byggefasen. For at toget eller vognene skal komme i rett rekkefølge krever dette god planlegging i forkant av gjennomføringsfasen. For å ha en jevnest mulig flyt/arbeidsmengde er man avhengig av at toget ikke stopper opp på veien. En forutsetning for dette er at vareleveringen må skje til rett tid (JiT), samt at det ikke oppstår problemer som gir forsinkelse i systemet. En jevn takt er viktig for å få god flyt i produksjonen. Når man setter takten på et prosjekt vil fremdriftsplanen bli helt annerledes enn hva som er forventet. Ved taktproduksjon settes utførelsestiden lik for alle aktiviteter, og dermed skal strekene som illustrerer tidsbruken på fremdriftsplanen bli like lang for alle aktivitetene. Figuren under viser hvordan alle aktivitetene er satt til å ta 2 dager, slik at man får en jevn takt. Dette må dermed planlegges med antall personer som er nødvendig for å ferdigstille aktiviteten innen fristen (Porsche Consulting/Statsbygg/KHiB, 2015).



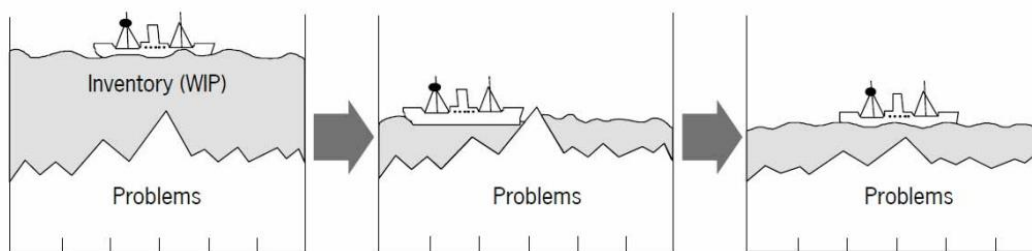
Figur 37 - Prosjekt med jevn takt, fritt etter Porsche Consulting/Statsbygg/KHiB, 2015

Pull-system

Pull-prinsippet i Porsche Takt går ut på at ferdigstilling av en aktivitet gir grønt lys for å begynne neste aktivitet. Pull-systemet gjør slik at det ikke er mer varer i arbeid enn det som er nødvendig for produksjonen (Porsche Consulting/Statsbygg/D-medica, 2013).

Null-feil

For å oppnå null-feil i byggeprosessen er man nødt til å ha jevnlige kontroller av produktet som blir produsert, samt hele tiden fokusere på kontinuerlig forbedring, kalt Kaizen. For å tilstrebe en kontinuerlig forbedring er man avhengig av å stoppe produksjonen når noe er galt, omtalt tidligere som Andon.



Figur 38 – Detektere problemer i utførelsesfasen, fra Porsche Consulting/Statsbygg/D-medica, 2013

Det første bildet viser hvordan sløsing med ressurser gjør at vi til enhver tid seiler på trygt vann. Dette vil si at vi har mer ressurser i form av materialer, tid eller mannskap enn vi strengt tatt behøver. Dette gir på mange måter en trygg prosess hvor man unngår problemene man støter på om man hadde hatt færre ressurser å ta i bruk. Det midterste bildet viser effekten av å redusere sløsing av ressurser. Man kartlegger skjærene i sjøen, som er et bilde på utfordringer i gjennomføringsfasen på byggeprosjektet. Ved kontinuerlig forbedring vil man etter hvert komme til bilde lengst til høyre. Man vil finne løsninger på problemene, slik at man kan unngå disse ved minimal bruk av ressurser. På denne måten reduserer man sløsing av ressurser til et minimum og man har oppnådd en forbedring i prosessen (Porsche Consulting/Statsbygg/D-medica, 2013).

4.8.1 Implementere Porsche Takt i byggeprosjekter

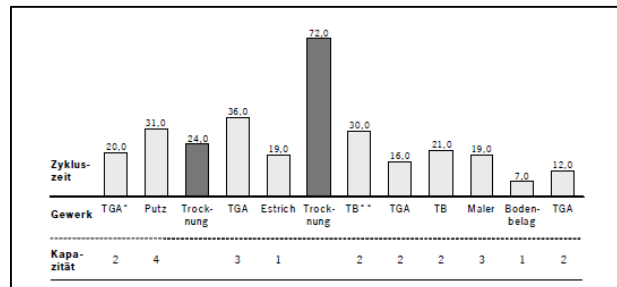
For å kunne implementere taktproduksjon i et byggeprosjekt er det ni steg man må gjennom (Porsche Consulting/Statsbygg/KHiB, 2015):

- 1. Identifisere repeterende og ikke-repeterende oppgaver:** Et prosjekt består av både repeterende og ikke-repeterende oppgaver. Eksempel på repeterende oppgaver er innsetting av dører og vinduer, utføring, maling og lignende, mens eksempel på ikke-repeterende oppgaver er aktiviteter som utføres kun én gang i prosjektet. Eksempel på dette er heismontasje og utvendig panel. Ved å identifisere de repeterende oppgavene vet vi hvilke oppgaver som skal inkluderes i taktplanen.
- 2. Definere minste felles multiplum (MFM):** For å kunne sette takten må man definere MFM. MFM vil si minste felles repeterbare området som man så gjentar om og om igjen i taktplanen. Dette er eksempelvis en leilighet på en boligblokk med totalt 32 leiligheter.
- 3. Definere gangen i MFM:** Det man så ønsker er å se hvilke aktiviteter som skal utføres innen hvert MFM og hvilken rekkefølge disse skal komme i.
- 4. Lage oversikt over timeverk per aktivitet:** Ut i fra anbudet og kalkyler over hvor lang tid man bruker pr aktivitet finner man antall timeverk som er beregnet å bruke per aktivitet på prosjektet. Eksempelvis vet man at det er 306 m² boder som skal monteres på prosjekt Nordviken blokk C og D, og at man bruker i gjennomsnitt 0,9 timer per m². I prosjektet blir det da satt av 260 timer til bodvegger på prosjektet.

Aufwandsermittlung Deckenflächen 2. OG				
	Nr. Gegenstand	Summe In m ²	Aufwandwert In Std./Einheit	Gesamt- stunden
Bauab- schnitt 1	1. Spachtelung	132,09	0,15	= 19,81
	Anstrich	132,09	0,07	9,25
	Abgeh. Decke ohne WC	69,39	0,60	41,63
	Abgeh. Decke WC-Bereich	21,78	0,60	13,07
Bauab- schnitt 2	2. Spachtelung	241,37	0,15	36,21
	Anstrich	241,37	0,07	16,90
	Abgeh. Decke mit Akustik	36,82	0,60	22,09
Bauab- schnitt 3	3. Spachtelung	287,70	0,15	43,16
	Anstrich	287,70	0,07	20,14
	Abgeh. Decke mit Akustik	38,36	0,60	23,02
Gesamtstunden				245,27

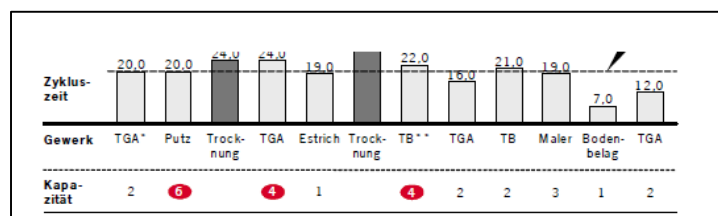
Figur 39 - Timeverk per aktivitet, fra Porsche Consulting/Statsbygg/KHiB, 2015

- 5. Lage oversikt over reelle arbeidstimer:** De ulike fagfeltene trenger ulikt antall timeverk på prosjektet. Man er dermed nødt til å dokumentere hvor mange timer hvert fagfelt trenger, slik at man ser hva som vil være en fornuftig hastighet på takten.



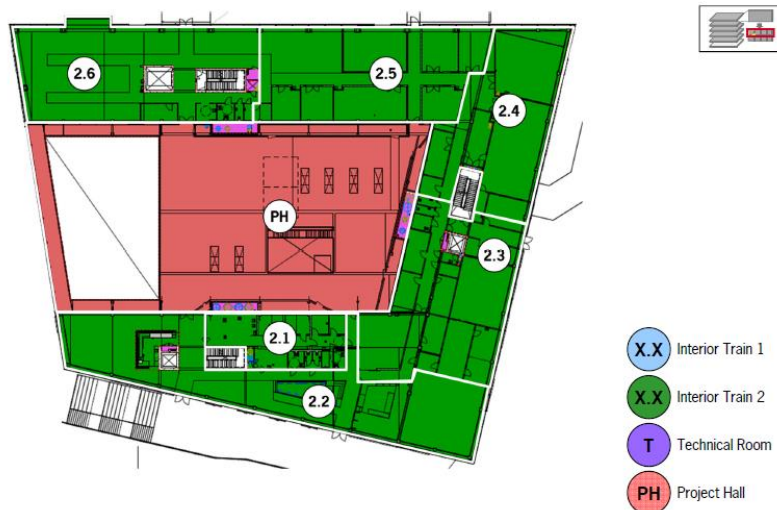
Figur 40 - Timeverk per fagområde (Porsche Consulting/Statsbygg/KHiB, 2015)

- 6. Bestemme takten:** For å skape en så jevn takt som mulig er man nødt til å plassere ressurser og personell på aktiviteten deretter. Eksempelvis kan det være at maleren trenger dobbelt så mange arbeidstimer som gulvleggeren, men for å skape en jevn takt må dermed maleren sette inn dobbelt antall fagarbeidere for å utføre jobben.



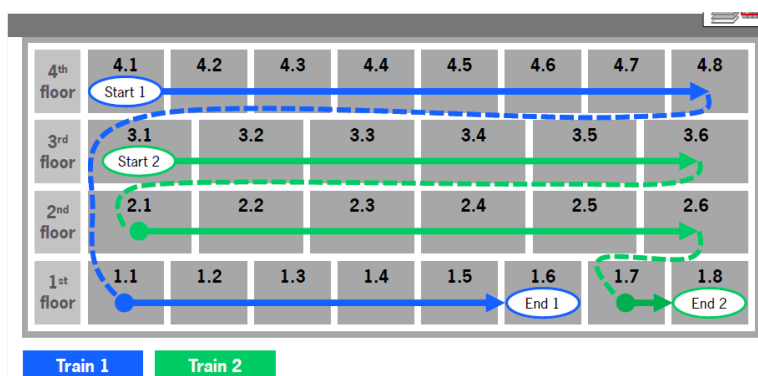
Figur 41 - Jevn takt, fra Porsche Consulting/Statsbygg/KHiB, 2015

- 7. Definere taktområdene:** Nå bestemmes hvilke områder som hører til hvilken takt. Eksempelvis kan takten for en arbeidsuke være to leiligheter, hvis hver leilighet tar 2,5 dag å utføre. Figuren under viser hvordan 2. etasje på Kunsthøgskolen i Bergen ble oppdelt da den ble oppført etter Porsche Takt prinsippet.



Figur 42 – Taktoppdeling, fra Porsche Consulting/Statsbygg/KHiB, 2015

- 8. Definere konstruksjonsstrategi og synkronisere togene:** Konstruksjonsstrategien vil si hvilke områder som utføres i hvilken rekkefølge. På figuren under ser vi hvordan et tog begynner i 3. etasje, mens et annet tog begynner i 4. etasje. Togene representerer her aktiviteter som skal utføres på hvilke områder. De ulike aktivitetene innad i toget avhenger av hverandre, slik at én aktivitet må utføres før neste kan begynne. Synkroniseringen av togene vil si at togene blir koordinert slik at ulike fagfelt ikke blir jobbene på samme område samtidig og dermed unngår å være i veien for hverandre.



Figur 43 - Konstruksjonsstrategi og synkronisering av togene, fra Porsche Consulting/Statsbygg/KHiB, 2015

- 9. Utvikle produksjonsplan:** Den endelige planen utvikles, enten ved hjelp av Gantt-diagram eller ved hjelp av skråstreksplanlegging.

4.9 Aktuelle verktøy og metoder innen lean

Herunder presenteres noen aktuelle metoder og verktøy som kan benyttes for å minimere ikke-verdiskapende tid på prosjekter.

4.9.1 BIM

BIM står for Building Information Modeling og er en 3D-fremstilling av bygninger som benyttes av de ulike fagfeltene på byggeplassen for å få best mulig innsikt i bygget. Eksempelvis kan man inkludere føringer for VVS og EL slik at man ser at disse føringene ikke kolliderer i bygget (Autodesk, 2016). BIM har til hensikt å gjøre slik at produksjonen gir høyere kvalitet, raskere produksjonstid, samt lavere kostnader i gjennomføringen av prosjekter (Autodesk Building Industry Solutions, 2002).



Figur 44 – Illustrasjon av Nordviken blokk C og D i BIM

4.9.2 VDC

Tradisjonelt i byggeprosjekter har det blitt tatt i bruk todimensjonale tegninger og beskrivelser fra arkitekter, rådgivende ingeniører, leverandører med flere. Utfordringen med disse tradisjonelle arbeidstegningene er da å sikre at alle får det samme bilde av prosjektet. For å møte denne utfordringen har det blitt tatt i bruk VDC. VDC står for Virtual Design and Construction og brukes for å avdekke feil og mangler på et tidlig tidspunkt i planleggingsprosessen. Ved hjelp av 3D-modeller på datamaskinen får alle involverte i prosjektet et tydelig og felles bilde av byggeprosessen og det ferdige produktet. Dette

reduserer sjansen for prosjekterings- og byggefeil, samt at sluttresultatet kvalitetssikres. 3D modeller hjelper dessuten til å ta mange avgjørelser tidlig i prosessen, da alle aktører har hatt en forbedret felles forståelse for hvordan byggeprosessen skal utføres. I følge NCC (2016) har «prosjektoppfølgning vist at man sparer opptil 17% av prosjekteringskostnadene ved bruk av 3D-modeller» (NCC, 2016).

BIM og VDC representerer begge 3D modeller av bygget eller produktet som skal lages for å få en felles forståelse av hvordan det skal utføres. Mens BIM illustrerer hvordan modellen fysisk ser ut, altså en 3D-skisse av bygget eller produktet som skal utvikles (Autodesk Building Industry Solutions, 2002), hjelper VDC i større grad til med å skape en forståelse for hvordan bygget skal bygges, eller produktet skal utvikles. VDC er prosessen med å utnytte BIM-modellen for å visualisere, organisere og planlegge aktivitetene for å minimere kostnadene og maksimere kvaliteten. På mange måter kan man se på VDC som den detaljerte arbeidstegningen for hvordan bygget skal utføres, mens BIM kun er en illustrasjon av sluttresultatet (Gregory P. Luth & Associates, 2013).

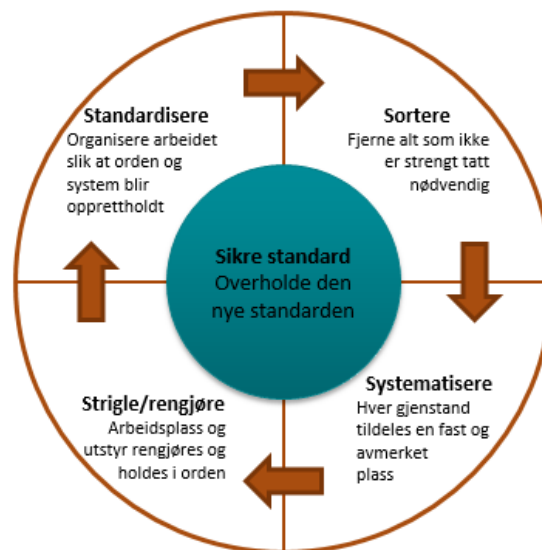
4.9.3 Involverende planlegging (IP)

Involverende planlegging (IP) er en metodikk utarbeidet av Veidekke ASA for å drive framdriftsplanlegging i prosjektbasert produksjon. Hovedmålsettingen med IP er, på lik linje som i Lean, å redusere tapt tid og skape flyt i produksjonen. Tilnærmingen til dette er involvering, noe som innebærer at alle deltar i planleggingen av egen hverdag. IP omhandler syv punkter (Veidekke, 2016):

- At planer skal lages i fellesskap av de fagarbeiderne som skal gjøre arbeidet.
- Alle har kjennskap til og innflytelse på egne arbeidsoppgaver.
- Planer lages gjennom å gi gjensidige løfter.
- Rullerende planlegging og økt detaljnivå på planen jo kortere tid det er til arbeidet skal utføres.
- Legge til rette for sunne og sikre aktiviteter ved å fjerne hindringer og farer.
- Når det er avvik mellom planlagte aktiviteter og reelt arbeid, finn årsaken og eliminer hindringene.
- Ulike plannivåer har ulike eiere.

4.9.4 5S

5S er et verktøy som brukes for å redusere og eliminere tid man bruker på ikke-verdiskapende aktiviteter. 5S representerer fem japanske ord som på norsk kan oversettes til sortere, systematisere, strigle/rengjøre, standardisere og sikre standard. Dette er fem punkter som brukes for å oppnå et ryddig, standardisert system slik at man minimerer tiden man bruker på å lete, som er ikke-verdiskapende tid for produktet. En god 5S gi færre skader, gir mindre sløsing, tar vare på maskiner og utstyr, gir god oversikt over hva vi har og hva vi mangler, gir rask tilgang til det vi trenger og gjør det enkelt å finne fram. Det er viktig å påpeke at 5S er mer enn standardisert opprydding i systemet. Det er en filosofi og en måte å organisere og administrere på som gjør at man kan oppnå de nevnte fordelene med 5S (Lean Consulting/Backeskolen, 2016).



Figur 45 - 5S, figur hentet fra Lean Consulting/Backeskolen, 2016

5 Resultater

I dette kapittelet vil jeg først presentere forutsetningene jeg har tatt for mine resultater, for så å presentere de kvantitative resultatene med tilhørende feilkilder. Etter dette vil resultatene av intervjuene presenteres, før jeg avslutningsvis presenterer resultatene fra spørreundersøkelsen.

5.1 Forutsetninger for mine resultater

Resultatene jeg har oppnådd i denne oppgaven er todelt. Første del av resultatene er basert på kvantitative studier over hvor mye tid som er planlagt å bruke på tømmerarbeidet på prosjekt Nordviken blokk C og D opp mot det som faktisk er brukt. Det meste av tømmerarbeidet pågikk i perioden uke 42, 2015, til uke 12, 2016, og dermed er det denne perioden som blir analysert ved hjelp av de kvantitative studiene. Poster på tømmerarbeidet som har påløpt utover uke 12 er ikke tatt med i studien.

Andre del av resultatene er utarbeidet ved hjelp av en kvantitativ studie med intervju av et utvalg fagarbeidere ansatt hos MMB for å avdekke hva de oppfatter som de største tidstyvene i byggeprosessen. Disse intervjuene la grunnlaget for en spørreundersøkelse om tidstyver jeg gjennomførte for alle fagarbeidere tømmer og grunnarbeidere fra MMB på prosjekt Nordviken blokk C og D.

5.2 Presentasjon kvantitativt studie

De kvantitative målingene som er gjort i denne oppgaven har tatt for seg tømmerarbeidet som er utført på prosjekt Nordviken blokk C og D fra uke 42, år 2015, frem til uke 12, år 2016. Før resultatene presenteres blir aktuelle feilkilder i studien presentert.

5.2.1 Feilkilder

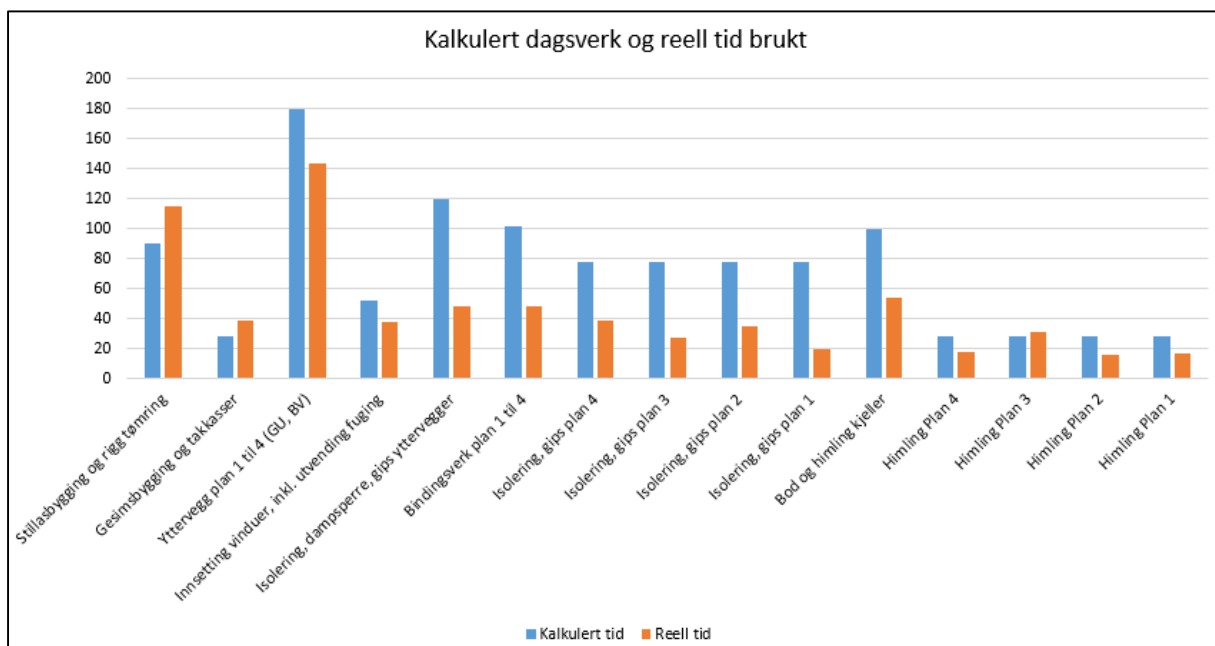
Den kvantitative studien har flere feilkilder man må være oppmerksom på. Disse feilkildene gjør at man skal vokte seg med å godta dataene uten kritisk sans. Dataene belyser likevel at det er store avvik mellom kalkulerte og reelt brukte dagsverk i prosjekt Nordviken blokk C og D.

- Den største feilkilden er at «reell arbeidstid» er blitt hentet fra ukeprogram Nordviken (vedlegg D), utarbeidet av prosjektleder på prosjekt Nordviken. Disse ukeprogrammene for uke 42, 2015 til uke 12, 2016, er kun et utgangspunkt for hvilke

jobber som skal gjøres i perioden, slik at det å tilegne to personer til eksempelvis «gesims og takkasser» i to hele dager er en grov forenkling. For å måle «reell arbeidstid» per aktivitet må man måle hver aktivitet med stoppeklokke, men dette ville vært en oppgave i seg selv. I og med at jeg ønsker å se hvordan man kan redusere ikke-verdiskapende tid i prosessen vil jeg se nærmere på hvilke tidstyver som finnes ved hjelp av en kvalitativ studie. Likevel mener jeg at det vil være fornuftig å presentere den kvantitative studien da denne gir et inntrykk av hvilke avvik som finnes mellom kalkulert tid og reell tid for utførelsen av aktiviteter.

- Det er ikke alltid samsvar mellom hva som inngår i kategoriene på ukeprogram og postene i timeverkkalkylen. Eksempelvis inngår kategorien «sviller» på ukeprogrammet, mens i timeverkkalkylen er disse fordelt 50/50 mellom «innvendig bindingsverk» og «bindingsverk utvendig vegger».
- I repeterende oppgaver vil ofte de siste oppgavene utføres raskere enn de første.

5.2.2 Kalkulert dagsverk og reell arbeidstid



Figur 46 – Resultater av kalkulert dagsverk og reell tid brukt

I den kvantitative undersøkelsen som er utført i oppgaven er kalkulert tid hentet fra timeverkkalkylen (vedlegg A), mens reell tid brukt er hentet fra de ulike ukeprogrammene fra Nordviken (vedlegg D). Ut i fra min kvantitative studie ser jeg en klar tendens til at MMB

planlegger med mer tid enn det som er nødvendig for de ulike aktivitetene på prosjektet. Jeg ser en klar sammenheng mellom timeverkkalkylen (vedlegg A) og hovedfremdriftsplanen (Vedlegg B). Når det kommer til ukeprogrammet (vedlegg D), viser resultatene at disse ikke baseres i stor nok grad på timeverkkalkylen eller hovedfremdriftsplanen. Dette skaper de store differansene man ser mellom kalkulert tid og reell tid. Ukeprogrammet på prosjekt Nordviken blokk C og D blir ofte utviklet i samarbeid med formannen, og baseres mer på erfaringstall enn timeverkkalkylen. Det at man ikke stiller strenge nok krav til egen bedrift er trolig en kjent utfordring innen byggebransjen utover prosjekt Nordviken blokk C og D, da denne utfordringen er omtalt i Porsche Takt teorien som omhandler null-feil prinsippet.

Av grafen over ser vi at det kun er postene «Stillasbygging og rigg tømring», «Gesimsbygging og takkasser» og «Himling Plan 3» hvor det er brukt mer tid enn planlagt. Av de resterende postene er den planlagte tiden mer enn den tiden som faktisk er brukt. Til tross for feilkildene som er presentert gir denne studien en god indikasjon på at det eksisterer forskjeller mellom kalkulert tid og reell tid brukt på aktivitetene. For å analysere avvikene videre og få en indikasjon på hvorfor de største tidstyvene oppstår, har jeg valgt å benytte intervju og spørreundersøkelse av de ansatte fagarbeiderne fra MMB som var tilstede under tømmerarbeidet. Dette resultatet er presentert i neste avsnitt.

5.3 Presentasjon kvalitativt studie

For å dokumentere de opplevd største tidstyvene blant tømmerarbeidet på prosjekt Nordviken blokk C og D har det blitt gjennomført et intervju blant utvalgte fagarbeidere på prosjektet. Intervjuobjektene ble valgt ut basert på erfaring, kjennskap til prosjektet og stilling. Jeg valgte dermed å intervju to tømreere og en grunnarbeider som er ansatt hos MMB. Alle intervjuobjektene har lang erfaring hos MMB og har jobbet på dette prosjektet hele perioden den kvantitative studien omfatter, fra uke 42, år 2015, frem til uke 12, år 2016. Disse intervjuene la grunnlaget for en spørreundersøkelsen jeg ønsket å involvere alle de ansatte i. Ved hjelp av denne spørreundersøkelsen ønsket jeg å finne ut hvilke aktiviteter som oppleves som de største tidstyvene på prosjekt Nordviken blokk C og D, hvor stor andel fagarbeiderne anslår de bruker på ikke-verdiskapende arbeid, samt hva de har av kunnskap om lean.

Grunnlaget for intervjuet og spørreundersøkelsen er vedlagt i vedlegg E og F.

5.3.1 Resultater intervju

Intervjuprosessen med ansatte i MMB kartla flere punkter i prosjektgjennomføringen hvor det eksisterte forbedringspotensiale. Det som gikk igjen som det største forbedringspotensialet var takten i produksjonen på prosjektgjennomføringen. Dette omhandlet samhandlingen mellom ulike fagfelt, slik at produksjonen ikke ble stoppet fordi et fagfelt produserte saktere enn de andre fagfeltene. Det ble også påpekt i denne sammenheng at det ble opplevd at ledelsen planla med mer tid på tømmerarbeid enn det som strengt tatt var nødvendig.

Noe som gikk igjen hos intervjuobjektene var at ryddigheten rundt hvert fagområde med fordel kunne vært forbedret. Dette førte til at unødvendig tid gikk med til leting etter utstyr, materialer, verktøy osv. Til tross for at ryddigheten rundt de ulike fagområdene kunne vært bedre, blir byggeplassen oppfattet som ryddig og strukturert. Det er enkel adkomst for innkjøring av materialer, kranen er plassert strategisk slik at kranløft går raskest mulig, containere har enkel adkomst og oppleves som ryddige innvendige, samt at det er korte avstander innad på byggeplassen.

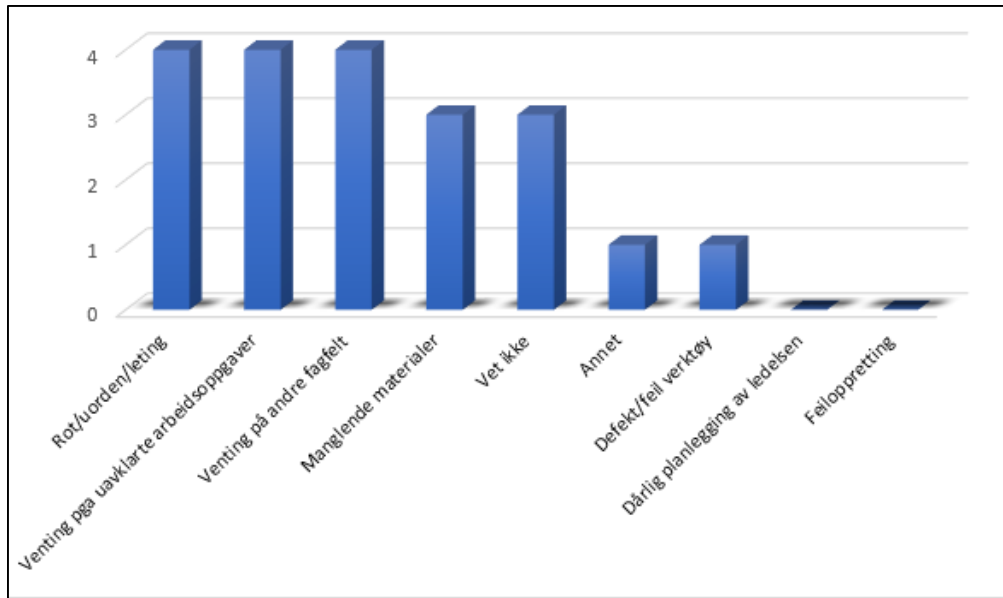
Et annet punkt som ble påpekt i intervjuprosessen var at det eksisterte noe «tidlig hjem» problematikk. Det vil si at enkelte fagarbeidere står klare for å dra hjem noen minutter før arbeidsdagen er over. Dette ble ikke påpekt av alle intervjuobjektene, men heller ikke spurt nærmere om av intervjuer da temaet ikke ble nevnt av intervjuobjektet.

I intervjuprosessen ble alle intervjuobjektene spurt spesifikt om småpauser eller «5-minuttere» utgjorde en betydelig andel av ikke-verdiskapende arbeid. Ingen av intervjuobjektene opplevde dette som en utfordring på arbeidsplassen. I tillegg ble det spurt spesifikt om matpausene og hvor godt spisetiden ble overholdt. Alle intervjuobjektene mente at den avsatte spisetiden ble godt overholdt og at det var god kultur for å overholde de 30 minuttene som var avsatt til hver spisepause.

5.3.2 Resultater spørreundersøkelse

Herunder blir resultatene fra spørreundersøkelsen presentert. Dette inkluderer spørsmål om tidstyver, hvor stor andel av hverdagen som går med til ikke-verdiskapende arbeid, samt hvor god kjennskap fagarbeiderne fra MMB har til lean. Spørreundersøkelsen ble utført på lunsjbrakka til fagarbeiderne, hvor alle var samlet da undersøkelsen ble gjennomført.

Tidstyver



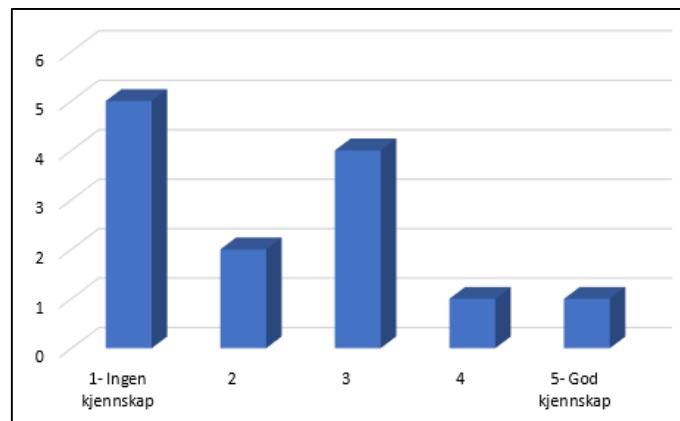
Figur 47 - Tidstyver prosjekt Nordviken blokk C og D

Spørsmålene som ble brukt i spørreundersøkelsen er vedlagt i vedlegg F. Resultatene over viser at flere av tidstyvene som går igjen på prosjekt Nordviken blokk C og D er utfordringer som kunne vært eliminert med bedre ledelse i prosjektet. Både taktplanlegging og lean er metoder og tankesett som gjør at disse tidstyvene kan elimineres eller reduseres. Resultatene fra spørreundersøkelsen viser at utfordringene man møter på prosjekt Nordviken blokk C og D ikke er unike for dette prosjektet. Alle disse tidstyvene er gjengangere som har blitt påpekt i annen forskning på området, men med ulik konkretisering av postene.

Ikke-verdiskapende arbeid

Når det gjelder hvor stor del av arbeidsdagen som går med til ikke-verdiskapende arbeid endte man på et gjennomsnitt på 25,4%. Dette tallet er noe misvisende da spørreundersøkelsen inkluderte grunnarbeiderne som utgjør en stor del ikke-verdiskapende arbeid (80-90%). For å få et mer representativt resultat velger jeg å finne medianen til undersøkelsen, noe som ga en median på 10%. Hvis vi ser bort i fra det som trolig er grunnarbeidere, med 80-90% ikke-verdiskapende arbeid, får vi et gjennomsnitt på 12,1%.

Kjennskap til lean



Figur 48 - Kjennskap til lean

Ut i fra spørreundersøkelsen viser det seg at fagarbeiderne som er ansatt hos MMB på prosjekt Nordviken blokk C og D har liten kunnskap om lean. Dette var ikke overraskende da det har vært lite fokus på lean hos MMB foreløpig. Fem av totalt 13 som besvarelsen på spørreundersøkelsen hadde ikke noe kjennskap til lean. Kun to av totalt 13 fagarbeidere mente de hadde ganske god eller god kjennskap til lean (svaralternativ 4 eller 5). Dette viser at man må påregne mye opplæring på hva som inngår i lean ved en implementering av denne filosofien.

Undersøkelsen kartla ikke hva de ulike deltagerne i spørreundersøkelsen kunne om lean, annet enn at de selv fikk vurdere sin kunnskap. Dette gjør at et slikt resultat kun blir en subjektive vurdering av egen kunnskap. En slik subjektiv vurdering gjør at kunnskapen om lean verken blir verifisert at stemmer eller om den er så god som enkelte mener den er. Dette er en svakhet med dette spørsmålet, som gjør at jeg må vokte meg for å legge for mye vekt på dette resultatet. Likevel kartlegger resultatet at fem personer aldri hadde hørt om lean, og dette i seg selv vil være et nyttig resultat.

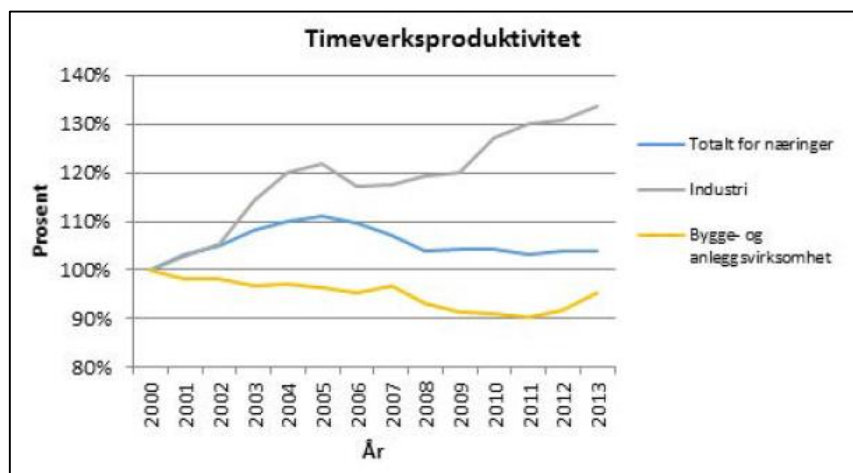
6 Diskusjon

I dette kapitlet diskuteres resultater fra kapittel 5 opp mot aktuell teori og problemstillingen for oppgaven.

6.1 utfordringer på prosjekt Nordviken og i byggebransjen for øvrig

Resultatene fra undersøkelsene som har blitt utført i denne studien har kartlagt at det eksisterer flere ulike tidstyver på prosjekt Nordviken blokk C og D. Disse tidstyvene gjør at prosjektet trolig tar lenger tid å gjennomføre enn det hadde trengt å gjøre.

Tidstyvene som eksisterer på prosjekt Nordviken blokk C og D er mest sannsynlig ikke unike for dette prosjektet og tidligere forskning på området har vist at byggenæringen har et stort forbedringspotensial når det kommer til produktive byggeprosesser (Johansen & Hoel, 2016). Statistisk sentralbyrå (SSB) sin graf over timeverksproduktivitet (Figur 49) viser at produktiviteten i bygge- og anleggsvirksomheten frem til år 2013 har hatt en dårligere utvikling enn øvrige næringer. Dette poengteres også i problemnotatet «Måling av produktivitet og prestasjoner i byggenæringen» fra Sintef (2013).



Figur 49 - Utvikling i timeverksproduktivitet i perioden 2000-2013. År 2000 = 100%, fra Johansen & Hoel, 2016, basert på tall fra SSB, 2014

I veileder «Systematisk ferdigstillelse» av Johansen & Hoel (2016) ble det argumentert for at årsaken til den lave produktiviteten i bygge- og anleggsvirksomheten skyldes tidsbruk på

retting av feil i prosjektering, utførelse eller produkter. Samtidig argumenterer Sintef i sitt problemnotat (2013) for at byggenæringens fokus på kostnadsbesparelser reduserer produktiviteten ved å ansette billig, utenlandsk arbeidskraft. Utenlandsk arbeidskraft fører til økte arbeidstimer i antall, men totalkostnadene ender likevel opp lavere.

I teorien om TPS omtales det 7 ulike former for sløsing (kapittel 4.4.8). Forskning har stilt seg kritisk til denne kategoriseringen, da den mener at disse 7 punktene ikke i stor nok grad dekker alle kildene til sløsing i byggebransjen godt nok (Bonnier, Kalsaas, & Ose, 2015). De ulike svarene fra de ulike forskningene viser at det er flere ulike teorier om hvilke tidstyver som er de dominerende i byggebransjen og hvorfor byggenæringen har dårligere produktivitet enn andre næringer.

Resultatene fra undersøkelsen som ble gjort i denne oppgaven støtter forskningen som påpeker at det eksisterer mange ulike tidstyver i byggebransjen. Samtidig peker mine resultater på at mange tidstyver ikke blir synliggjort på grunn av at det planlegges med mer tid enn det som faktisk trengs i prosjektet. Til tross for at ingen av fagarbeiderne mente «dårlig planlegging av ledelsen» var årsaken til tidstyvene, mener jeg at samtlige tidstyver som ble kartlagt i denne studien kunne vært eliminert eller redusert ved hjelp av bedre prosjektledelse. En mulig årsak til at ingen fagarbeidere tør å gi ledelsen skylden kan være en fryktkultur for å kritisere ledelsen. Hvis dette er forklaringen vil dette være en sterk ukultur i organisasjonen, noe jeg mener ikke er tilfellet hos MMB. Mitt inntrykk er at det er en god kultur for å gi konstruktive tilbakemeldinger på alle nivåer i bedriften. En annen forklaring kan være at fagarbeiderne ikke har god nok kjennskap til hvordan ledelsen *kunne* utført planleggingen og gjennomføringen av prosjektet på en bedre måte. Det er vanskelig å være kritisk til utførelsen og planleggingen om man ikke har god nok innsikt i arbeidshverdagen til prosjektledelsen.

Jeg mener utfordringene med lederskapet på prosjekt Nordviken blokk C og D både inkluderer planleggingsfasen som gjøres i forkant av gjennomføringsfasen, og lederskapet som må utøves for å følge opp prosjektet underveis. Disse to ulike formene for ledelse har jeg valgt å definere som planleggingsledelse og styringsledelse.

6.2 Planleggingsledelse

Med planleggingsledelse mener jeg hvordan ledelsen planlegger arbeidet som skal utføres av fagarbeiderne på prosjektet.

6.2.1 Avdekke utfordringer

“Having no problems is the biggest problem of all” –Taiichi Ohno

Ut i fra resultatene i det kvantitative studiet, samt intervjuprosessen med fagarbeiderne hos MMB, ser jeg antydninger til at byggeledelsen på prosjekt Nordviken blokk C og D planlegger med mer tid til tømmerarbeidet enn det faktisk tar.

Ser vi dette opp mot teorien i Porsche Takt er dette en kjent utfordring innen «null feil» prinsippet som gjør at utfordringene i byggebransjen ikke blir synliggjort. For å ha muligheten til å avdekke de reelle utfordringene og minimere ikke-verdiskapende arbeid man har på prosjekt Nordviken blokk C og D er første steg å redusere bufferene. Dette kan gjøres i form av å minimere lagerbeholdningen, redusere planlagt tidsbruk på aktivitetene eller redusere antall fagarbeidere på prosjektet. En reduksjon av lagerbeholdningen er i samsvar med pull-systemet som benyttes innen lean-teorien. Å gjøre seg sårbar ved å redusere ressursene er, slik jeg opplever det, en nødvendighet for å drive forbedringsarbeid. En svensk undersøkelse utført av Statistiska Centralbyrån anbefaler at man utfører prestasjonsmålinger i byggenæringen for å forbedre produktiviteten i byggebransjen. Disse målingene må utvikles videre ved å hele tiden bedrive kontinuerlig forbedring (Sintef, 2013). Dette er i tråd med TPS og leanteorien som omhandler kaizen, og poengterer viktigheten av å avdekke utfordringene i bedriften. På en annen side kan en slik reduksjon av ressurser gå ut over lønnsomheten til bedriften og prosjektet. En slik reduksjon av ressurser må derfor vektles nøye opp mot hva man ønsker å oppnå.

På prosjekt Nordviken blokk C og D var det i anbudet antatt at timeverk tømmer skulle bli omkring 10800 timer. Det reelle antallet timeverk ligger pr. 14.04.16 på 7098 timer, og vil trolig ende på over 8000 timer. Dette støtter min kvantitative studie om at kalkulerte timer brukt på tømmerarbeidet på prosjektet er mer enn reelle timer brukt.

På prosjekt Nordviken blokk C og D viser det seg at det er en god sammenheng mellom timeverkkalkylen (vedlegg A) og hovedfremdriftsplanen (vedlegg B). Når det gjelder det detaljerte ukeprogrammet (vedlegg D) baseres dette i større grad på erfaringstall enn på faktiske kalkyler. Sammenhengen mellom timeverkkalkylen/hovedfremdriftsplanen og ukeprogrammene kan og bør med fordel følges opp bedre. Dette avdekker en stor utfordring man har på prosjekt Nordviken blokk C og D. Min oppfattelse er at ledelsen ofte bruker god tid på planlegging og hva som skal gjøres, men når det kommer til utførelsen blir ikke planen viet like mye tid. Dette går på bekostning av flyten i produksjonen og det oppleves da at man blir ventende på andre fagfelt i gjennomføringen, noe som dermed blir oppfattet som en stor tidstyv på prosjektet.

6.2.2 Taktproduksjon

Til tross for at de største utfordringene skjules ved å tilsynelatende planlegge med mer tid enn det man faktisk trenger på prosjekt Nordviken blokk C og D, ble det gjennom intervjuprosesser og spørreundersøkelser synliggjort flere tidstyver på prosjektet. Flere av tidstyvne kan komme av utfordringer med takten i gjennomføringen av prosjektet, og kunne med fordel vært forbedret ved hjelp av bedre planleggingsledelse og styringsledelse.

Det finnes flere eksempler på at utfordringer i prosjekteringen og gjennomføringen av prosjekter har ført til store avvik mellom kalkulert og endelig kostnadsramme. Et eksempel er Deichmanske bibliotek, som etter planen skulle bli ferdigstilt september 2016. Det ser ut til å få en millionsprekk på omtrent 500 millioner (NRK, 2015). I Holte Consulting sin rapport angående Deichmanske bibliotek påpekes det at «Prosjektorganisasjonen, styringen og idriftsettelse har økt kostnadene med 103 millioner kroner» (Dagsavisen, 2015). Dette viser viktigheten av å ha en god prosjektorganisering, styring og takt i produksjonsfasen, hvor flyten optimaliseres. Kobler vi dette opp mot teorien om sunne aktiviteter ser vi at det kun er én av de sju aktivitetene som kan påvirkes av fagarbeiderne ute, nemlig plass og ryddighet. De resterende punktene er det i størst grad byggeledelsen som kan påvirke. Dette argumenterer også for viktigheten av en god prosjektledelse og styring av prosjektet.

Eksempler på taktbaserte prosjekter som er utført, med stor suksess, er blant annet Domus Medica tilbygg, Urbygningen Campus Ås og KHiB (Porsche Consulting/Statsbygg/KHiB, 2015). Alle disse prosjektene inngår blant de 25 demonstrasjonsprosjektene til BA2015 som skal være med å dele kunnskap og erfaringer. I prosjekter med mange repeterende oppgaver er

det flere indikasjoner på at det vil være gunstig å benytte seg av stedsbasert planleggingsmetode og taktproduksjon (Kenley & Seppänen, 2009). Samtidig viser annen forskning at «The Last Planner®, stedsbasert planleggingsmetode og taktproduksjon ikke nødvendigvis er den beste teknikken for å organisere produksjonsgangen i en organisasjon» (Kalsaas, Skaar, & Thorstensen, 2015). Dette viser at det er noe sprikende forskning på området.

Jeg mener en forbedring av takten på prosjekt Nordviken blokk C og D kunne bidratt til å redusere ikke-verdiskapende arbeid som oppstår når de ulike fagfeltene blir gående i veien for hverandre. Dette vil også minimere ventingen på andre fagfelt, som ble trukket frem som en viktig tidstyv i spørreundersøkelsen. På en annen side vil en mer detaljert taktplanlegging kreve streng kontroll og oppfølging av de ulike UE, samt store ressurser i planleggingsfasen. Observasjoner på prosjekt Nordviken blokk C og D har vist at MMB i mange tilfeller lar UE styre egen fremdrift, så lenge de er ferdig til en forhåndsbestemt sluttdato. Ved å kreve detaljerte fremdriftsplaner og mannskapslister fra hver UE vil det være lettere for prosjektledelsen å utføre styringsledelsen. Dette vil ta lenger tid i planleggingsfasen, men gi bedre kontroll på prosjektet når det kommer til gjennomføringsfasen. Som det blir beskrevet i boken Prosjekt av Kolltveit, Lereim & Reve (2009) er lang-kort bedre enn kort-lang. Det vil si lang planleggingsfase og kort gjennomføringsfase er bedre enn kort planleggingsfase og lang gjennomføringsfase.

6.2.3 Større involvering i planleggingsfasen

Forskning har påpekt at «implementering av taktproduksjon krever samarbeid blant ulike aktører for å utvikle en felles plan for prosjektet, samt tid til å utvikle en detaljert og realistisk produksjonsplan» (Frandsen, Seppänen, & Tommelein, 2015). Ved implementering av taktproduksjon på prosjekt Nordviken blokk D og D er det hensiktsmessig, slik jeg ser det, med større involvering fra aktører som RIV, RIE, RIB og ARK på et tidligere tidspunkt. Ved en totalentreprise har ofte BH og ARK utarbeidet grunnlaget for bygget, før de tekniske rådgivende aktørene kommer inn i prosessen. Ved å la alle de rådgivende aktørene i større grad bli involvert på et tidligere tidspunkt kunne man prosjektert bygget på en slik måte at det legges til rette for repeterende aktiviteter som kan planlegges med jevn takt i produksjonsfasen. Det vil si at alle aktører som påvirker bygget i tidligfasen må være involvert og innforstått med hva som ligger i taktproduksjon, samt ha fokus på å legge til rette for å redusere ikke-verdiskapende arbeid på prosjektet. Løsninger som ferdigmalte plater,

listverk og lignende er eksempler som gjør at malejobben kan betydelig forkortet ned. I tillegg til dette vil en mer detaljert prosjektering være med å redusere lagerbeholdningen og hjelpe til med å produsere kun det som er nødvendig. For å få til dette må alle nivåer helt ned til utførende fagarbeider være innforstått med måten man utfører byggefasen på. Dette innebærer at alle aktører går sammen om å se etter forenklede og tidsbesparende måter å utføre arbeidet på. Dette gjør at byggeledelsen enklere kan planlegge med presise mengder av materialer, slik at varer i arbeid og lagerbeholdning blir holdt til et minimum. På denne måten ivaretar man også JiT leveranser i større grad, og man kan minimere svinnet av materialer som oppstår på en byggeplass.

6.2.4 Bakoverplanlegging

Skal man forbedre planleggingsledelsen som utføres på prosjekt Nordviken blokk C og D, og hos MMB for øvrig, ser det ut til at det vil være hensiktsmessig å omstrukturere hele tankesettet med hvordan fremdriftsplanleggingen utføres. Mens dagens system går ut på å allokere nødvendig tid til betongarbeider og tømmerarbeider, for deretter å fordele gjenstående tid på UE, vil det være hensiktsmessig å se på egne muligheter for forbedring først. Det vil si at man først og fremst setter opp hvor lang tid de ulike UE behøver på jobben, for deretter å se hvor lang tid som gjenstår til eget betongarbeid og tømmerarbeid. Dette vil si en bakoverplanlegging hvor man begynner planleggingen på sluttdato for prosjektet, for deretter å se hvor lang tid man får avsatt til eget arbeid. Dermed blir man også nødt til å involvere UE i større grad i planleggingsfasen. På denne måten begynner man med å ta tak i egne utfordringer før man påpeker problemer og utfordringer hos eksterne aktører.

6.3 Styringsledelse

Med styringsledelse mener jeg den styringen og oppfølgingen som gjøres underveis i prosjektet for å oppnå ønskede mål.

6.3.1 Rot, uorden og leting

Utfordringene jeg så langt har diskutert har omfattet ledelsen og at planleggingen kunne vært utført på en bedre måte. En annen utfordring som er synliggjort på prosjekt Nordviken blokk C og D omhandler hvordan ledelsen kan minimere ikke-verdiskapende arbeid ved å utføre lederskapet på en bedre måte underveis i gjennomføringen av prosjektet. Lederskap har vist seg å være en essensiell komponent ved implementering av Lean Construction (Bettler & Lightner, 2013).

Rot og uorden rundt hvert enkelt fagfelt ble trukket frem som en av de viktigste tidstyvene i intervjuene som ble utført. Dette stemmer også godt overens med svarene i spørreundersøkelsen, da «Rot/uorden/leting» ble trukket frem som én av de tre viktigste tidstyvene på prosjekt Nordviken blokk C og D.

En svakhet med dette svaralternativet var at det var lite konkretisert hva dette alternativet innebærer. Rot og uorden kan, slik jeg ser det, omhandle lite struktur på arbeidsplassen, lite ryddighet av materialer/festemidler/verktøy og rot og feil sortering av søppel osv. Leting kan gå ut på leting etter materialer/festemidler/verktøy som er borte, leting etter personell eller leting etter personlig utstyr. Eksempler fra prosjekt Nordviken blokk C og D er leting etter utstyr og materialer som blir lånt på tvers av ulike fagfelt, slik som arbeidslamper og skjøtekabler. I og med at denne posten ble omfattende og lite konkretisert viste det seg at det var lett å finne eksempler på tidstyver som skyldes rot, uorden og leting.

Selv om det var en oppfattelse av uryddighet rundt de ulike fagområdene ble det, gjennom intervjuer, påpekt at det var godt innenfor «normalen» på tilsvarende byggeprosjekter. Dette viser, slik jeg ser det, at ryddighet på byggeplassen er en kjent utfordring i byggebransjen. Annen forskning på området har vist at ryddig opptar 5% av den totale tidsbruken på en byggeplass (Bygg21, 2015). Da det er knyttet stor usikkerhet til hvordan denne forskningen er utført, er det grunn til å ha et kritisk blikk rettet mot den.

Til tross for at dette svaralternativet ga rom for tolkninger har jeg observert at det som har blitt tolket som rot og uorden kunne vært redusert eller eliminert ved hjelp av bedre lederskap underveis i prosjektet. I løpet av min periode på prosjekt Nordviken blokk C og D har jeg

observert at det med fordel kan utvikles en større konsekvenskultur innad i MMB, samt opp mot UE. I perioden har det på samtlige driftsmøter blitt poengtert at ryddighet på byggeplassen er viktig og langt ifra bra nok. Likevel har det kun vært én UE som har blitt bøtelagt for feil/dårlig sortering av avfall. Ønsker man å få eliminert problemet med rot og uorden på byggeplassen vil det, slik jeg ser det, være nødvendig med konsekvenser utover tilsnakk til hvert enkelt fagfelt. Det vil være fordelaktig med langt strengere lederskap hvor det i større grad gis bøter for manglende orden.

Lean omtaler ulike metoder for å standardisere og strukturere arbeidet som gjøres på byggeplassen. 5S (Kapittel 4.9.4) er utviklet som et verktøy og en filosofi man kan ta i bruk innen Lean Construction for å møte utfordringene med rot og uorden i byggebransjen. 5S står for standardisere, sortere, systematisere, strigle/rengjøre og sikre standard. Lean Consulting (2016) påpeker at 5S er mer enn et verktøy, men en filosofi og en måte å organisere og administrere på som gjør at man kan oppnå de nevnte fordelene med 5S. En implementering av 5S må derfor gjøres over tid, med kontinuerlig fokus på å holde orden, for å oppnå fordelene med 5S. Ved å implementere 5S i MMB vil man kunne redusere utfordringene som ble kartlagt i spørreundersøkelsen. Dette arbeidet må begynne allerede ved prosjektoppstart. Eksempler på tiltak som kan igangsettes i MMB er følgende:

- Merke alt av personlig utstyr/materiell
- Merke alt av utstyr med firmanavn
- Opprette felles mal for alle containere uavhengig av byggeplass
- Bedre merking av søppelcontainere
- System for inn- og utrapportering av materialer og fellesutstyr som benyttes.

På prosjekt Nordviken blokk C og D ble det observert at leveransen av materialer ikke alltid gikk etter planen. Selv om man forsøker å tilstrebe at materialene kommer til rett lasteplass, bygning, trapp, leilighet og rom, opplevde jeg at varer som ankom byggeplassen enten var feil merket eller dårlig merket. Et strekkodesystem for inn- og utrapportering av utstyr som verktøy og materialer har gitt gode resultater på noen pilotprosjekter i Sverige (Byggfakta, 2014). Et slikt system kan hjelpe til slik at rett materiell kommer til rett tid og sted, altså støtte oppunder JiT-leveranse. Sveriges bygg- og eiendomsnæringens elektroniske business standard (BEAst) har utviklet en standard som kalles eBuild som skal sikre integrasjonen mellom firmaer i hele verdikjeden. eBuild er en fakturaportal som er felles for bygg- og anleggsbransjen. Ved å benytte dette systemet får man en valideringskontroll som sørger for

at alle opplysninger er rett før man sender fakturaen (Byggfakta, 2014). Ved å ta i bruk et slikt strekkodesystem for inn- og utrapportering på Nordviken blokk C og D ser jeg antydninger til at tiden som går med til leting etter materialer og utstyr kan reduseres. I tillegg vil dette være et steg mot 5S filosofien med de nevnte fordelene dette gir.

6.3.2 Større involvering i utførelsesfasen

I tillegg til at bedre lederskap i gjennomføringen av prosjektet kan redusere rot, uorden og leting på byggeplassen, ser jeg antydninger til at større involvering av egne ansatte vil kunne øke produktiviteten på prosjektet.

Som det nevnes i teorien om Porsche Takt vil det, ved en implementering av Porsche Takt og taktproduksjon, være svært viktig at ethvert fagfelt er klar over hvilke aktiviteter som kommer før og etter i utførelsesprosessen. Å kjenne til den foregående aktiviteten er illustrert som én av de syv forutsetningene som ligger til grunn for at en aktivitet er sunn i Figur 27. Dette er også viktig opp mot Koskela (2000) sin teori om Lean Construction, der transformasjon og flyt er viktige konsepter for å skape en produktiv gjennomføringsprosess. I tillegg påpekte Ballard (1999) viktigheten av å ta beslutninger på et så lavt nivå som mulig i teorien om The Last Planner System®. Disse to teoriene har utviklet Lean Construction dit det er kommet i dag. Forskning viser at en større inkludering av fagarbeidere vil gi merkbar høyere produktivitet (Ballard G. H., 1999). Ved å inkludere fagarbeidere i større grad vil man også, slik jeg ser det, møte kritikken av lean (og Porsche Takt) som omhandler menneskelige kostnader. Fagarbeidere som blir inkludert i planleggingsprosessen vil trolig oppleve et mer demokratisk arbeidsforhold og på denne måten oppnå større trivsel på arbeidsplassen.

Fagarbeiderne på prosjekt Nordviken blokk C og D ser kun byggeledelsen når ledelsen enten er ute på befaring på bygget eller fagarbeiderne selv er inne på kontoret for spørsmål om utførelse av arbeidet. Fagarbeiderne og byggeledelsen spiser i tillegg i separate brakkerigger, noe som gjør at ikke pausene heller blir benyttet for å bli bedre kjent. Til tross for dette opplever jeg at arbeidsmiljøet er godt og at byggeledelsen på prosjektet oppfattes som tillitsfulle og forståelsesfulle ovenfor fagarbeiderne. Dette bekreftes også av den lave fraværsprosenten i MMB for øvrig som var på 3,29% i 2015.

Spørreundersøkelsen som ble utført på Nordviken blokk C og D kartla at «venting pga uavklarte arbeidsoppgaver» var en dominerende tidstyv på prosjektet. Ved å forbedre oppfølgingen underveis i gjennomføringen, samt involvere fagarbeiderne på prosjektet i større

grad, ser jeg antydninger til at dette kan være med på å redusere denne tidstyven. Ved å forbedre planleggingsledelsen og styringsledelsen vil mer nøyaktige planer og tettere oppfølging være med på å minimere tiden som går med til uavklarte arbeidsoppgaver. Ved større involvering av fagarbeiderne underveis i prosjektet, vil i tillegg hver enkelt fagarbeider ha et bedre grunnlag for å vite hva som til enhver skal utføres.

6.3.3 BIM-kiosker

Som et verktøy man kan ta i bruk for å oppnå større involvering av fagarbeiderne, samt skape en større forståelse for jobben som utføres, kan man ta i bruk BIM-kiosker. I teorien som omhandler Lean Construction ble nødvendig informasjon identifisert som én av sju forutsetninger for god drift og sunn aktivitet. Ved å installere såkalte BIM-kiosker ute på bygget vil hvert enkelt fagfelt kunne gå inn og se på siste versjon av arbeidstegningen. Forskning har vist at BIM har en god effekt med tanke på å raskt verifisere foreslåtte designløsninger (Tillmann, Viana, Sargent, Tommelein, & Formoso, 2015).

En BIM-kiosk er en flatskjerm installert med eksempelvis Solibri Model Viewer som er tilgjengelig til bruk av fagarbeiderne på byggeplassen for å se oppdaterte 3D-modeller av bygget. Ved bruk av slike BIM-kiosker kan man unngå dobbeltarbeid ved at feil arbeidsgrunnlag benyttes. Selv om ingen mente at «feiloppretting» var blant de mest aktuelle tidstyvene på prosjekt Nordviken blokk C og D går det med en del tid på å oppdatere seg på arbeidstegningene. En forutsetning for å ta i bruk slike BIM-kiosker må være at programvaren er så intuitiv at man skal kunne benytte seg av den med minimalt av opplæring. En slik ordning vil trolig møte en del motstand blant fagarbeidere som ikke er glad i endringer og ikke ser verdien av å endre noe som fungerer. Å implementere en løsning med aktiv bruk av BIM/VDC-programvare vil ta tid, og man kan ikke forvente raske resultater på første prosjekt. Man må her benytte seg av kontinuerlig forbedring, kaizen, med en forsiktig tilnærming gjennom flere prosjekter. På konferansen «Den kloke tegning 2015» som samlet 250 forskjellige aktører fra byggebransjen ble BIM-kiosker kåret til årets beste BIM-idé/-anvendelse. Slike BIM-kiosker ble tatt i bruk, med stor suksess, under Statsbyggs rehabilitering av Urbygningen Campus Ås (Statsbygg, 2016).



Figur 50 - BIM-kiosk i bruk, fra Statsbygg, 2016

Ved å ta i bruk BIM-kiosker ser jeg antydninger til at dette er med på å redusere kostnadene og ikke-verdiskapende arbeid på prosjekt Nordviken blokk C og D. Eksakt hvor stor reduksjonen i kostnadene eller ikke-verdiskapende arbeid vil bli er vanskelig å si noe om. Fra teorien om VDC har forskning vist en mulig kostnadsbesparelse på opptil 17% i prosjekteringskostnader ved bruk av 3D-tegninger (NCC, 2016). Basert på at dette kommer fra usikre kilder vil det være lurt å ha et kritisk blick mot denne forskningen. BIM-kioskene og arbeidsbenken som er utviklet av Skanska hadde en kostnadsramme på omtrent 37.000,-. Dette er da inkludert materialer og tømrerarbeidet som er nødvendig for å lage arbeidsbenken, samt alt av kabling og utstyr. Prosjekteringskostnadene på Nordviken blokk C og D kom på totalt ca 2.000.000,-. Tar man forgitt at en besparelse på 17% av prosjekteringskostnadene kan spares vil dette si en kostnadsbesparelse på omtrent 340.000,- for prosjektet. Totalt sett vil dermed prosjektet i teorien komme ut med en besparelse på 303.000,- hvis man benytter seg av én BIM-kiosk. Denne forskningen må selvfølgelig vurderes med et kritisk blick, da man ikke med sikkerhet kan si at en kostnadsbesparelse på 17% er realistisk. I tillegg vil det være sannsynlig at prisen på BIM-kiosken kan variere, og på en større byggeplass er man kanskje avhengig av flere slike BIM-kiosker for å oppnå ønsket effekt. Oppstår det kø ved BIM-kiosken vil dette igjen være ikke-verdiskapende tid som ikke fører til merverdi for kunden.

6.4 Lean i MMB

Spørreundersøkelsen viste at kjennskapen til lean var svært begrenset blant fagarbeiderne hos MMB. To av tre intervjuobjekter hadde aldri hørt begrepet før intervjuet, og fikk dermed en kort innføring i dette innebar etter intervjuet. Hadde det ikke vært for dette ville trolig antallet som ikke kjenner til lean vært enda høyere, da jeg antar at disse ga uttrykk for at de kjente noe til det i spørreundersøkelsen. Hensikten med dette alternativet i spørreundersøkelsen var for å kartlegge hvor god kjennskapen til lean var i MMB per dags dato. I ettertid har det vist seg at dette spørsmålet muligens burde vært omformulert for å få bedre effekt av svaret på hvor godt de ulike fagarbeiderne kjenner til begrepet. I stedet for å spørre direkte om lean med et ja/nei spørsmål burde jeg formulert spørsmålet til å omhandle den bakenforliggende filosofien, nemlig å eliminere sløsing, og hva fagarbeiderne tenkte om dette.

Skal man implementere lean i MMBs kommende prosjekter (og i MMB for øvrig) krever dette kunnskap om temaet på alle nivåer i organisasjonen. Som det ble beskrevet i teorien krever dette en top-down implementering, det vil si en forankring av lean i ledelsen før man involverer de øvrige ansatte i bedriften. Ved å kartlegge at kunnskapen om lean i MMB er forholdsvis liten, viser dette at det ved en implementering av dette må det påregnes kostnader til opplæring av flertallet av de ansatte.

Ordet lean er ikke lenger like populært blant de fremste ekspertene som det var for noen år siden. Dette poengterte Niklas Modig på en konferanse i regi av Spring Consulting 15.03.16. Årsaken til dette har å gjøre med at lean må tilpasses hver bedrift, slik at hver bedrift må lage sitt eget system basert på tankesettet og prinsippet fra teorien om lean. Selv om kjennskapen til lean tilsynelatende er liten hos MMB ser jeg antydninger til at det jobbes etter mange av prinsippene som inngår i teorien omkring temaet.

Planleggingsledelsen og takten i prosjektet har vært nevnt som et forbedringspotensiale på prosjekt Nordviken blokk C og D. Likevel er det indikasjoner på at denne er langt bedre enn mange av konkurrerende entreprenørers produksjonstakt. Noen UE kommenterer at det er strengere og tettere oppfølging når de utfører jobber for MMB, og det har blitt antydnet at MMB fremstår med mer kontroll enn mange konkurrerende firmaer. Det må poengteres at det er en viss usikkerhet i disse opplysningene, da denne informasjonen kun kommer fra enkelte UE. Hva de UE som forholder seg tause mener har vi ingen kjennskap til. Det må også nevnes at byggebransjen er en liten familie og det er begrenset med UE som kan utføre jobber lokalt for MMB. Derfor kan det tenkes at skryt av MMB vil øke velvilligheten til å inkludere disse UE i kommende prosjekter.

I veilederen «Lean i byggeprosjekter» av Kai Haakon Kristensen (2016) påpekes det at «Lean i produksjon uten lean i prosjektering vil ikke oppnå ønskelige resultater eller de potensialer som ligger i et godt lean-prosjekt». Videre påpekes det viktigheten av å implementere lean systematisk og ikke kun ved hjelp av metoder og verktøy. Ved å ta i bruk metoder og verktøy kan man oppnå en lokal effekt, mens store globale effekter er mindre sannsynlige. Dette er kommentert i kritikken av lean som ble presentert i kapittel 0. Viktigheten av å begynne arbeidet med en produktiv prosess allerede før planleggingen og prosjekteringen ble også påpekt gjennom prosjektet Oscar (2014-2017). Oscar har som mål «å utvikle kunnskap, metoder og analyseverktøy som muliggjør optimalisering av utformingen av bygg slik at bygget kan bidra til god verdi for eiere og brukere gjennom dets levetid» (Prosjektnorge/Multiconsult/Larssen, Anne Kathrine, 2016). Oscar påpekte at «grunnlaget for godt integrert arkitektur og teknologi skapes allerede i tidligfasen av prosjektet, før planleggingen og prosjekteringen» (Prosjektnorge/Multiconsult/Larssen, Anne Kathrine, 2016). Ved å involvere flest mulig aktører på et så tidlig tidspunkt som mulig legger man til rette for at alle aktører har god kunnskap om prosjektet, og kan være med å utforme bygget så hensiktsmessig som mulig med tanke på å redusere og eliminere tidstyver. I veileder «Samtidig prosjektering» av Torbjørn Tveiten (2016) påpekes det at «større involvering i prosjekteringsfasen kan gi 25-30% redusert kalendertid for planlegging og prosjektering». Dette kan ivaretas på en mye bedre måte enn det gjøres i byggebransjen i dag ved bruk av involverende planlegging, beskrevet i kapittel 4.9.3. I tillegg vil trolig BIM-kiosker, omtalt i kapittel 6.3.3, være en vesentlig bidragsyter til felles forståelse blant ulike aktører i fremtiden.

6.4.1 Et paradoks

Ved å identifisere og eliminere en flaskehals i et prosjekt har man startet prosessen med kontinuerlig forbedring ved å korte ned byggetiden og redusere ikke-verdiskapende arbeid. Dette er omtalt i teorien som omhandler TPS og Porsche Takt. I Hans Thomas Holm sin presentasjon av KHiB (2016) blir det stilt et spørsmål til refleksjon: «Har vi 15 års erfaring? Eller egentlig kun 1 års erfaring 15 ganger?». Med dette menes at man er avhengig av å fornye seg om man skal oppnå mer erfaring. Selv om leanteorien går ut på kontinuerlig forbedring er også standardisering av byggeprosessen et viktig element innen lean. Utføres aktivitetene «som det alltid har vært gjort» har man ikke muligheten til å effektivisere produksjonen. Dette gjør at man etter hvert mister sin konkurransefordel ovenfor konkurrenter i samme marked. Det hjelper dermed ikke å ha 15 års erfaring i bransjen om man ikke har

fornyhet seg på disse 15 årene. På en annen side er det ønskelig å standardisere prosessen slik at man får «eksperter» som utfører hver aktivitet. Skal man ha kontinuerlig forbedring i 15 år vil man ikke få muligheten til å innarbeide seg arbeidsvaner som gjør at man blir mer produktiv i utførelsen. Dette er grunnen til at initiativer som bygg21 og BA2015 er så viktige for byggenæringen. Slike initiativer tilfører forskning til bransjen som kan benyttes på tvers av ulike fagfelt. Hva som er mest riktig å prioritere er vanskelig å slå fast, men går vi tilbake til Modig og Åhlström (2012) til teori påpeker de at man alltid skal prioritere flyteffektivitet fremfor ressurseffektivitet. Dette innebærer å prioritere kunden og dette støttes også av Koskela (2000) i sin teori angående Lean Construction. Ser vi dette i lys av paradokset som ble beskrevet over kan det tenkes at standardisering av arbeidsoppgaver vil være det som bør prioriteres på kort sikt, mens en forbedret måte å utføre arbeidet på vil være ønskelig på lengre sikt.

6.5 Ikke-verdiskapende arbeid

Undersøkelsen som ble gjort blant fagarbeiderne på prosjekt Nordviken blokk C og D kartla at den antatte gjennomsnittstiden som går med til ikke-verdiskapende arbeid er 25,4%, mens den antatte mediantiden er 10%. Dette viser at fagarbeiderne er åpne for at det eksisterer forbedringspotensiale med tanke på produktiviteten i prosjektet. BAS på prosjektet fører fortløpende timer som kalles «dagtid». «Dagtid» er arbeidsoppgaver som går utenfor akkorden som håndverkerne må skrive ned som ekstratimer for å få betaling for. Dette er typisk ikke-verdiskapende arbeid for kunden, men like fullt arbeid som må gjøres. Eksempler på dette er snømåking og mottak av materialer. På prosjekt Nordviken blokk C og D ligger «dagtid» (per 08.04.16) på omtrent 16%, noe som stemmer forholdsvis bra med hva fagarbeiderne anslår som deres ikke-verdiskapende tid. Målsettingen til MMB er å ha en «dagtid» på maksimalt 12%, så dagens målte «dagtid» oppleves som noe høy. Antall timer som går med til «dagtid» er følgelig ønskelig å holde på et så lavt nivå som mulig, for å redusere antallet timer med ikke-verdiskapende arbeid.

MMBs egne fagarbeidere på prosjekt Nordviken blokk C og D antok selv at de hadde en verdiskapende tid på 90% hvis man bruker mediantiden som jeg synes er fornuftig å bruke. Annen forskning har påpekt at tid som går med til utførelse på byggeplass er så lavt som 20% (Bygg21, 2015). Den store differansen i disse målingene kan komme av flere årsaker slik jeg ser det. En årsak kan være at de ulike forskningene som er utført er utført på forskjellige måter. En annen årsak kan komme av uvitenhet angående hva som inngår i ikke-

verdiskapende arbeid blant deltakerne i spørreundersøkelsen. Det kan også tenkes at en slik vurdering av egen tid ikke nødvendigvis gir det mest riktige resultatet, da man ofte har en tendens til å se ting annerledes enn om eksterne hadde gjort vurderingen. Uansett viser slik forskning at det fortsatt er store uenigheter om hvor stor del av arbeidsdagen som går med til verdiskapende tid og at det er behov for videre forskning på hvordan den verdiskapende tiden kan økes.

6.6 Redusere sløsing på prosjekt Nordviken blokk C og D

I dette delkapitlet vil jeg diskutere hvilke endringer som kan gjøres på prosjekt Nordviken blokk C og D for å minimere ikke-verdiskapende arbeid. I tillegg kommer jeg opp med et forslag til forbedret flytskjema som er utviklet og presentert ved hjelp av både gantt-diagram og skråstreksdiagram. Det er viktig å presisere at det forbedrede diagrammet kun brukes for å illustrere at prosessen *kan* forbedres, og at dette ikke nødvendigvis er *den beste* måten å utføre flytskjemaet på.

6.6.1 Gantt-diagram

Hvis vi ser gjennomføringsfasen på prosjekt Nordviken blokk C og D opp mot Lean Construction og de sju forutsetningene for god drift, er det som nevnt kun én av syv forutsetninger som kan påvirkes av fagarbeiderne ute på byggeplassen, nemlig en ryddig og strukturert arbeidsplass. De øvrige seks forutsetningene er det funksjonærene som må legge til rette for. I tillegg har tidligere forskning vist at de største tidstyvene kan relateres til ledelse og koordinering (ProsjektNorge/SpeedUp/Johansen, 2016). Dette poengterer igjen viktigheten av å begynne arbeidet med å minimere ikke-verdiskapende arbeid på ledelsesnivå.

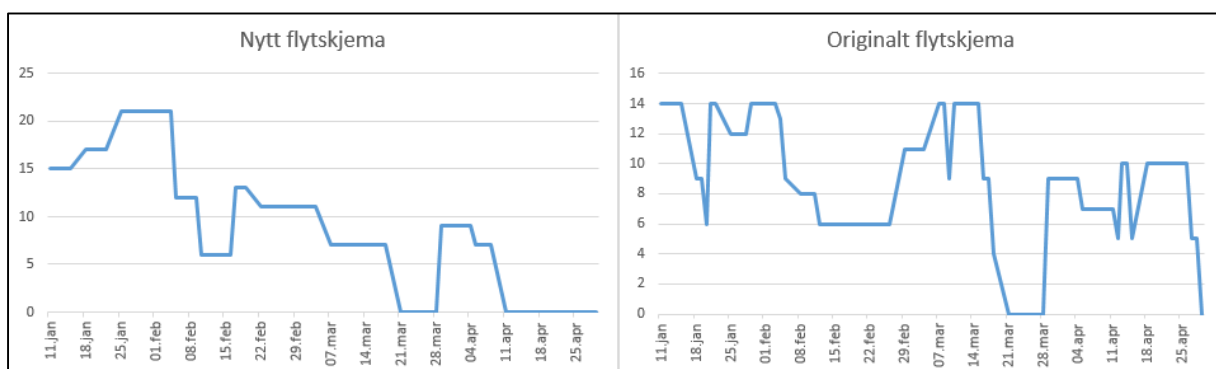
Som det fremgår av både den kvantitative studien (Kapittel 5.2) og intervjuet med fagarbeidere (Kapittel 5.3.1) finnes det muligheter for forbedring når det gjelder planleggingsprosessen til prosjektet. Begge disse studiene viser at prosjektledelsen planlegger med lenger tid enn det arbeidsoppgavene faktisk tar. Til tross for dette blir ikke prosjektet tidligere ferdig. Som et resultat av dårlig styringsledelse kan én av årsakene til at prosjektet ikke blir ferdig tidligere skyldes dårlig oppfølging av UE, slik at UE ikke holder den planlagte fremdriften og at dette stopper opp produksjonen for andre fagfelt. En annen årsak kan være at tidstyvene på byggeplassen gjør at store deler av tiden går med på ikke-verdiskapende arbeid, noe vi har fått kartlagt som en reell problemstilling i denne oppgaven. Ved

implementering av elementer fra taktplanlegging har forskning vist at dette kan komprimere en fremdriftsplan med opptil 20% (Faloughi, Linnik, Murphy, & Frandson, 2015).

Det ser ut til at dette også stemmer på prosjekt Nordviken blokk C og D. Ved å utvikle et gantt-diagram med jevnere flyt og større krav til egne fagarbeidere vil det trolig være mulig å ferdigstille prosjektet tidligere. Det forbedrede gantt-diagrammet er vist i vedlegg I. Med jevnere flyt mener jeg ikke at hvert fagfelt bruker like mange dager, men at hvert fagfelt bruker like lang tid i de ulike etasjene. Flytskjemaet er laget for perioden uke 1 2016 til uke 18 2016. I dette flytskjemaet er arbeidet fra UE dominerende, men tømmerarbeidet fra MMB sine egne ansatte er også inkludert.

I det forbedrede flytskjemaet (vedlegg I) har jeg kommet frem til en løsning hvor man kunne hatt siste byggvask 2,5 uker tidligere enn i den originale planen (vedlegg H). Det må nevnes at dette er en fremstilling hvor det ikke er gitt rom for feil eller forsinkelser. Et av flere prinsipper i lean er å eliminere flaskehalser, noe som også vil være viktig med tanke på å forbedre det nåværende flytskjemaet. En forutsetning for det forbedrede flytskjemaet er at noen UE er nødt til å øke kapasiteten slik at de ikke blir flaskehalser i produksjonen. Dette krever også bedre styringsledelse av prosjektledelsen.

Det nye flytskjemaet krever større antall tømrere i en tidligere fase, for deretter å trappe ned mannskapet ganske fort. For å vurdere om dette er mulig å gjennomføre ville man vært nødt til å se på den totale arbeidsmengden for MMB. Grafer over mannskapsfordelingene ved de ulike flytskjemaene er vist under:



Figur 51 - Mannskapsfordeling nytt flytskjema og originalt flytskjema

Som vi ser av figuren over «nytt flytskjema» (Figur 51) vil vi være avhengig av en del flere tømmerere tidlig i tømmerarbeidet på prosjektet for å kunne gjennomføre dette redigerte flytskjemaet. Vi vil derimot få en rask nedbemanning av mannskap rundt 1. februar, før vi på nytt er avhengig av økt bemanning rundt 15. februar. Det originale flytskjemaet gir en jevnere bemanningssituasjon av personell fra MMB, noe som er enklere å planlegge med for de som styrer mannskapsbemanningen på de ulike prosjektene.

Når timeverkene på de ulike flytskjemaene summeres viser det seg at det originale flytskjemaet har 5436 timeverk på tømmerarbeidet, mens det nye flytskjemaet har 5451 timeverk på tømmerarbeidet. Dette viser at til tross for at byggvasken kan gjøres 2,5 uker tidligere, går ikke dette på bekostning av arbeidstimer som må utføres på tømmerarbeidet. Av figuren over ser vi at fagarbeiderne på det forbedrede flytskjemaet er overflødige på prosjektet fra 11. april, i stedet for 25. april, noe som gir 2 uker kortere byggetid, og dermed muligheten for sparte driftsutgifter på prosjektet.

Eksakt hvor mye man sparer på en slik endring i flytskjemaet vil være svært vanskelig å konkludere med, da det er mange ulike faktorer som spiller inn. En økning fra 14 til 21 fagarbeidere på prosjektet i starten av perioden ville trolig vært svært vanskelig å få til for MMB. For å kunne gjennomføre dette ville man dermed vært avhengig av å leie inn arbeidere fra bemanningsbyråer. Dette er ikke i tråd med MMB sin filosofi om å ha mest mulig egne ansatte. Ved å leie inn personell har man ingen garanti for hvem man får eller hva slags erfaring eller kvaliteter denne fagarbeideren besitter. Dette kan gå ut over produktiviteten, ansvarsfølelsen ovenfor jobben som blir gjort, samt arbeidsmiljøet på arbeidsplassen og motivasjonen til de andre ansatte. I tillegg kan slike midlertidig ansettelser gi språklige utfordringer, da mange innleide fagarbeidere er fremmedspråklige (Bygg21, 2015).

Det er flere andre punkter som er viktige å tenke på ved en slik optimalisering av flytskjemaet. For det første er det ikke sikkert at de ulike UE har kapasitet innad i firmaet til å tildele de nødvendige ressursene til prosjektet for å utføre jobben innen planlagt tid. Det nye flytskjemaet tar heller ikke høyde for fravær eller uforutsette hendelser som kan skape forsinkelse i byggeprosessen. Eksempel på uforutsette hendelser kan være store snømengder som må måkes eller sterk vind som kan ødelegge presenningen, begge er reelle eksempler fra prosjekt Nordviken blokk C og D. I tillegg til dette kan et så tidsbesparende prosjekt skape demotiverte fagarbeidere og dårlig arbeidsmiljø. En annen faktor som også kan spille inn er at ved kortere byggetid vil fagarbeiderne flyttes til nye prosjekter raskere enn om byggetiden

hadde vært lengre. Dette kan skape mindre lojalitet og ansvarsfølelse ovenfor jobben som blir gjort enn om fagarbeiderne er på samme prosjekt hele byggeperioden. Ballard (1999) påpekte at økt ansvarsfølelse og lojalitet ga økt produktivitet i arbeidet, så en løsning med mye utbygging av fagarbeidere må vurderes opp mot flere faktorer før man kan konkludere med hva som er mest lønnsomt.

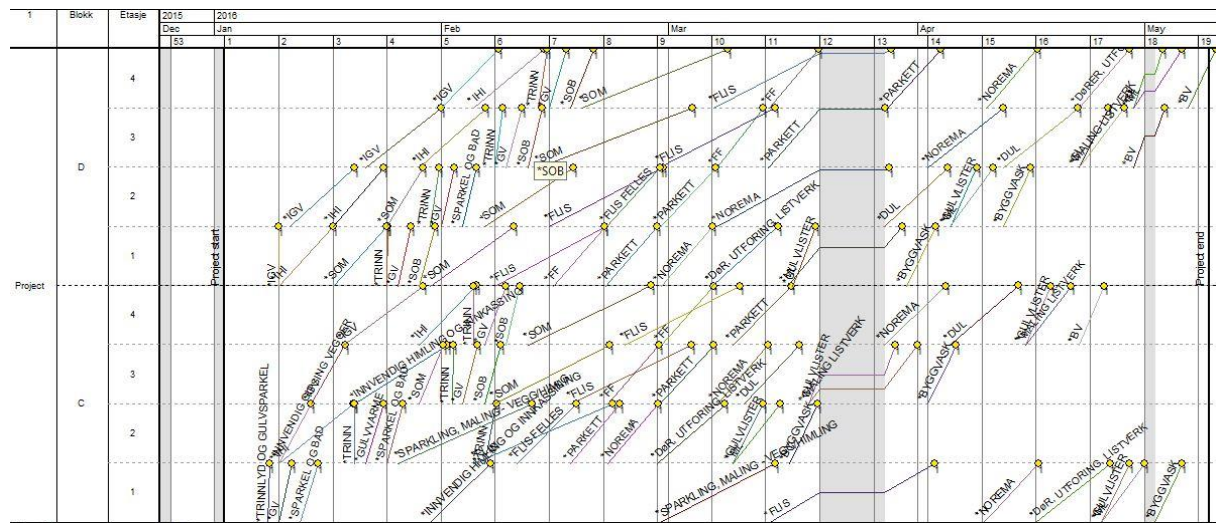
Kortere byggetid på prosjekter vil som sagt føre til hyppigere endring av arbeidssted for fagarbeiderne. En konsekvens av kortere byggetid kan være at MMB blir nødt til å permittere ansatte som ikke er sysselsatt. Dette vil i så fall være en kostnad for MMB, da det er MMB som står for lønningsutbetaling den første perioden etter permitteringen. Ved lite arbeid tilstreber MMB derfor å leie ut fagarbeidere fremfor å permittere dem. For å unngå permitteringer på grunn av kortere byggetid er MMB, slik jeg ser det, avhengig av å øke sin portefølje med byggeprosjekter som er pågående. En perfekt takt på prosjektet må stemme overens med en perfekt takt i MMB for øvrig. Med dette mener jeg at tømmerarbeid på ett prosjekt må ferdigstilles slik at tømmerarbeidet på et nytt prosjekt begynner i en perfekt takt. På denne måten blir det verdiskapende arbeid for tømmerarbeiderne hos MMB til enhver tid. Dette er selvfølgelig en krevende prosess, som blir mye påvirket av ytre faktorer som for eksempel konjunktursvingninger i markedet. Slike konjunktursvingninger i markedet gjør at porteføljestørrelsen ikke alltid er enkel å påvirke og forutse, og dermed vil det være svært vanskelig å til enhver tid komme utenom permitteringer av ansatte.

6.6.2 Skråstreksdiagram

I tillegg til å se på hvordan et forbedret gantt-diagram kunne ferdigstilt prosjektet tidligere, har jeg sett nærmere på hvordan flytskjemaet kunne vært presentert ved hjelp av metoden som er mye benyttet ved stedsbasert planleggingsmetoder, nemlig skråstreksdiagram. I vedlegg G viser jeg mitt forslag til hvordan et skråstreksdiagram kunne vært satt opp for prosjekt Nordviken blokk C og D i perioden uke 1 til uke 18 i 2016. En slik fremstillingsmetode er kun en annen metode å fremstille flytskjemaet på, så dette flytskjemaet viser de samme resultatene som det forbedrede gantt-diagrammet i vedlegg I. Skråstreksdiagram kan likevel synliggjøre utfordringer i flyten på en annen måte enn et gantt-diagram kan gjøre.

Ved opprettelsen av et slikt skråstreksdiagram satte jeg først opp det originale flytskjemaet som baserte seg på det originale gantt-diagrammet for prosjektet. Det jeg fort konkluderte med her var at det var forbedringspotensiale i det originale flytskjemaet da det var mye stopp

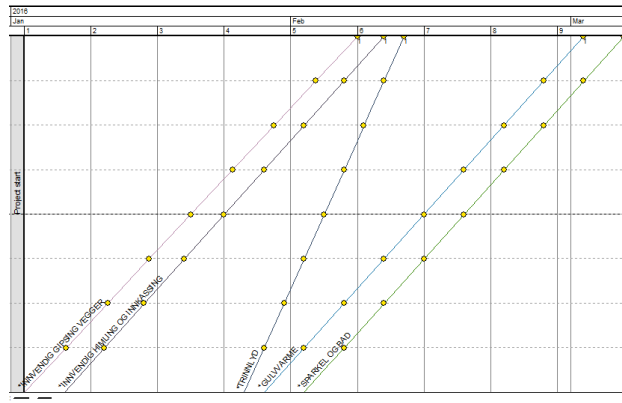
og start av ulike fagfelt. Grunnen til dette er at aktivitetene bruker ulik tid og det er mange avhengigheter mellom aktivitetene.



Figur 52 – Originalt flytskjema presentert i skråstreksdiagram

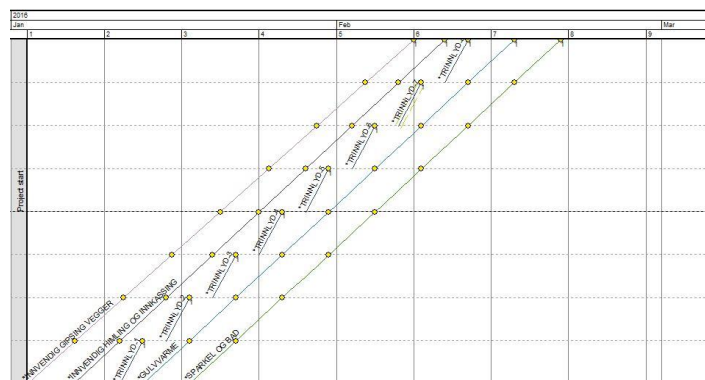
Ved å illustrere alle aktivitetene med skrå streker i diagrammet kunne jeg fort se hvilke aktiviteter som kolliderte, samt at noen aktiviteter var planlagt med ulik tid i ulike etasjer. Der ulike aktiviteter brukte ulik tid vil dette gi et skifte hvor aktivitetene som bruker kortest tid får et opphold før de kan fortsette. Dette er et godt eksempel på at flyteffektivitet er prioritert, da ressursene ikke er utnyttet 100%. Skulle man fått kombinert flyteffektivitet og ressurseffektivitet på prosjektet ville man vært nødt til å få lik helning på alle aktivitetene. For å få takten jevnes mulig, som beskrevet i kapittel 4.8.1, krever dette en annen inndeling av aktivitetene enn slik de er i dag. Eventuelt kan noen fagfelt øke bemanningen på prosjektet, mens andre kan redusere bemanningen. I de situasjonene det ikke vil være realistisk at aktivitetene skal bruke like lang tid vil det være hensiktsmessig å inkludere tidsluker, slik at flyteffektiviteten prioriteres.

Logisk sett ville man tenkt at en aktivitet som utføres på kortere tid vil gjøre slik at prosjektet blir ferdig tidligere. Dette er feil i tilfeller der aktivitetene avhenger av hverandre og man prioriterer ressurseffektivitet. En aktivitet som tar kortere tid, og dermed er mer vertikalt rettet enn de andre aktivitetene rundt, tar opp større plass i diagrammet enn om aktiviteten hadde brukt like lang tid som de andre aktivitetene. Denne problemstillingen er skissert i figuren under.



Figur 53 – Flytskjema som prioriterer ressurseffektivitet

Denne utfordringen løses ved å prioritere flyteffektivitet hvor da de fagfeltene som bruker kortest tid vil få tidsluker hvor de ikke er sysselsatt. Dette er illustrert i figuren under, der enkelte aktiviteter får innlagte tidsrom hvor de ikke produserer.

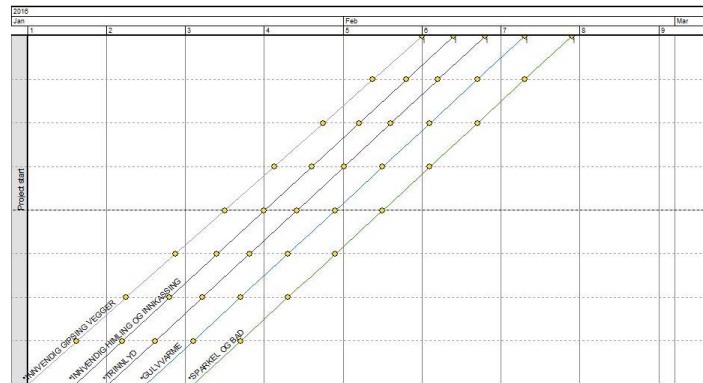


Figur 54 - Eksempel blokk C hvor flyteffektivitet er prioritert

Figurene over viser viktigheten av å prioritere flyteffektivitet fremfor ressurseffektivitet, som beskrevet i teorien (Kapittel 4.5.2). Ved å prioritere ressurseffektivitet ser man at den totale prosjekttiden blir lenger enn om man hadde prioritert flyteffektiviteten.

Modig og Åhlström (2012) presenterer en kombinert flyteffektivitet og ressurseffektivitet som det optimale, men at flyteffektivitet alltid skal prioriteres fremfor ressurseffektivitet. På prosjekt Nordviken blokk C og D er det flere tilfeller hvor aktivitetene går i ulikt tempo, og variasjon i byggeprosessen gjør at det vil være svært vanskelig å oppnå både ressurseffektivitet og flyteffektivitet. Ved å kombinere ressurseffektivitet og flyteffektivitet

vil man oppnå en jevn flyt gjennom hele prosjektet. Et optimal skråstreksdiagram med en kombinasjon av flyteffektivitet og ressurseffektivitet eksemplifisert på figuren under:



Figur 55 – Flytskjema som prioriterer flyteffektivitet og ressurseffektivitet

I mitt forslag til skråstreksdiagram for prosjekt Nordviken blokk C og D har jeg tatt utgangspunkt i å la blokk C gå foran blokk D. I det originale flytskjemaet tok man etasjene etter hverandre, slik at plan 2 blokk C var før plan 2 blokk D. Plan 1 blokk C ble utført til slutt i den originale planen. Denne forandringen er gjort da jeg opplevde det mer oversiktlig å sette det opp på denne måten.

Selv om både gantt-diagram og skråstreksdiagram kan benyttes for å beskrive flyten i prosjektet, vil jeg påstå at skråstreksdiagram gir en mer oversiktlig fremstilling av prosjektet. I stedet for å bruke over 100 linjer på et gantt-diagram til å illustrere flytskjemaet kan man benytte seg av åtte linjer på et skråstreksdiagram for å illustrere den samme flyten. Mitt forbedrede skråstreksdiagram er laget med utgangspunkt i teorien fra Porsche Takt hvor det er ønskelig at hvert område (her: plan) ferdigstilles før neste fag begynner i det samme området. På denne måten unngår man at de ulike fagene arbeider på samme område til samme tid, og man legger til rette for en ryddig og mer oversiktlig prosess. Diagrammet har tatt utgangspunkt i samme oppdeling av aktiviteter som i det opprinnelige gantt-diagrammet.

Ved å dele opp skråstreksdiagrammet i leiligheter i stedet for plan kunne man fremstilt flytskjemaet over 32 linjer i stedet for åtte linjer. Dette ville gitt en bedre mulighet for detaljoppfølging av de ulike aktivitetene, men dermed også et større behov for å vite eksakt hvor lang tid man bruker per aktivitet.

6.7 Øvrig forbedringspotensiale i byggeledelsen

I løpet av min periode på prosjekt Nordviken blokk C og D har jeg registrert at gjennomføringsfasen på prosjekt Nordviken blokk C og D (og trolig andre prosjekter i MMB) inneholder store deler **møtevirksomhet**. Mange av møtene er obligatoriske møter i form av kvalitetsrunder og vernerunder/vernemøter, mens andre møter som fremdriftsmøter og byggherremøter benyttes for å følge opp arbeidet som skjer i gjennomføringsfasen. Dette er et viktig tiltak for å fortløpende styre prosessen i riktig retning. Det som er viktig her er å sørge for at møtetiden blir brukt så effektivt som mulig med oppstart til rett tid. Hvis møtetiden ikke blir brukt effektivt tar dette verdifull arbeidstid fra møtedeltagerne som i stedet kunne vært brukt på å skape verdi for kunden. Mitt inntrykk er at møtevirksomheten på prosjekt Nordviken blokk C og D stort sett har vært produktive, men at det likevel er noe forbedringspotensiale her.

Tabell 2 - Møtevirksomhet på prosjekt Nordviken blokk C og D

Møte	Hvem deltar	Hvor ofte
Oppstartsmøte forskaling	Alle ansatte på prosjektet	1 gang ved oppstart
Oppstartsmøte tømmer	Alle ansatte på prosjektet	1 gang ved oppstart
Prosjekteringsmøte	Prosjektledere, utførende, prosjekterende, byggherre	Hver 14. dag
Byggherremøte	Byggherre, prosjektleder	Hver 14. dag
Driftsmøte	Prosjektledere, formenn, BAS fra ulike UE	Hver uke
Ukeplanlegging	Prosjektleder, formenn, BAS	Hver uke
Kvalitetsrunde	Prosjektleder, formenn, BAS	Hver 14. dag
Vernerunde	Respektive verneombud, byggherres representant, KU leder, formann	Hver 14. dag

Sløsing ved feilproduksjon er én av de sju formene for sløsing som er beskrevet i TPS teorien. På prosjekt Nordviken blokk C og D har det blitt observert at noe av tiden til prosjektleder har gått med til reklamasjon/feiloppretting av gamle prosjekter. Dette er et godt eksempel på at feil og mangler i byggeprosjekter skaper merarbeid i det lange løp. I en av Hans Thomas Holm sine presentasjoner om Porsche Takt påpekes det at «Det er ikke alltid vi har tid til å gjøre ting riktig, men vi har tid til å gjøre ting om igjen...» (Porsche Consulting/Statsbygg/D-medica, 2013). Dette sitatet illustrerer poenget med at feilproduksjon skaper merarbeid. Jo flere prosjekter man har ledet, desto mer av tiden på nye prosjekter går med til oppfølging av de gamle. Man kommer med andre ord inn i en ond sirkel med mye feilretting som det er vanskelig å komme ut av hvis man ferdigstiller bygg med feil.

Tilvalg på leiligheter er en faktor som øker kompleksiteten i gjennomføringsfasen på et prosjekt, men det øker ikke nødvendigvis gjennomføringstiden. Skal man unngå tilvalg på leiligheter vil dette mest sannsynlig gå på bekostning av hvor attraktive leilighetene er, og det vil være lite sannsynlig at byggherre godtar en slik ordning. På prosjekt Nordviken blokk C og D oppleves det som at tilvalg opptar mye av tiden til byggeledelsen, samt at det gjør det vanskelig for fagarbeiderne å vite om man bygger etter rett revisjon av arbeidstegningen når det hele tiden kommer reviderte tegninger fra arkitekten.

Reisetid mellom byggeplass og kontor kan enkelte dager gi mye ikke-verdiskapende tid og er derfor en annen tidstyv knyttet til byggeledelsen på prosjekt Nordviken blokk C og D. For å begrense denne ikke-verdiskapende reisetiden vil det være lønnsomt å planlegge dagene best mulig ved å være på samme sted gjennom hele arbeidsdagen, såfremt det er mulig. Mitt inntrykk er at byggeledelsen på prosjekt Nordviken blokk C og D er dyktige til å planlegge dagen slik at denne ikke-verdiskapende tiden blir holdt til et minimum.

En av de syv definerte formene for sløsing innen TPS omhandler sløsing i form av **lagerbeholdning av materialer**. På prosjekt Nordviken blokk C og D gjøres bestilling av materialer fortløpende ettersom det er behov for dem. Dette er i utgangspunktet en god tankegang som gjør at lagerbeholdningen til enhver tid blir holdt på et minimum av hva som er nødvendig. Likevel viser det seg at det er en utfordring å bestille rett mengde materialer til rett tid. Flere materialer viser seg å være overflødig når de ulike aktivitetene blir ferdigstilt. Ved store lagre blir de overflødig materialene overført til nye byggeprosjekter, eventuelt kastet. Ved å tenke på boligblokkene som et byggesett kan man videreutvikle tankegangen om JiT levering av materialer. En nøyaktig planleggingsfase med inngående kunnskap om hver enkelt sammenkobling i prosjektet skal kunne gi muligheten til å vite eksakt antall materialer ned på skruenivå. Dette krever da at alle fagarbeidere er innforstått med eksempelvis hvor mange skruer som skal brukes per gipsplate og hvor de skal monteres. Det krever nøye utarbeidelse av arbeidstegningene, slik at det ikke er rom for misforståelser i byggeprosessen.

På et foredrag i regi av Sprint Consulting ble det presentert et forslag de hadde benyttet for å redusere og eliminere ikke-verdiskapende arbeid for en kunde. Ved å utvikle en **applikasjon** for å registrere ikke-verdiskapende arbeid i produksjonsprosessen hadde dette gitt gode resultater i form av å redusere sløsing av tid (Konferanse Sprint Consulting, 15.03.16). MMB har som nevnt et tilsvarende registreringssystem som benyttes av funksjonærer for å registrere uønskede hendelser og avvik på byggeplassene sine. Dette systemet brukes for å analysere

avvik og se på mulige forbedringstiltak som kan gjøres for å unngå disse i fremtiden. Ved å innføre en applikasjon for registrering av ikke-verdiskapende arbeid på byggeplassen ser jeg antydninger til at dette kan være en god måte å dokumentere og synliggjøre forbedringspotensialet i bedriften på. Det vil også kunne virke motiverende på fagarbeiderne som dermed vil ha en kanal å presentere eventuell frustrasjon over manglende effektivitet på.

En del av arbeidet som gjøres av formennene på prosjekt Nordviken blokk C og D går ut på **oppfølging og føring av obligatoriske sjekklister**. Eksempler på slike lister er mannskapslister, registreringslister og samordningslister. Disse listene føres for å oppfylle krav til lovpålagt dokumentasjon. Alle disse listene er eksempler på ikke-verdiskapende arbeid som ikke gir produktet eller kunden merverdi. Per dags dato fungerer dette slik at hver UE må innom brakkeriggen hver morgen for å krysse seg av på en liste. I tillegg føres det daglig mannskapsoversikt over hvem som er tilstede fra egen avdeling. Denne jobben gjøres av formennene og hensikten med disse listene er å til enhver tid vite hvem som er tilstede på byggeplassen. Ved å eksempelvis ha et automatisk inn- og utstemplingssystem vil dette gjøre at registreringen av UE og egne ansatte på byggeplassen går av seg selv, uten av dette er noe formennene trenger å bruke tid på. I tillegg vil dette trolig ha en effekt med tanke på den nevnte «tidlig hjem» problematikken. Ulempen med inn- og utstemplingssystem er når fagarbeidere glemmer identifikasjonskortet sitt og dermed ikke kommer seg inn på byggeplassen. I slike tilfeller vil man være avhengig av å komme innom brakkeriggen for å dokumentere tilstedeværelse, og hvis ingen kan hjelpe til umiddelbart går dette på bekostning av verdiskapende tid for prosjektet. I tillegg kan et slikt system virke demotiverende på fagarbeiderne, og gjøre at de føler seg overvåket av ledelsen.

Andre eksempler på **administrative oppgaver** som ikke er verdiskapende for prosjektet er sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (SHA) og helse, miljø og sikkerhet (HMS). En SHA-plan er spesifikt tilpasset bygge- eller anleggsprosjektet for å avdekke og fjerne flest mulig risikoforhold. HMS er forankret i forskrifter om helse, miljø og sikkerhet, og arbeidsavgifter er pålagt å arbeide systematisk med HMS for å forebygge helseskade på arbeidstakerne. Hos MMB føres alt av uønskede forhold i en egen applikasjon, avvik.com. Denne applikasjonen er med på å synliggjøre og utbedre forhold som er kritikkverdige. Dette innebærer alt fra dårlig utført arbeid til HMS/SHA problematikk.

7 Konklusjon

Formålet med denne oppgaven har vært å se på hvilke endringer som må gjøres på prosjekt Nordviken blokk C og D for å minimere ikke-verdiskapende arbeid, samt hvordan dette påvirker prosjektkostnadene og byggetiden på prosjektet. Dette har vært gjort ved å kartlegge hvilke tidstyver som eksisterer på prosjekt Nordviken blokk C og D, samt vurdert hvilke metoder MMB kan ta i bruk for å minimere disse tidstyvene i fremtidige prosjekter.

Oppgaven konkluderer med at ledelsen på prosjekt Nordviken blokk C og D står ovenfor to ulike ledelsesutfordringer. Den første utfordringen går ut på at planleggingen av arbeidet som skal utføres ikke detaljeres i stor nok grad. Flyten i produksjonen kan med fordel forbedres ved å stille høyere krav til både egne fagarbeidere, UE og egen styring av prosjektet. Slik jeg ser det kan flaskehalser i produksjonen minimeres og elimineres ved å ha en mer detaljert planleggingsfase slik at faktisk utført arbeid i større grad stemmer overens med planlagt utført arbeid.

Den andre utfordringen i ledelsen går ut på å være tro mot planen som utvikles, samt å vise sterkere lederskap ved hjelp av tettere oppfølging av fagarbeiderne og arbeidet som utføres i prosjektet. Oppgaven har kartlagt at det brukes god tid på å utvikle planer for prosjektgjennomføring, men at denne ikke følges nøye nok opp underveis i prosjektet. Ved å involvere egne ansatte i prosjektet i større grad, styre mot forbedret struktur og orden i gjennomføringen, samt skape en konsekvenskultur, vil dette bidra til å følge opp prosjektet i større grad. Ved å involvere egne ansatte i større grad vil også menneskelige relasjoner bli ivaretatt, slik at fagarbeiderne føler seg sett av prosjektledelsen, noe som kan gi ringvirkninger i form av bedre motivasjon, moral og produktivitet.

Ved å minimere ikke-verdiskapende arbeid på prosjektet vil man oppnå gode muligheter for å tjene mer penger. Akkordarbeid gjør at en økt produktivitet er hensiktsmessig både for fagarbeiderne og MMB som bedrift. Ved en tettere oppfølging av UE kan det legges til rette for høyere produktivitet og det er også større muligheter for at deres resultater blir bedre, noe som også er viktig for MMB. Det vil ikke alltid være ønskelig fra BH sin side å overta bygget raskere, men ved en økt produktivitet i gjennomføringen av prosjektet vil dette gi større muligheter for å overlevere et bygg uten feil og mangler, da man får bedre tid på tverrfaglig testing.

Til tross for utfordringene som er nevnt i oppgaven ser jeg antydninger til at MMB per i dag arbeider etter mange av de samme prinsippene som inngår i leanteorien, selv om de ikke har omtalt dette som lean. Dette er, slik jeg ser det, suksessoppskriften til MMB og årsaken til at de kan vise til bedre resultater enn andre firmaer i Backegruppen. Likevel kan MMBs gode resultater oppfattes som en falsk trygghet hvor MMB vegrer seg for å forandre et system som allerede fungerer. Jeg mener derfor det er svært viktig å tørre og fortsette med kontinuerlig forbedring for å hele veien opprettholde sin konkurransefordel ovenfor andre aktører.

8 Anbefalinger og veien videre

MMB sin største utfordring, slik jeg ser det i dag, er å opprettholde sin posisjon som ledende entreprenør i Hedmark. Selv om bedriften viser gode resultater er den avhengig av å hele tiden fornye og forbedre seg for å opprettholde sin konkurransefordel ovenfor andre entreprenører. Det vil være vanskelig å komme utenom å anbefale lean eller en leantilnærming i dette arbeidet, da en viktig grunnpilar innen lean går på kontinuerlig forbedring og forbedret flyt i produksjonen. Når det skal sies er mye av det MMB gjør per dags dato i tråd med leanteorien, til tross for at det ikke snakkes høyt om ordet lean.

For å kunne bedrive kontinuerlig arbeid hos MMB vil det være viktig å analysere hva som hele veien kan utføres på en mer effektiv og produktiv måte. Denne oppgaven har kun tatt for seg utfordringer ved prosjekt Nordviken blokk C og D, men trolig vil mange av disse utfordringene være å finne i andre prosjekter i samme firma og i byggebransjen for øvrig. Arbeidet i fremtiden vil gå ut på å fortløpende identifisere og definere utfordringer og tidstyver på prosjekter, for deretter å finne måter å møte disse utfordringene på i fremtidige prosjekter.

Referanser

Andersen, E. (1996, April). Warning: activity planning is hazardous to your project's health!

International Journal of Project Management, pp. 89-94.

Andersen, E. S., Grude, K. V., & Haug, T. (2004). *Målrettet Prosjektstyring*. Oslo: NKI

Forlaget.

Autodesk. (2016, Februar 02). *How to get started with BIM*. Retrieved from Autodesk:

<http://www.autodesk.com/solutions/bim/get-started-with-bim>

Autodesk Building Industry Solutions. (2002). *Building Information Modeling*. San Rafael:

Autodesk.

BA2015. (2016, April 18). *BA2015 vs Bygg21*. Retrieved from BA2015:

<http://www.metier.no/ba2015/BA2015-vs-Bygg21>

Backe Prosjekt AS/Martodden Utbygging KS. (2016, April 29). *Om Nordviken*. Retrieved

from Nordviken.com: <http://nordviken.com/om-nordviken/>

BackeGruppen. (2015, Desember 26). *Organisasjonsstruktur: Webområde for*

BackeGruppen. Retrieved from Webområde for BackeGruppen:

<http://backegruppen.no/organisasjonsstruktur>

BackeGruppen. (2016, Januar 27). *Intranett - BackeGruppen*. Retrieved from Om

BackeGruppen: <http://intranett/ombackegruppen/Sider/007.aspx>

Ballard, G. H. (1999, Juli 26-28). Improving work flow reliability. California, USA:

University of California, Berkeley.

Ballard, G. H. (2000, Mai). The Last Planner System of production control. Birmingham:

University of Birmingham.

Bettler, R., & Lightner, B. (2013). Applied leadership model for lean construction: A new

conversation. *Proceedings IGLC - Fortaleza*. Fortaleza.

Bonnier, K. E., Kalsaas, B. T., & Ose, A. O. (2015). Waste in design and engineering. *Proc.*

23rd Ann. Conf. of the Int'l. Group for Lean Construction, (pp. 463-472). Perth.

Bygg.no. (2016, Mars 9). *Byggedagene*. Retrieved from Bygg.no:

www.bygg.no/article/1267927

- Bygg.no. (2016, Mars 08). *Våler kirke kåret til Årets Bygg 2015*. Retrieved from Bygg.no:
<http://www.bygg.no/article/1267835>
- Bygg21. (2015, April 24). *Bygg21*. Retrieved from Lean og speedup tema for første frokostseminar: <http://www.bygg21.no/no/lonnsom-byggeprosess1/produktivitet-tema-for-forste-frokostmote/>
- Bygg21. (2015, Juni 03). *Effektiv produksjon med innleid arbeidskraft?* Retrieved from Bygg21: <http://www.bygg21.no/no/lonnsom-byggeprosess1/effektiv-produksjon-med-innleid-arbeidskraft/>
- Byggfakta. (2014, November 6). *Milliarder kan spare på superlogistikk*. Retrieved from Byggfakta: <http://www.byggfakta.no/milliarder-kan-spaes-med-superlogistikk-80572/nyhet.html>
- Dagsavisen. (2015, April 16). *Dagsavisen*. Retrieved from Dagsavisen:
<http://www.dagsavisen.no/oslo/ledelsen-i-bj%C3%B8rvika-f%C3%A5r-strykkarakter-1.351362>
- De Marco, A. (2011). Project Management for Facility Construction. In A. De Marco, *Project Management for Facility Construction* (pp. 89-117). Berlin: Springer-Verlag.
- De nasjonale forskningsetiske komiteene. (2016, Februar 26). *Kvalitativ metode*. Retrieved from De nasjonale forskningsetiske komiteene: <https://www.etikkom.no>
- Dennis, P. (2007). *Lean Production Simplified*. New York: Productivity Press.
- Entrepriserettsadvokater. (2016, Mars 30). *Entrepriserettsadvokater*. Retrieved from Entrepriserettsadvokater: <http://www.entrepriserettsadvokater.no/borettslag-sameier/viktige-begreper-og-definisjoner/>
- Everett, E. L., & Furseth, I. (2012). *Masteroppgaven - Hvordan begynne og fullføre*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Everett, E., & Furseth, I. (2012). Masteroppgaven, Hvordan begynne - og fullføre. In E. Everett, & I. Furseth, *Masteroppgaven, Hvordan begynne - og fullføre* (p. 128). Oslo: Universitetsforlaget AS.

- Faloughi, M., Linnik, M., Murphy, D., & Frandson, A. G. (2015). WIP design in a construction project using takt time planning. *Proc. 23rd Ann. Conf. of the Int'l. Group for Lean Construction*, (pp. 163-172). Perth.
- Ford. (2016, Januar 27). *Ford*. Retrieved from The evolution of mass production: <http://www.ford.co.uk/experience-ford/Heritage/EvolutionOfMassProduction>
- Frandson, A. G., Seppänen, O., & Tommelein, I. D. (2015). Comparison between location based management and takt time planning. *Proc. 23rd Ann. Conf. of the Int'l. Group for Lean Construction*, (pp. 3-12). Perth.
- Gao, S., & Low, S. P. (2014). *Lean Construction Management - The Toyota Way*. Singapore: Springer Science.
- Gregory P. Luth & Associates. (2013, Mai 7). The Future of the AEC industry. Santa Clara, California, USA.
- Hagen, A. (2003). *Martin M Bakken AS Byggetid*. Elverum: Elverum Trykk AS.
- Hendrickson, C., & Au, T. (1989). *Project Management for Construction*. Pittsburgh: Prentice Hall.
- Hopp, W. J., & Spearman, M. L. (2003). *To pull or not to pull*. College Station: Factory Physics.
- Høgskolen i Bergen. (2016, Februar 7). *Kvalitativ metode*. Retrieved from Kunnskapsbasert praksis: <http://kunnskapsbasertpraksis.no/kritisk-vurdering/kvalitativ-metode/>
- Jackson, B. J. (2010). *Construction Management JumpStart*. Indianapolis: Wiley Publishing, Inc.
- Johansen, P. R., & Hoel, T. I. (2016). *Systematisk fedigstillelse*. BA2015.
- Julsrud, O. (2011). Byggverket Backe. In O. Julsrud, *Byggverket Backe* (pp. 50-53). Forlaget Snorre.
- Kalsaas, T., Skaar, J., & Thorstensen, R. T. (2015). Pull vs. push in construction work informed by last planner. *Proc. 23rd Ann. Conf. of the Int'l. Group for Lean Construction*, (pp. 103-112). Perth.
- Kelley Jr., J. E. (1961, Mai-Juni). Critical Path Planning and Scheduling: Mathematical Basis. In *Operations Research Vol. 9, No. 3* (pp. 296-320). Pennsylvania: Informs.

- Kenley, R., & Seppänen, O. (2009). *Location-Based Management for Construction: Planning, Scheduling and Control*. New York: Spon Press.
- Kenley, R., & Seppänen, O. (2009). Location-based management of construction projects: Part of a new typology for project scheduling methodologies. *Winter Simulation Conference*, (pp. 2463-2570).
- Knippa, L.-E. (2006). *Produktiviteten på byggeplass*. Trondheim.
- Kolltveit, B. J., Lereim, J., & Reve, T. (2009). *Prosjekt*. Universitetsforlaget.
- Koskela, L. (2000). *An exploration towards a production theory and its application to construction*. Helsinki: Technical research centre of Finland.
- Lean Consulting/Backeskolen. (2016, Februar 3). Lean (Six sigma). Oslo, Norge: Backeskolen.
- Lean Enterprise Institute. (2016, Januar 27). *Lean Enterprise Institute*. Retrieved from A Brief History of Lean: <http://www.lean.org/WhatsLean/History.cfm>
- Lean Forum Norge. (2016, Februar 22). *Nyanser av Lean*. Retrieved from Lean Forum Norge: <http://www.leanforumnorge.no/forskning/lean-operations/nyanser-av-lean>
- Lent, B. (2013). *Cybernetic Approach to Project Management*. Switzerland: Springer Science.
- Liker, J. K., & Womack, J. P. (1998). *Becoming Lean*. New York: Productivity Press.
- Martin M. Bakken AS. (2013). *Årsrapport Martin M. Bakken*. Elverum: Martin M. Bakken.
- Mavrotas, G., Caloghirou, Y., & Koune, J. (2004, September 15). A model on cash flow forecasting and early warning for multi-project programmes: application to the Operational Programme for the Information Society in Greece. *Elsevier ScienceDirect Journals*, pp. 121-123.
- Microsoft. (2016, Januar 20). *Microsoft Office*. Retrieved from Microsoft Office: <https://support.office.com/en-us/article/What-s-new-in-Project-2013-1d223a6e-9e54-4c42-a79b-6df1fa59f5f0?CorrelationId=d78a465a-f677-401b-87ae-be3433991e18&ui=en-US&rs=en-US&ad=US>
- Microsoft Office. (2016, Januar 20). *Microsoft*. Retrieved from Microsoft Office Excel: <https://products.office.com/en-us/excel#>

- Modig, N., & Åhlström, P. (2012). *Dette er lean*. Stockholm: Rheologica publishing.
- Munier, N. (2013). *Project Management for Environmental, Construction and Manufacturing Engineers*. London: Springer Science.
- NCC. (2016, Februar 25). *Produkter og tjenester: Virtual Design and Construction*. Retrieved from NCC: <http://www.ncc.no/produkter-tjenester/virtual-design-and-construction/>
- Nilssen, T., & Skorstad, E. (1994). *Just-in-time - en produksjonsform for norsk industri?* Sandnes: Sandnes Bokbinderi A/S.
- Norconsult Informasjonssystemer. (2016, Januar 20). *Norconsult Informasjonssystemer*. Retrieved from Norconsult Informasjonssystemer - Produkter: <https://www.nois.no/produkter/anbud/#ISY-ByggOffice>
- NRK. (2015, April 14). *NRK*. Retrieved from NRK: <http://www.nrk.no/ostlandssendingen/budsjettsprekk-og-nye-forsinkelser-for-deichmanske-1.12309397>
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System - Beyond Large-Scale Production*. Tokyo: Productivity Press.
- Olsson, N. (2011). *Praktisk rapportskrivning*. Trondheim: Tapir akademisk forlag.
- Porsche Consulting/Statsbygg/D-medica. (2013, September 13). Erfaring fra prosjekt: D-medica tilbygg. Statsbygg.
- Porsche Consulting/Statsbygg/KHiB. (2015, November). Project KHiB - Takt planning.
- ProsjektNorge/Multiconsult/Larssen, Anne Kathrine. (2016). *Oscar - Verdi for eier og bruker av eiendom - hva kreves i tidligfase og gjennomføringsprosess*. ProsjektNorge.
- ProsjektNorge/SpeedUp/Johansen. (2016, Februar 11). *Redusert gjennomføringstid i komplekse prosjekter innenfor bygg og anlegg*.
- Senter for eiendomsfag. (2016, Mars 30). *Ord og uttrykk*. Retrieved from Senter for eiendomsfag: <http://www.eiendomsfag.no/ord-og-uttrykk>
- Sintef. (2013). *Måling av produktivitet og prestasjoner i byggenæringen*. Trondheim: Sintef.

- Six Sigma. (2016, Januar 28). *iSixSigma*. Retrieved from Six Sigma:
<http://www.isixsigma.com/methodology/lean-methodology/heijunka-the-art-of-leveling-production/>
- Statsbygg. (2016, Mars 29). *Nytt fra Statsbygg*. Retrieved from Statsbygg:
<http://www.statsbygg.no/Nytt-fra-Statsbygg/Nyheter/2015/Den-kloke-tegning/>
- Store Norske Leksikon. (2016, 30 Mars). *Store Norske Leksikon*. Retrieved from Store Norske Leksikon: <https://snl.no/>
- Tillmann, P., Viana, D., Sargent, Z., Tommelein, I., & Formoso, C. (2015). BIM and lean in the design - production interface of eto components in complex projects. *Proc. 23rd Ann. Conf. of the Int'l. Group for Lean Construction*, (pp. 331-340). Perth.
- Urbye, H. J. (2007). *Kommentarer til NS 8401 og NS 8402*. Oslo.
- Veidekke. (2016, 12 02). *Involverende Planlegging i produksjon*. Retrieved from Veidekke:
<http://veidekke.no/incoming/article8702.ece/binary/Faktaark-Involverende-Planlegging-2014.pdf>
- Vico Software. (2016, Mars 02). *Vico Control 2009*. Retrieved from A Virtual Construction Solution:
<http://www.vicosoftware.com/Portals/658/docs/Control%20view%202009.pdf>
- Zelbst, D. P. (2016, Januar 22). *Youtube*. Retrieved from CPM vs PERT:
https://www.youtube.com/watch?v=DdDzybQ_9vM

Vedlegg

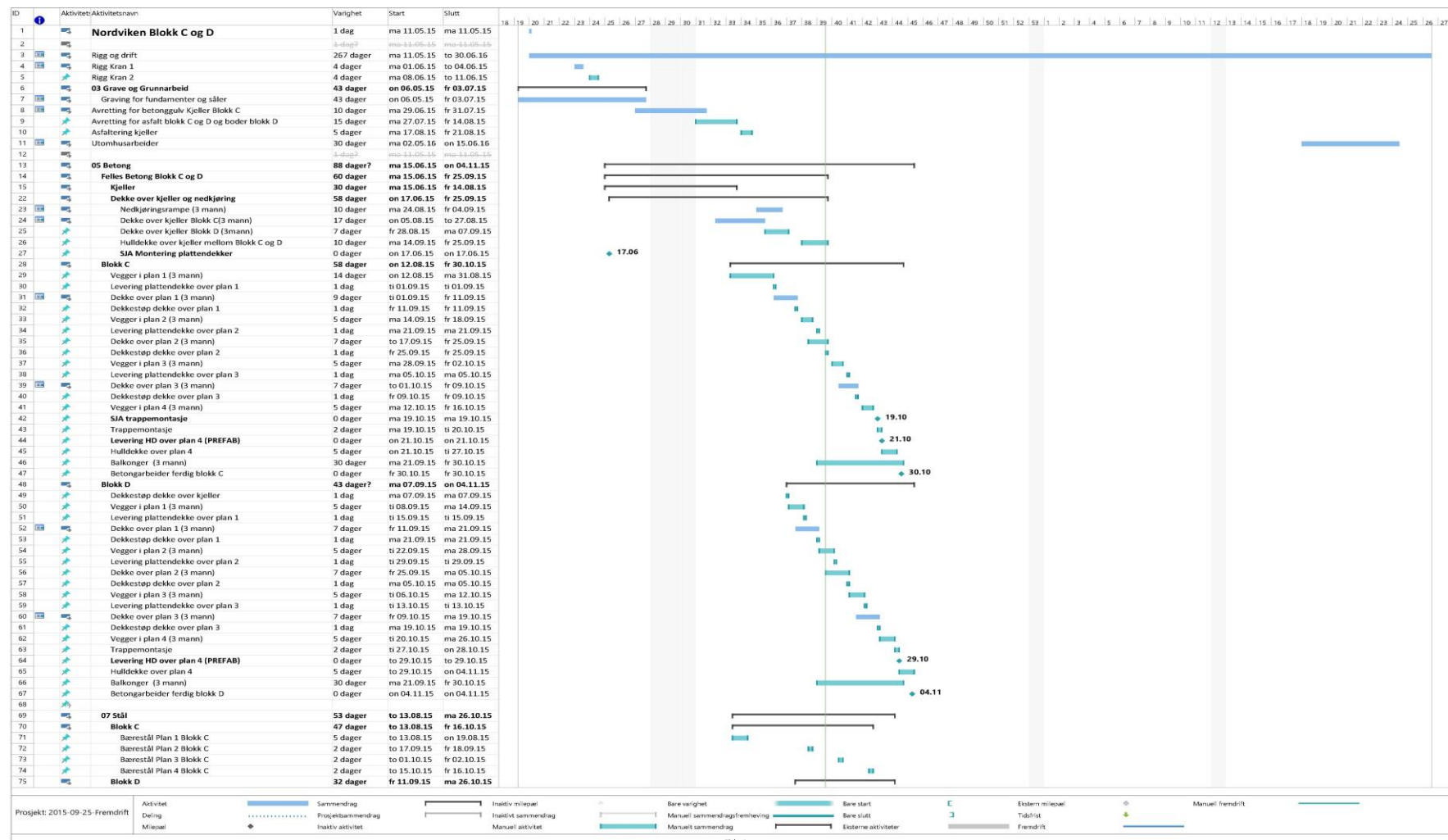
Vedlegg A - Timeverkkalkyle

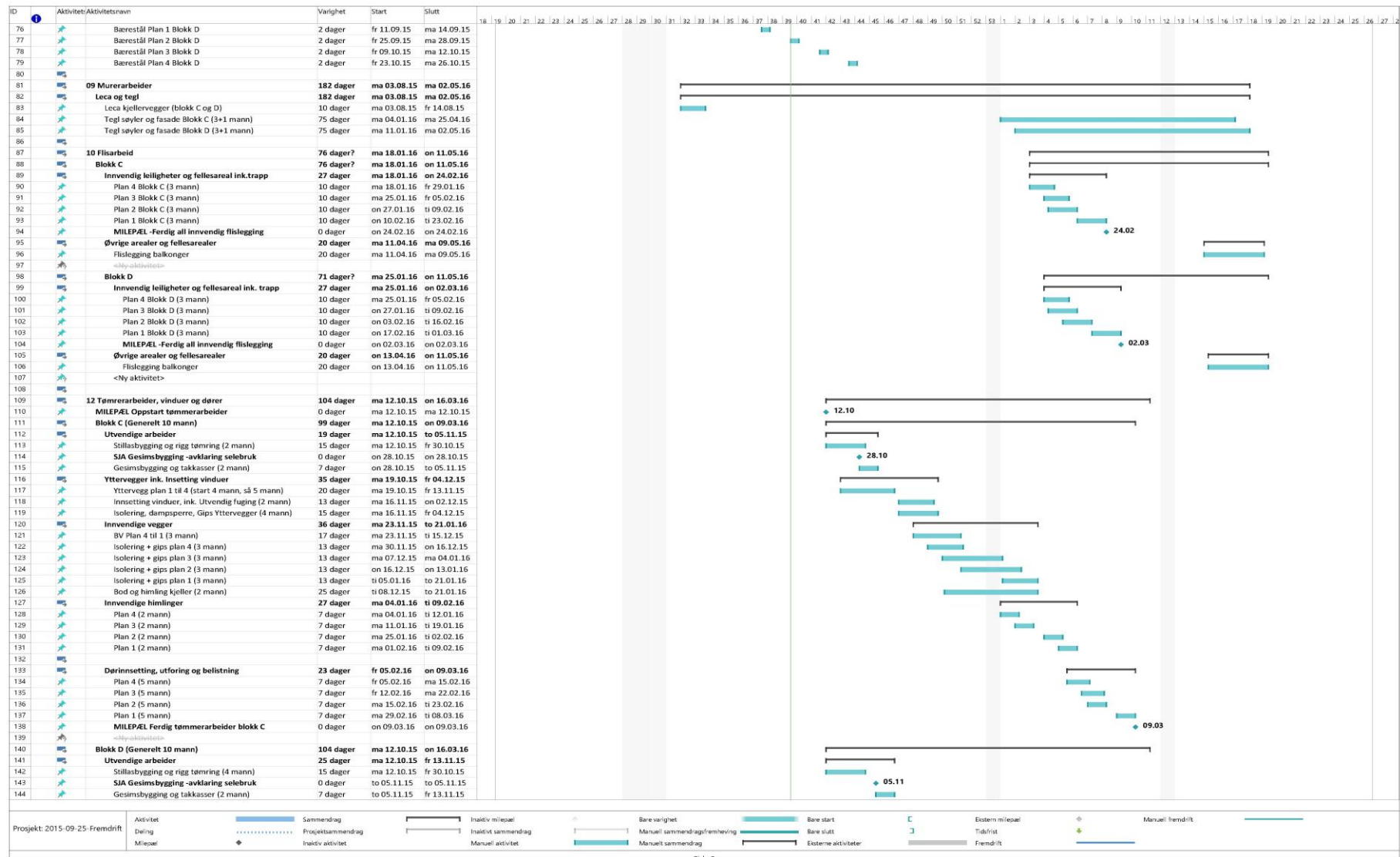
Tømmer Blokk C

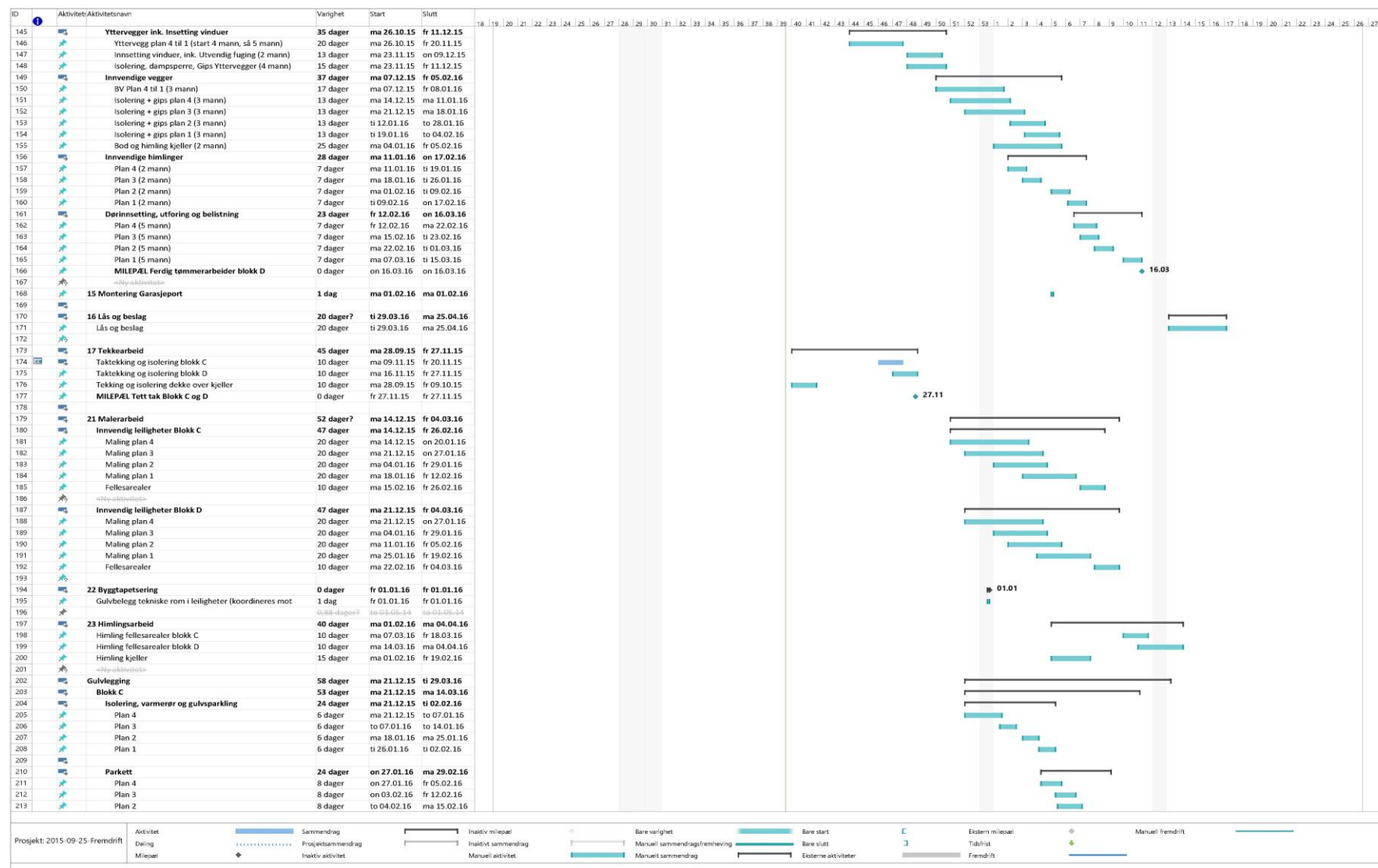
Postnr.	Kode	Overskrift	Mengde	Enhet	Timer/enhet	Sum timer
12.20.1.1		Bygningsmessig VVS og EL - Egne arbeider	0		0,0	0,0
12.20.1.2		Bygningsmessig VVS og EL	262,81	timer	1,0	262,0
12.23.1		1. etg				
12.23.1.1		Yttervegg 1. etg - Vindtett	167	m2	0,6	95,2
12.23.1.2		Yttervegg 1. etg - Innlekting + iso	167	m2	0,4	65,1
12.23.1.3		Yttervegg 1. etg - Innv. gips	167	m2	0,3	48,4
12.23.1.4		Åpninger for V-00	1	stk	0,6	0,6
12.23.1.5		Åpninger for V-01	3	stk	1,0	2,9
12.23.1.6		Åpninger for V-02	12	stk	1,2	14,4
12.23.1.7		Åpninger for V-03	11	stk	1,4	15,8
12.23.1.8		Åpninger for V-04	1	stk	1,3	1,3
12.23.1.9		Åpninger for V-05	2	stk	1,5	3,0
12.23.1.10		Åpninger for V-06	2	stk	1,2	2,5
12.23.1.11		Åpninger for V-07	1	stk	1,7	1,7
12.23.1.17		Åpninger for YD 1	1	stk	1,5	1,5
12.23.1.18		Åpninger for D01	4	stk	1,3	5,4
12.23.2		2. etg				
12.23.2.1		Yttervegg 2. etg - Vindtett	172	m2	0,6	98,0
12.23.2.2		Yttervegg 2. etg - Innlekting + iso	172	m2	0,4	67,1
12.23.2.3		Yttervegg 2. etg - Innv. gips	172	m2	0,3	49,9
12.23.2.4		Åpninger for V-00	1	stk	0,6	0,6
12.23.2.5		Åpninger for V-01	5	stk	1,0	4,8
12.23.2.6		Åpninger for V-02	16	stk	1,2	19,2
12.23.2.7		Åpninger for V-03	11	stk	1,4	15,8
12.23.2.8		Åpninger for V-04	1	stk	1,3	1,3
12.23.2.11		Åpninger for V-07	1	stk	1,7	1,7
12.23.2.18		ÅPNINGER D-01	4	stk	1,3	5,4
12.23.3		3. etg				
12.23.3.1		Yttervegg 3. etg - Vindtett	172	m2	0,6	98,0
12.23.3.2		Yttervegg 3. etg - Innlekting + iso	172	m2	0,4	67,1
12.23.3.3		Yttervegg 3. etg - Innv. gips	172	m2	0,3	49,9
12.23.3.4		Åpninger for V-00	1	stk	0,6	0,6
12.23.3.5		Åpninger for V-01	5	stk	1,0	4,8
12.23.3.6		Åpninger for V-02	16	stk	1,2	19,2
12.23.3.7		Åpninger for V-03	11	stk	1,4	15,8
12.23.3.8		Åpninger for V-04	1	stk	1,3	1,3
12.23.3.9		Åpninger for V-07	1	stk	1,7	1,7
12.23.3.17		ÅPNINGER D01	4	stk	1,3	5,4
12.23.4		4. etg				
12.23.4.1		Yttervegg 4. etg - Vindtett	172	m2	0,6	98,0
12.23.4.2		Yttervegg 4. etg - Innlekting + iso	172	m2	0,4	67,1
12.23.4.3		Yttervegg 4. etg - Innv. gips	172	m2	0,3	49,9
12.23.4.4		Åpninger for V-00	1	stk	0,6	0,6
12.23.4.5		Åpninger for V-01	5	stk	1,0	4,8
12.23.4.6		Åpninger for V-02	16	stk	1,2	19,2
12.23.4.7		Åpninger for V-03	11	stk	1,4	15,8
12.23.4.8		Åpninger for V-04	1	stk	1,3	1,3
12.23.4.9		Åpninger for V-07	1	stk	1,7	1,7
12.23.4.19		ÅPNINGER D01	4	stk	1,3	5,4
12.23.4.20		Innkledning dekkekant	75	m2	0,4	30,0
12.23.4.21		Gesims	64	m2	1,6	100,6
12.23.4.22		Tekkekant takutstikk	0	lm	0,0	0,0
12.23.5		Utvendig panel				
12.23.5.1		Utvendig panel	641	m2	0,8	487,2
12.23.5.2		Skjermvegg på balkonger	52	m2	1,3	66,6
12.23.5.3		Avdekning topp teglbrystning	42	m	0,9	37,5
12.23.5.4		Utvendig kledning med plater	30	m2	0,8	23,1
12.23.5.5		Brystning på balkonger	30	m2	0,6	18,6
12.23.5.6		KLASSIFISERTE VINDUER - Montering inkl hjelpematriell				
12.23.5.7	RJ1.12111-2--	KLASSIFISERTE VINDUER V-00	4	stk	2,3	9,2
12.23.5.8	RJ1.12111-2--	KLASSIFISERTE VINDUER V-01	18	stk	3,3	58,9
12.23.5.9	RJ1.12111-2--	KLASSIFISERTE VINDUER V-02	60	stk	4,3	258,6
12.23.5.10	RJ1.12111-2--	KLASSIFISERTE VINDUER V-03	44	stk	4,9	213,4
12.23.5.11	RJ1.12111-2--	KLASSIFISERTE VINDUER V-04	4	stk	4,5	18,1
12.23.5.12	RJ1.12111-2--	KLASSIFISERTE VINDUER V-05	2	stk	5,3	10,5
12.23.5.13	RJ1.1212222--	KLASSIFISERTE VINDUER V-06	2	stk	4,4	8,8
12.23.5.14	RJ1.1212222--	KLASSIFISERTE VINDUER V-07	4	stk	6,0	24,0
12.23.5.15	RJ2.216-2----	KLASSIFISERTE BALKONGDØR D01	16	stk	4,6	74,1
12.23.5.16		Dører - montering inkl hjelpematriell				
12.23.5.17	RH1.121-----	DØRER, KLASSIFISERTE Ing.D-01	16	stk	4,6	73,8
12.23.5.18	RH1.121-----	DØRER, KLASSIFISERTE ID-01	70	stk	2,4	170,1
12.23.5.19	RH1.121-----	DØRER, KLASSIFISERTE SD2	29	stk	3,4	99,5
12.23.5.20	RH1.121-----	DØRER, KLASSIFISERTE YD 1	1	stk	9,5	9,5
12.24.1		Veggtyper (Innvendige vegger)				

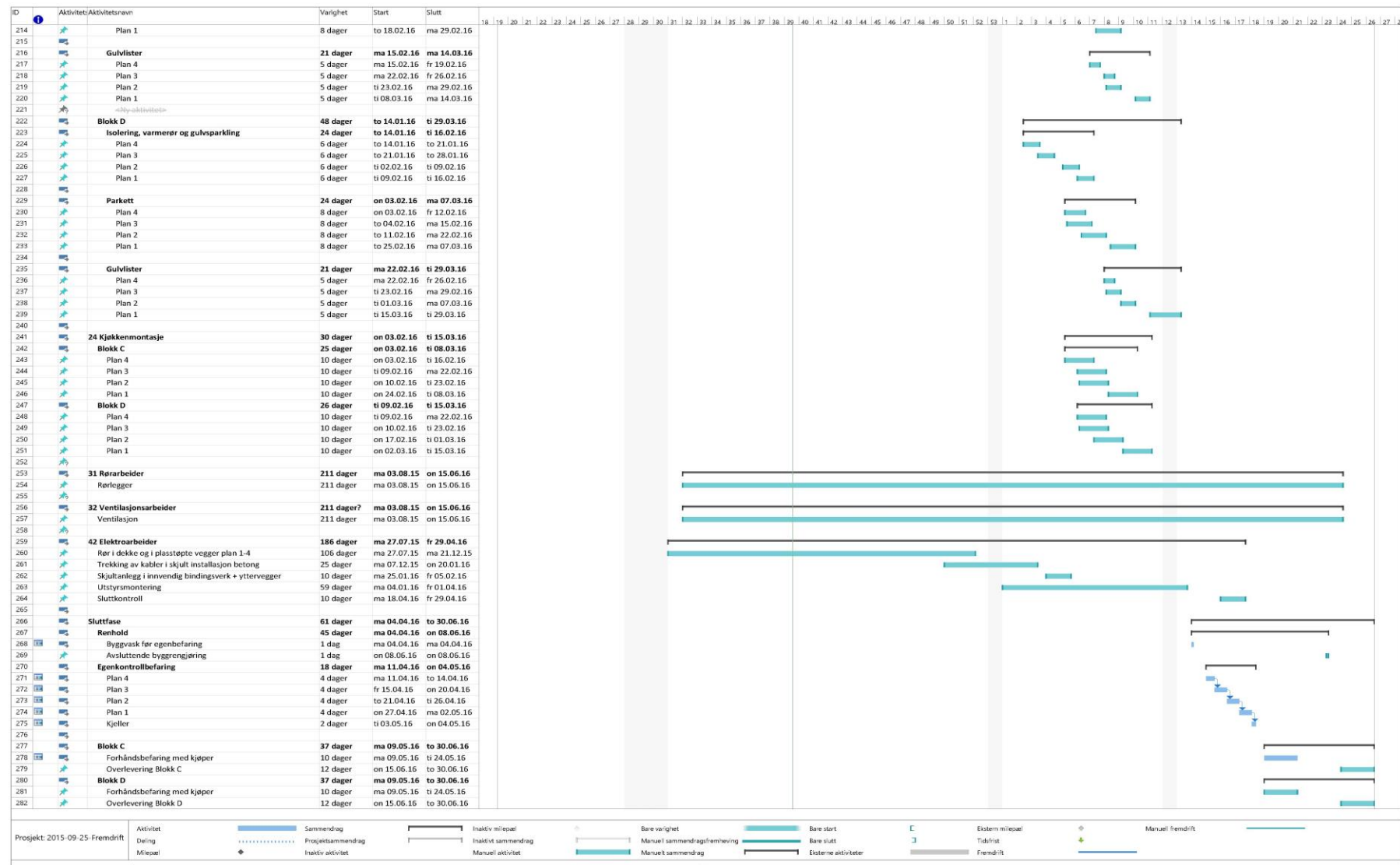
12.24.1.1	Åpninger i bodvegger	32 stk	0,4	11,2
12.24.1.2	Bodvegger i kjeller	306 m2	0,9	260,1
12.24.1.3	Veggtype 1	586 m2	1,1	615,3
12.24.1.4	Åpninger i Veggtype 1	79 stk	0,5	39,5
12.24.1.5	Veggtype 2	315 m2	1,4	425,3
12.24.1.6	Åpninger i Veggtype 2	20 stk	0,5	10,0
12.24.1.7	Veggtype 3	205 m2	0,8	164,0
12.24.1.8	Veggtype 2 mot sjakt	108 m2	0,3	32,4
12.24.2	Div innvendig	16	3,0	48,0
12.24.2.1	Innkledning rundt postkasser	1	6,0	6,0
12.24.2.2	Høsenetting	153 m2	0,8	114,8
12.24.2.3	Boddører - Montering inkl hjelpemateriell	0	0,0	0,0
12.24.2.4	RH1.1119-- DØRER, IKKE KLASSIFISERTE. ID-Bod	18 stk	2,4	43,7
12.25.1.1	Dekker			
12.25.1.3	Utv terrasseplattinger 1. etg	100 m2	1,1	105,0
12.25.1.4	Innvendige gipshimlinger	450 m2	0,6	256,5
12.25.1.5	Golvlister	0 lm	0,0	0,0
12.25.1.6	Parkett	1056 m2	0,0	0,0
12.25.1.7	Himling i bodareal	353 m2	0,7	233,0
12.25.1.8	Div skjørt	70 m2	0,9	61,7
12.25.1.9	Nedkassing av avløp i dekke over 3. etg	128 m	0,9	114,4
12.26.1.1	Yttertak			
12.26.1.2	Tak over hovedinngang	10 m2	1,9	19,0
12.26.1.3	Røykventilasjon trapperom	1 stk	8,3	8,3
12.26.2.1	Tak over takterasser	6 m2	1,9	11,4
12.27.1.1	INNREDNINGER	0	0,0	0,0
12.27.1.2	Postkasser - Montering	1	6,0	6,0
Sum				5688,6
				0,0
Ant. Tim/dag				7,7
				Antall Mann
				Antall Dager

Vedlegg B – Hovedfremdriftsplan









Vedlegg C – Økonomisk driftsrapport

Økonomisk driftsrapport pr. dato

Produksjonskode

Backe Gruppen

Skrevet ut 19.01.2016 klokken 13:11 av Trond Svenkerud

Prosjekt	15007 Nordviken blokk C og D - Driftsoppfølging	Side 1 av 2
Byggherre	Backe Prosjekt AS	

Produksjonskode	Opprinnelig budsjett	Budsjett	Dagens situasjon						Sluttprognose		
	Kostnader	Kostnader	FG	Avregnet	Bokført (kostnad)	Prereg faktura (kostnad)	Korreksjon (kostnad)	Avvik hittil	Sluttavvik	Gjenstående kostnad	Prognose
(Ingen)	0	0	0,0%	0	0	0	0	0	0	0	0
01 - Rigg/driftsarbeid	7 069 104	7 140 027	66,8%	4 768 583	4 660 089	0	108 494	0	0	2 371 444	7 140 027
03 - Graving, sprenging	5 460 253	5 815 548	53,4%	3 108 083	3 108 083	0	0	0	0	2 707 464	5 815 548
04 - Spunting og peling	0	0	0,0%	0	0	0	0	0	0	0	0
05 - Betongarbeid	11 103 985	11 169 056	82,7%	9 231 420	8 472 968	0	452 878	-305 574	0	1 937 637	11 169 056
06 - Betongelementarbeid	218 000	218 000	100,0%	218 000	39 674	0	0	-178 326	0	0	218 000
07 - Stållkonstruksjoner	1 700 000	1 700 000	98,0%	1 666 362	1 666 363	0	0	1	0	33 638	1 700 000
08 - Andre bærende konstruksjoner	0	0	0,0%	0	0	0	0	0	0	0	0
09 - Murerarbeid	1 764 994	3 842 561	4,1%	157 266	155 389	0	0	-1 877	0	3 685 295	3 842 561
10 - Flisararbeid	0	0	0,0%	0	0	0	0	0	0	0	0
11 - Natursteinsarbeid	0	0	0,0%	0	0	0	0	0	0	0	0
12 - Tømrerarbeid	9 288 000	7 282 218	25,4%	1 847 303	2 228 702	0	0	381 399	0	5 434 915	7 282 218
13 - Snekkerarbeid	0	0	0,0%	0	0	0	0	0	0	0	0
14 - Vinduer	765 228	739 952	103,4%	765 228	750 180	0	0	-15 048	0	-25 276	739 952
15 - Dører/porter	607 850	607 850	5,1%	30 783	21 000	0	0	-9 783	0	577 067	607 850
16 - Låser og beslag	225 328	225 328	0,0%	0	0	0	0	0	0	225 328	225 328
17 - Tekkearbeid	774 988	774 988	88,0%	681 772	261 930	0	419 842	0	0	93 216	774 988
18 - Blikkenslagerarbeid	349 954	349 954	0,0%	0	800	0	0	800	0	349 954	349 954
19 - Metallarbeid	1 180 100	1 180 100	5,3%	62 480	85 191	0	0	22 711	0	1 117 620	1 180 100
20 - Glassarbeid/fasadearbeid	0	0	0,0%	0	0	0	0	0	0	0	0
21 - Malerarbeid	2 119 077	2 119 077	0,7%	15 000	15 343	0	0	343	0	2 104 077	2 119 077
22 - Byggetapetsering	0	0	0,0%	0	0	0	0	0	0	0	0
23 - Himlingsarbeid	416 525	416 525	0,0%	0	0	0	0	0	0	416 525	416 525
24 - Fast bygginndning	1 684 600	1 703 800	0,0%	0	0	0	0	0	0	1 703 800	1 703 800
25 - Bygningsmessig VVS	85 000	85 000	28,2%	24 000	23 876	0	0	-124	0	61 000	85 000
26 - Bygningsmessig elektro	0	0	0,0%	0	0	0	0	0	0	0	0

Prosjekt	15007 Nordviken blokk C og D - Driftsoppfølging	Side 2 av 2
Byggherre	Backe Prosjekt AS	

Produksjonskode	Opprinnelig budsjett	Budsjett	Dagens situasjon						Sluttprognose		
	Kostnader	Kostnader	FG	Avregnet	Bokført (kostnad)	Prereg faktura (kostnad)	Korreksjon (kostnad)	Avvik hittil	Sluttavvik	Gjenstående kostnad	Prognose
27 - Bygningmessig andre tekniske	0	0	0,0%	0	0	0	0	0	0	0	0
28 - Riving	0	0	0,0%	0	0	0	0	0	0	0	0
29 - Div. bygningmessig arbeid	218 600	437 200	22,9%	100 000	100 000	0	0	0	0	337 200	437 200
31 - Rørleggerarbeid	6 768 600	6 550 000	36,0%	2 360 031	2 360 000	0	0	-31	0	4 189 970	6 550 000
32 - Ventilasjonsarbeid	1 529 400	1 529 400	49,0%	750 002	750 000	0	0	-2	0	779 398	1 529 400
41 - Installasjoner for høyspenning	0	0	0,0%	0	0	0	0	0	0	0	0
42 - Installasjoner for elektro	3 349 958	3 349 958	35,5%	1 190 006	890 001	0	300 005	1	0	2 159 952	3 349 958
51 - Installasjoner for tele/data	0	0	0,0%	0	0	0	0	0	0	0	0
61 - Heis mm.	800 000	815 000	29,1%	237 000	237 000	0	0	0	0	578 000	815 000
71 - Anleggsgartnerarbeid	0	0	0,0%	0	0	0	0	0	0	0	0
80 - Prosjektering	2 302 700	2 311 265	61,6%	1 422 861	1 444 005	0	0	21 145	0	888 404	2 311 265
99 - Diverse	653 070	644 146	0,0%	0	1 081	0	1 061 000	1 062 081	0	644 146	644 146
Sum					27 271 675	0	2 342 219				
Sum kostnad	60 435 314	61 006 953	46,9%	28 636 178		29 613 894		977 715	0	32 370 774	61 006 953
herav AE kostnad		1 224 709	32,2%	394 454							
Sum inntekt	66 899 673	67 469 846	47,3%	31 923 519		31 923 519	1)	0	0		67 469 846
herav AE inntekt		570 174	64,6%	368 136							
Resultat	6 464 359	6 462 894		3 287 341		2 309 625					6 462 894
herav AE resultat		-654 535		-26 317							
Dekningsgrad	9,7%	9,6%		10,3%		7,2%					9,6%

1) Avregnet inntekt - korreksjon inntekt

Bokført inntekt = 30 334 796 Korreksjon inntekt = 0

Vedlegg D – Ukeprogram Nordviken uke 2 og 3

B Bakken	UKEPROGRAM 15007 - Nordviken blokk C og D	Dato :		Fag:							
		07.01.16		Betong og Tømmer							
		Fra: 11.01.16									
		Til: 22.01.16									
B. Bjørnstad		Uke: 2					Uke: 3				
Bas: Fredrik Vindfallet		M	T	O	T	F	M	T	O	T	F
Navn	Aktivitet										
Martin M. Bakken AS											
Grunnarbeid											
Åge Viggo Hansen	Grunnarbeid										
Dan Inge Hagen	Grunnarbeid										
Andrzej Kubicki	Grunnarbeid										
Sigve Wahl Evensen	Diverse										
Krankjøring											
Per	Kjøring kran										
Tømmer											
Fredrik	BAS-arbeid										
Blokk C											
Sverre	OSB og gips bad										
	Innvendig gipsing plan 1										
Karl M, Petter, Sigurd J.G, Scarpi	Innvendig gipsing plan 2			Sparkel							
Karl M, Petter, Sigurd J.G, Scarpi	Innvendig gipsing plan 3					Trinnlyd			Sparkel		
Karl M, Petter, Sigurd J.G, Scarpi	Innvendig gipsing plan 4										Trinnlyd
Sigurd W	Stålbånd										
Willy	Stål Himling plan 1										
1 mann	Gips Himling plan 1										
Willy	Stål Himling plan 2										
Willy	Stål Himling plan 3										
Blokk D											
Terje	OSB og gips bad										
Simen, Idar, Børt, Thor	Innvendig gips plan 1					Trinnlyd			Sparkel		
Simen, Idar, Børt, Thor	Innvendig gips plan 2										Trinnlyd
Simen, Idar, Børt, Thor	Innvendig gips plan 3 (forlenges pga HMS-kurs)										
Sigurd W	Stålbånd										
Willy	Stål Himling plan 1										
Willy	Stål Himling plan 2										
Generelle kommentarer:											
HMS (risikoanalyser, verneunder etc.):	Stillaskontroll med fokus på innklede stillaser										
Sjekkliste	Skruing av innvendig gips. Høyde gulvsparkling. Sjekkliste vegger bad.										
Kvalitet (kritiske områder):	Retthet vegger bak kjøkken										

Vedlegg E – Intervjuguide

Hva er jeg ute etter?

Å finne gode alternativer til en spørreundersøkelse som skal brukes på alle fagarbeiderne som har jobbet mer enn 100 timer på prosjektet. Dette for å dokumentere hvilke tidstyver som finnes på byggeplassen og hvordan disse kunne vært unngått. I tillegg ønsker jeg å kartlegge fagarbeidernes kunnskap om Lean.

- Hvilke tidstyver oppleves som de største av fagarbeiderne ute på byggeplassen?

Problemstilling:

«Hvilke endringer må gjøres på prosjekt Nordviken blokk C og D for å minimere ikke-verdiskapende arbeid og hvordan vil dette påvirke viktige faktorer som prosjektkostnader og byggetid på prosjektet?».

Intervjuprosessen:

- Begynner med å fortelle om hvordan dette intervjuet skal benyttes i oppgaveprosessen og at vedkommende vil være anonym i teksten. Deretter informeres det om at intervjuobjektet har rett til å avbryte intervjuet når det måtte ønske og at intervjuet tas opp med båndopptaker.
- Fortsetter med å fortelle intervjuobjektet hva som menes med ikke-verdiskapende tid og tidstyver.

Spørsmål:

- Hva er din stilling hos MMB?
- Hvor lenge har du jobbet hos MMB?
- Hva slags ulike tidstyver opplever du at finnes ute på byggeplassen pr i dag?
- Hvilke arbeidsoppgaver bruker du mest tid på utenom verdiskapende tid for prosjektet?
- Ser du noen løsninger på hvordan disse kunne vært unngått?
- Opplever det stress i gjennomføringsfasen, hva mener du er årsaken til dette?
- Anslå hvor stor andel av arbeidsdagen din som går med til ikke-verdiskapende arbeid?
- Har du hørt om Lean? Hva vet du om dette?
- Har du noe mer å tilføye?

Vedlegg F – Spørreundersøkelse

1. Fra hvilken måned/år har du jobbet på prosjekt Nordviken blokk C og D?

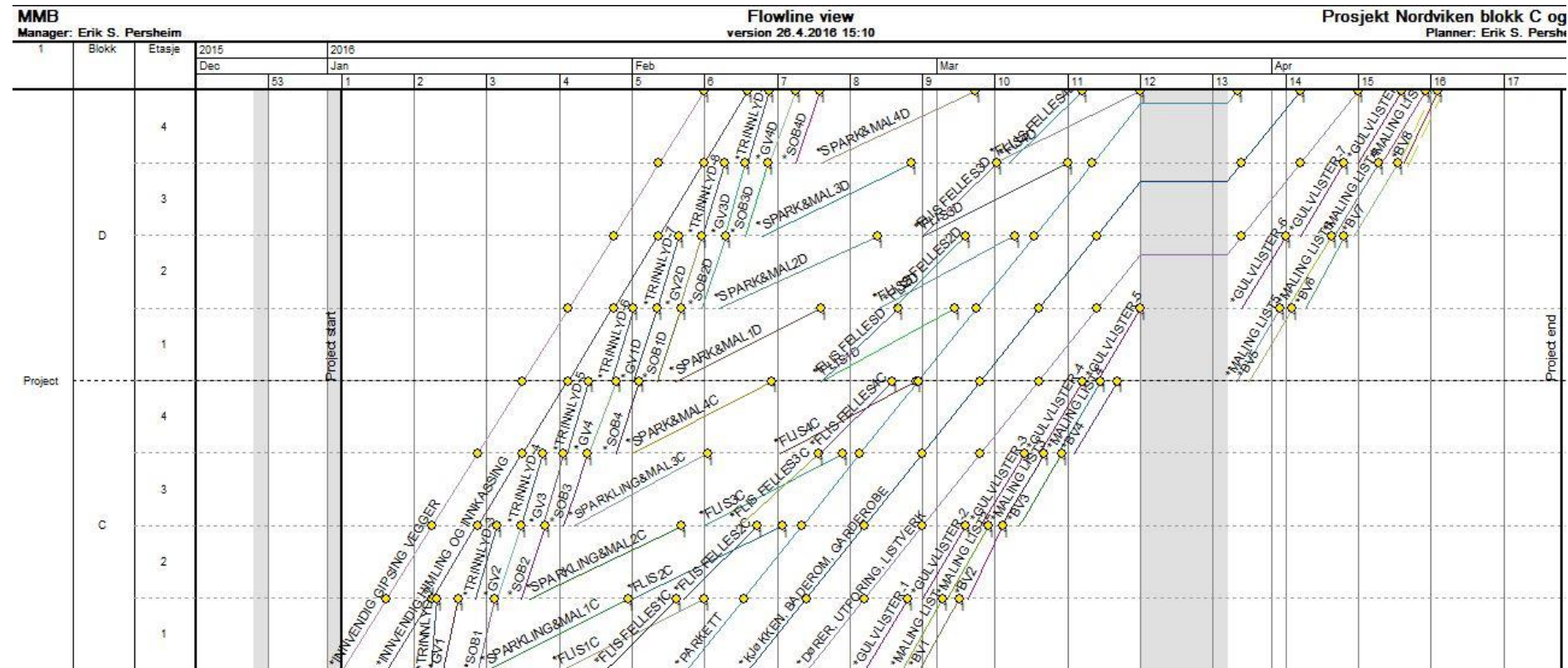
2. Hvor er du ansatt?
 - Martin M. Bakken
 - Annet

3. Hvilke av alternativene under opplever du som den største tidstyven i din hverdag på Nordviken blokk C og D? (Flere kan markeres)
 - Rot/uorden/leting
 - Dårlig planlegging av ledelsen
 - Defekt/feil verktøy
 - Feiloppretting
 - Manglende materialer
 - Venting på andre fagfelt
 - Venting pga uavklarte arbeidsoppgaver
 - Vet ikke
 - Annet:

4. Hvor stor andel av din arbeidsdag går med på ikke-verdiskapende arbeid for prosjektet (prosent)? Eksempel ikke-verdiskapende arbeid: Gåing, rydding, pauser, venting

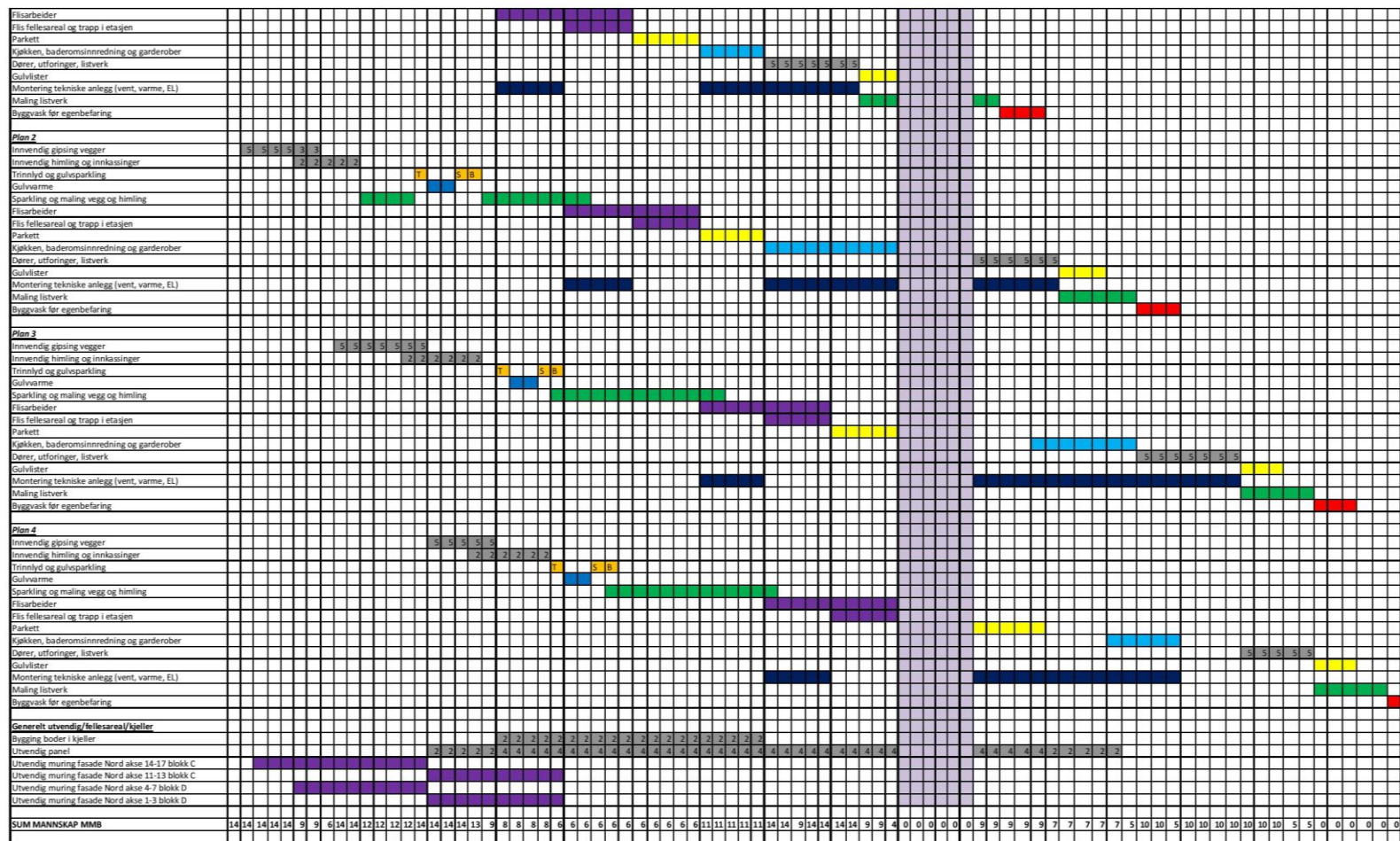
5. På en skala fra 1-5, hvor 1 er ingen kjennskap og 5 er god kjennskap: Hvor god kjennskap har du til Lean?

Vedlegg G – Forbedret skråstreksdiagram

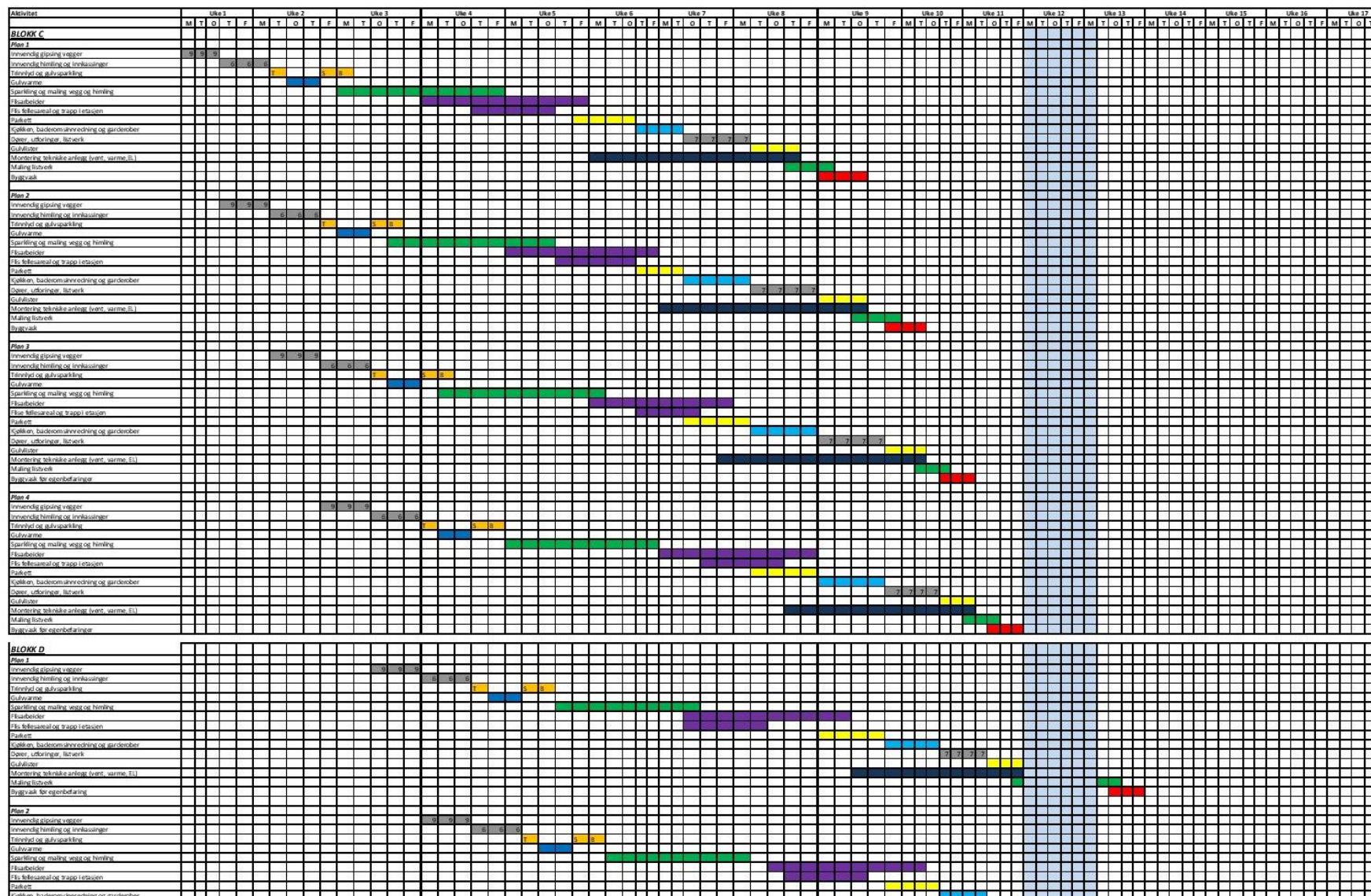


Forklaringer forkortelser i diagrammet:

GV – Gulvvarme, SOB – Trinnlyd og sparkling bad, BV - Byggvask



Vedlegg I – Forbedret flytskjema uke 1 til uke 18





Norges miljø- og biovitenskapelig universitet
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway