

Nytten av Taktplanlegging - Casestudie av prosjekt Horneberg B3

Petter Mordal

Bygg- og miljøteknikk

Innlevert: mars 2014

Hovedveileder: Frode Olav Drevland, BAT

Medveileder: Ole Morten Skaret, Veidekke

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



NORGES TEKNISK-
NATURVITENSKAPELIGE UNIVERSITET
INSTITUTT FOR BYGG, ANLEGG OG TRANSPORT

Oppgavens tittel: Nytten av Taktplanlegging – Casestudie av prosjekt Horneberg B3	Dato: 7.mars 2014		
	Antall sider (inkl. bilag): 133		
	Masteroppgave	x	Prosjektoppgave
Navn: Stud.techn. Petter Mordal			
Faglærer/veileder: Frode Drevland			
Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere: Ole Morten Skaret (Veidekke)			

<p>Ekstrakt:</p> <p>Byggebransjen har hatt en nedgang i produktiviteten de siste 10 årene. Det er helt klart et behov for å se på måter for å forbedre sine prestasjoner når det gjelder produktivitet i byggebransjen. Ved å benytte metoder basert på teori som har fungert i annen type industri og deretter måle sine prestasjoner opp mot vanlig praksis, kan man finne måter å videreutvikle byggeplassen til det positive. Veidekke har allerede innført verktøy som er bygd på kjent praksis, men er stadig på søken etter å forbedre seg.</p> <p>Problemstillingen er utarbeidet etter ønsket om å finne ut om Taktplanlegging har noen effekter for byggeprosjekt som casestudiet beskriver, hvilke erfaringer man gjør seg med gjennomføringen, og også om dette er en metode som vil fungere sammen med allerede godt fungerende verktøy som er implementert i systemet. Problemstillingen er todelt og er som følger: "Hva er effekten av bruken av Taktplanlegging i rekkehusprosjekter med tanke på byggetid, kostnad og trivsel?" og : "Hvordan fungerer Taktplanlegging i samspill med Involverende Planlegging i praksis?" Sistnevnte problemstilling er å se på som en underordnet problemstilling, da fokuset i stor grad omhandler det førstnevnte spørsmål.</p> <p>Litteraturstudie utgjør en stor del av oppgaven for å etablere et godt fundament for metoden basert på teori som er anerkjent. Dokumentanalyser fra prosjektet, intervjuer, spørreundersøkelser og behandling av dette har også fått stor oppmerksomhet. Casestudie av prosjekt Horneberg B3 har vært svært sentral for å kunne knytte teori opp mot praksis, og det er spesielt byggingen av siste rekkehusrekken som har vært relevant, da det er denne som er blitt bygd etter taktprinsippet. De tidligere bygde rekkehusrekkene utgjør et solid sammenligningsgrunnlag for å kunne hente ut data for i hvilken grad Taktplanleggingen har lyktes.</p>
--

Stikkord:

1. Veidekke
2. Porsche Takt
3. Taktplanlegging
4. Økt produktivitet

(sign.)

Forord

Denne oppgaven er en masteroppgave i prosjektledelse utarbeidet ved Bygg- og miljøteknikk på NTNU gjennom høstsemesteret 2013/2014. Omfanget av oppgaven er 30 studiepoeng.

Veileder ved Institutt for bygg, anlegg og transport har vært Frode Drevland, og veileder i Veidekke har vært Ole Morten Skaret. Problemstillingen er utarbeidet i samråd med veilederne.

Dagens byggebransje har lav effektivitet sammenlignet med andre bransjer. Gjennom arbeid i bransjen og teoretisk tilnærming ved NTNU har interessen rundt nytenking og adopsjon av allerede kjente verktøy og metoder for effektivisering fanget min nysgjerrighet. Ved å benytte slike verktøy og metoder, kan man bidra til en positiv utvikling av framdriftsplanlegging og styring av produksjonen i prosjekter for bedriften.

Arbeidet rundt temaet Taktplanlegging i masteren tar for seg litteraturstudie, dokumentanalyse, casestudie, intervjuer og spørreundersøkelser.

Jeg vil takke veileder Frode Drevland for godt samarbeid og gode innspill rundt temaet. Jeg ønsker også å rette en takk til min veileder i Veidekke, Ole Morten Skaret, som har vært til stor hjelp når det gjelder gjennomføringen av intervjuer, spørreundersøkelser, og informasjon rundt temaet. Uten hans kunnskap og erfaring ville gjennomføringen av oppgaven blitt vanskelig. Jeg ønsker også å takke Klas Berghede i The Boldt Company i USA for et nyttig videomøte for å få innspill i hvordan Takt gjennomføres i deres firma.

Til slutt vil jeg takke min kone for korrekturlesing av oppgaven og støtte underveis i arbeidet.

Trondheim, mars 2014

Petter Mordal

Sammendrag

Byggebransjen har hatt en nedgang i produktiviteten de siste 10 årene. En effektivisering av bransjen vill hatt stor innvirkning på bransjen og samfunnet. Ved å se til andre bransjer som har hatt suksess med sine effektiviseringsverktøy og metoder, har man sett at man kan adoptere dette inn i byggebransjen for å gjøre grep.

Det er helt klart et behov for å se på måter for å forbedre sine prestasjoner når det gjelder produktivitet i byggebransjen. Ved å benytte metoder basert på teori som har fungert i annen type industri og deretter måle sine prestasjoner opp mot vanlig praksis, kan man finne måter å videreutvikle byggeplassen til det positive. Veidekke har allerede innført verktøy som er bygd på kjent praksis, men er stadig på søken etter å forbedre seg.

Problemstillingen er utarbeidet etter ønsket om å finne ut om Taktplanlegging har noen effekter for byggeprosjekt som casestudiet beskriver, hvilke erfaringer man gjør seg med gjennomføringen, og også om dette er en metode som vil fungere sammen med allerede godt fungerende verktøy som er implementert i systemet.

Litteraturstudie utgjør en stor del av oppgaven for å etablere et godt fundament for metoden basert på teori som er anerkjent. Dokumentanalyser fra prosjektet, intervjuer, spørreundersøkelser og behandling av dette har også fått stor oppmerksomhet. Casestudie av prosjekt Horneberg B3 har vært svært sentral for å kunne knytte teori opp mot praksis, og det er spesielt byggingen av siste rekkehusrekken som har vært relevant, da det er denne som er blitt bygd etter taktprinsippet. De tidligere bygde rekkehusrekkene utgjør et solid sammenligningsgrunnlag for å kunne hente ut data for i hvilken grad Taktplanleggingen har lyktes.

Den teoretiske biten er hentet i hovedsak fra prosjektoppgaven, som var et litteraturstudium rundt samme tema. Produksjonsteori er funnet gjennom litteratursøk og tips fra veiledere, mens Porsche Consultings tilnærming til Taktplanlegging er hentet gjennom presentasjoner fra Porsche Consulting og Veidekke.

Taktproduksjon er en versjon av samlebåndstankegangen, bare at objektet ikke kommer til arbeidsstasjonene, men motsatt. For å visualisere Taktproduksjon kan man se for seg et tog som går gjennom produksjonsområdene, i dette tilfellet gjennom rekkehuset. Togvognene symboliserer hver aktivitet som må utføres. Vognene må følge i riktig rekkefølge og må holde samme tempo, eller takt, for at toget skal kunne gå gjennom produksjonen uten stans. Resultatet fra caseanalysene viser at Taktplanlegging både har ført til kortere total byggetid for rekken og også ført til færre timeverk brukt i rekken. Med andre ord mer produktiv.

Intervjuer og spørreundersøkelser avdekker forhold som ikke har vært som forventet, men det er blant annet ytre faktorer som forsinkelser fra tidligere rekker som har forplantet seg

videre, konkurs av underentreprenør og permisjonsvarsler som gjør at man har ligget litt etter framdriftsplanen. Dette har ført til mer stress for arbeiderne. Samtidig har arbeid med Taktplanlegging gjort arbeidene mer forutsigbar og oversiktlig. Med oversiktighet menes oversiktighet over eget arbeid og status på dette, men også oversikt over områdene og hvor langt de foranliggende fag ligger an i forhold til en selv. I Taktplanlegging skal det være enfaglighet i områdene der man arbeider. På den måten vil man kunne jobber uforstyrret av andre. Dette ble påpekt som en stor fordel når det virket, selv om det i perioder ble nødvendig å jobbe flere fag sammen i et område for å jobbe inn forsinkelser. Arbeiderne selv merket også økt effektivitet ved denne metoden.

Taktplanlegging har vært en god gjennomføringsmodell med hensyn til framdriftsplanlegging på rekkehusprosjektet Horneberg B3. Som ved utprøving av nye ting finner man alltid noe man kunne og burde gjort annerledes, og arbeiderne trenger også flere prosjekter for å kunne se de virkelige effektene av metoden. Taktplanlegging på de riktige premisser og forutsetninger er et element som kan bidra til å effektivisere byggebransjen.

Implementering av nytt system er tidkrevende, og krever en innsats fra alle ledd i organisasjonen. Fra ledere til utførende. Ved gjennomføring av flere prosjekter der man kan ta med seg allerede opparbeidet kunnskap, og med en Kaizen – tankegang søke kontinuerlig forbedring, vil Taktplanlegging kunne skreddersys til å fungere bedre og bedre for de enkelte byggeprosjekter man jobber med.

Denne masteroppgaven har tatt for seg ett byggeprosjekt med Taktplanlegging og analysert bruken av dette. Som anbefaling og videre arbeid kunne flere prosjekter blitt sammenlignet for å få en mer kvantitativ undersøkelse på hvilke effekter Takt gir. Ved analyse av bare et case som i dette tilfelle, blir generaliteten vanskelig å verifisere.

Abstract

The Norwegian construction industry has had a decline in productivity over the last decade. Increased efficiency in the industry will greatly benefit the society, in addition to the industry itself. Studies of best-practice in other industries, with a higher level of efficiency, have identified tools and methods that can be adopted in the improvement work in the construction industry.

It is necessary to find ways to improve the performance in terms of productivity in the construction industry. Tools and methods based on utilization in other types of industries may be implemented in the construction industry. The success in utilization in the construction industry may be evaluated by using the benchmark from other industries. Veidekke are utilizing tools grounded in known best-practice, but is continuously searching for improvement.

The scope of this thesis has been to investigate the effect takt-planning has had on the selected case project. In addition, observations in implementation and an evaluation of the potential for takt-planning to coexist with current methods will be discussed.

The literature study is a major part of the thesis to establish a solid foundation based on known theory. Document analysis, interviews, surveys and the analysis of the mentioned research methods has been given greater attention. A case study of project Horneberg B3 has been central to link theory and practice, especially in the construction of the last row of houses where the takt-principle were utilized. Construction of the previous rows gave a good benchmark to compare against, to investigate the impact of takt-planning.

The theoretical part of the thesis is primarily taken from the project assignment, which focused on the study of established theory on the topic. Production theory is found through a literature study and with the help of advisors, while theory in takt-planning from Porsche Consulting has been obtained from presentations give by Porsche Consulting and Veidekke.

Takt-production is a version of the conveyer-belt philosophy, but with the difference that the object does not come to the work stations – the workers goes to the object. Visualization of takt-production is done by imagining that it is a train that passes different stops in the production area, in this case a row of houses. The train carts symbolize every activity that must be executed. The carts must maintain its position and its speed, or takt, to make sure that the train runs without a stop. The result from the case study shows that takt-planning has led to a reduced construction period, and fewer hours spent by workers. In other words, productivity has been improved.

Interviews and surveys reveal some unexpected factors. Some external factors caused delays like delays from previous rows of houses, bankruptcy of sub-contractors in addition to some permits for leave of personnel. This has led to increased level of stress for workers. At the same time, utilizing takt-planning has made the work more predictable and clear. Own work has been more clearly defined making it easier to follow progress and status. The work area has also been more visual, making it easy to track crafts and monitor status. Takt-planning advocates independent crafts, making it possible for a craft to work independently. The research indicated that this was a great advantage, improving efficiency when the system was implemented. However, this was not always possible due to delays.

Takt-planning has been a good system in regards to progress scheduling in the construction of houses at Hornberg B3. Utilizing new systems always lead to some problems, making it necessary for workers to keep testing the system to fully understand the effects of the method. Takt-planning done correctly can contribute in the work on improving efficiency in the construction industry.

Implementing a new system is time consuming, and need involvement from all levels of the organization: from leaders to craftsmen. Implementing the system in additional projects in the future will have the advantage of building on the experience obtained from this project. Utilizing kaizen, or continuous improvement, takt-planning may be tailored to meet the requirements of each individual project.

This thesis has studied and analyzed one case project utilizing takt-planning. It is recommended to continue the development of empiricism by conducting more case studies of construction projects utilizing takt-planning. The limitations of this report in terms of only one case study, makes it difficult to validate the results.

Innholdsfortegnelse

Forord	III
Sammendrag	V
Abstract	VII
Innholdsfortegnelse	IX
Figurliste	XIII
Tabelliste	XIV
1 Innledning.....	1
1.1 Bakgrunn.....	1
1.2 Formål og problemstilling.....	4
1.3 Omfang og avgrensinger.....	5
1.4 Rapportens oppbygning	6
2 Samarbeidsbedriften Veidekke	7
2.1 Veidekke	7
2.2 Veidekke Entreprenør.....	7
2.3 Veidekke Entreprenør Distrikt Trondheim	8
2.4 Veidekke prosjekt Horneberg B3.....	8
3 Metode.....	9
3.1 Generelt om metode	9
3.1.1 Reliabilitet og validitet	9
3.1.2 Kvalitativ og kvantitativ metode	10
3.2 Anvendte metoder	11
3.2.1 Litteraturstudie	11
Databaser og søkemotorer	11
Annen informasjonsinnhenting.....	12
Kildekritikk.....	12

3.2.2	Casestudie	13
3.2.3	Dokumentasjonsanalyse	13
3.2.4	Spørreundersøkelse	13
3.2.5	Intervju	14
3.2.6	Oppgavens reliabilitet og validitet	14
3.2.7	Feilkilder	15
4	Teori.....	16
4.1	Produksjonsteori.....	16
4.2	Henry Ford og samlebåndsproduksjon.....	17
4.3	Toyota Production System.....	18
4.3.1	Sløsing og variabilitet	21
	Sløsing.....	22
	Variabilitet	23
4.3.2	Push- og pull system.....	23
	Push- system	23
	Pull- system	24
4.3.3	Just-In-Time	25
	Kanban.....	26
4.3.4	Kaizen	26
4.3.5	Jidoka.....	27
4.4	Lean Production.....	27
4.5	Lean Construction.....	28
4.5.1	TFV – Teori for produksjon.....	29
	Transformasjon	29
	Flyt.....	30
	Verdiskapning.....	31
4.5.2	The Last Planner System™.....	32

4.5.3	Aktivitetsbasert metode og stedsbasert metode	35
	Aktivitetsbasert metode.....	36
	Stedsbasert metode	37
4.6	Porsche Takt	41
	Flytprinsippet	44
	Taktprinsippet	45
	Pull- prinsippet	46
	Null feil- prinsippet.....	47
4.6.1	Taktproduksjon.....	47
4.6.2	Taktkontroll	48
4.7	Involverende Planlegging i Veidekke.....	49
4.5.1	Hovedelementene i Involverende Planlegging	50
	Hindringsanalyse	50
	Arbeidsdeling i tid.....	51
	Plansystemet	53
	Møtestruktur	54
5	Resultater	57
5.1	Case - Horneberg B3	57
5.1.1	Gjennomføring av Taktplanlegging	59
	Rekkefølgen av vogner	59
	Inndeling av områder	60
	Timeforbruk per fag/vogn	62
	Oppsett av Taktplan	63
5.2	Resultat spørreundersøkelser	65
5.3	Resultat intervjuer	69
	Bemanning og kontroll over arbeidet	69
	Avvik	69
	Struktur i forbindelse med ferdigstilling.....	69
	Kvalitet.....	70

Akkorden (tømmer).....	70
Hindringer fra andre fag.....	70
Logistikk og ryddighet	70
Oversiktlighet	70
Trivsel	70
Forbedringer som følge av Takt	71
Fordeler	71
Ulemper.....	71
5.4 Resultat dokumentasjonsanalyse.....	71
6 Diskusjon	73
6.1 Porsche Takt i lys av produksjonsteorien	73
6.2 Involverende Planlegging i lys av produksjonsteorien	75
6.3 Involverende Planlegging og Taktplanlegging på Horneberg.....	76
6.4 Erfaringer med Taktplanlegging	77
7 Konklusjon	78
8 Anbefalinger og videre arbeid.....	80
Referanseliste.....	81
Bilag	85
Bilag 1 Oppgavetekst.....	- 1 -
Bilag 2 Intervjuguide og intervjuer	- 4 -
2.1 Intervjuguide Horneberg – Takt	- 4 -
2.2 Intervju anleggsleder	- 6 -
2.3 Intervju tømmerbas.....	- 9 -
2.4 Intervju malerbas.....	- 12 -
2.5 Intervju elektrikerbas	- 14 -
2.6 Intervju rørleggerbas	- 17 -
2.7 Intervju formann tømmer	- 19 -

2.8	Intervju fagarbeider tømmer.....	- 22 -
Bilag 3	Spørreundersøkelser	- 24 -
3.1	Svar spørreundersøkelse del 1	- 24 -
3.2	Svar spørreundersøkelse del 2	- 28 -
3.3	Samlet oversikt spørreundersøkelse	- 31 -

Figurliste

Figur 1:	Utvikling i timeverksproduktivitet (Kommunal- og Regionaldepartementet, 2012)....	1
Figur 2:	Fordeling av timeverk i byggeprosjekter (Abrahamsen, 2012).....	2
Figur 3:	Organisasjonskart Veidekke ASA (Veidekke, 2013)	7
Figur 4:	Hornebergtunet (Hornebergtunet, u.å.c)	9
Figur 5:	Sammenhengen mellom reliabilitet og validitet.....	10
Figur 6:	Tidslinje produksjonsteoriens utvikling.....	17
Figur 7:	Samlebåndsproduksjon av T-Ford (Rare Car Relics, u.å.)	17
Figur 8:	Toyota Production System (Liker, 2004)	20
Figur 9:	Toyotas 4-P Modell (Liker, 2004)	21
Figur 10:	Illustrasjon av et push- system.....	24
Figur 11:	Illustrasjon av et pull- system.....	25
Figur 12:	Transformasjon av en produksjonsprosess fritt etter Koskela (2010)	30
Figur 13:	Progressiv reduksjon av leveringstid, fritt etter Koskela (2000).....	31
Figur 14:	Prinsipp med et verdiskapende konsept, fritt etter Koskela (2000).....	32
Figur 15:	Tradisjonelt planleggingssystem (Ballard G. , 2000)	34
Figur 16:	Last Planner System™ (Ballard G. , 2000)	34
Figur 17:	LPS™ implementert i planleggingssystemet (Ballard G. , 2000)	35
Figur 18:	Inndeling av produksjonsplanleggingsmodell (Kenley & Seppänen, 2009)	36
Figur 19:	Balanselinje med oppstarts- og ferdigstillelselinje (Kenley & Seppänen, 2010).....	38
Figur 20:	Balansert produksjon med tre forskjellige oppgaver (Kenley & Seppänen, 2010)...	39
Figur 21:	Flytlinjer til fire planlagte oppgaver (Kenley & Seppänen, 2010)	39
Figur 22:	Prosjektlayout for utarbeidelse av LNS (Kenley & Seppänen, 2010)	40
Figur 23:	LNS utarbeidet fra det fysiske bygget (Kenley & Seppänen, 2010)	40
Figur 24:	Porsche Consulting, utviklerne av Porsche Takt (Porsche Consulting, 2011a) (Skaret, 2012).....	41
Figur 25:	Takt i bilindustri og byggeindustri (Porsche Consulting, 2011b)	42
Figur 26:	5R (Skaret, 2012)	43

Figur 27: De fire grunnprinsipper som Porsche Takt bygger på (Porsche Consulting, 2011a)	43
Figur 28: Inndeling av kontrollområder (Skaret, 2012)	44
Figur 29: Eksempel på inndeling og definering av områder, samt toginndeling	45
Figur 30: Eksempel på justering av Takt (Skaret, 2012)	45
Figur 31: Framdriftsplan etter Porsche Takt (Skaret, 2012)	46
Figur 32: Byggeretning og logistikk (Skaret, 2012)	46
Figur 33: Kaizen mot en stabil prosess (Porsche Consulting, 2011b)	47
Figur 34: Innholdet på en takttavle (Skaret, 2012)	49
Figur 35: De 7 forutsetninger (Veidekke, 2011)	51
Figur 36: Arbeidsdeling i tid (Veidekke, 2011)	52
Figur 37: Møtestruktur i Involverende Planlegging (Veidekke, 2011)	54
Figur 38: Informasjonsflyt i Involverende Planlegging (Skaret, 2012)	56
Figur 39: Oversiktskart Hornebergstunet (Hornebergstunet, u.å. a)	57
Figur 40: Utomhusplan Horneberg B3 (Hornebergstunet, 2012)	58
Figur 41: Bilder fra Horneberg B3 (Lodgaard, 2013)	58
Figur 42: Kontrollområde 1 - 5, Taktplanlegging	61
Figur 43: Kontrollområde 6 - 10, Taktplanlegging	61
Figur 45: Produktorientert produksjonslayout - Porsche Takt	73

Tabelliste

Tabell 1: Kvalitative og kvantitative metoder, basert på Dalland (2012)	11
Tabell 2: 7 former for sløsing og steg for å eliminere disse, basert på Tsuduka (2008)	22
Tabell 3: Planleggingshorisont og tilhørende oppgaver (Veidekke, 2011)	52
Tabell 4: Strategiske og operative planer (Veidekke, 2011)	53
Tabell 5: Strategiske- og operative møter (Veidekke, 2011)	55
Tabell 6: Prosessplan Horneberg B3	59
Tabell 7: Erfaringstall bemanning tømmer	62
Tabell 8: Taktplan Horneberg B3	64
Tabell 9: Oversikt spørreundersøkelse	65
Tabell 10: Antall som har jobbet på de andre rekkehusene (uten takt)	66
Tabell 11: 1. Hvordan er arbeidsdagene med taktplanlegging?	66
Tabell 12: 2. Hvordan syns du planleggingen av arbeidet ditt går med taktplanlegging?	67
Tabell 13: 3. Hvordan tror du fleksibiliteten til framdriften er med taktplanlegging?	67
Tabell 14: 4. Hvordan føler du effektiviteten i arbeidet er med taktplanlegging?	68
Tabell 15: 5. Hvordan syns du på overgangen til taktplanlegging har vært?	68
Tabell 16: 6. Om du kunne valgt; hvilken type framdriftsplanlegging ville du foretrukket? ...	69

Tabell 17: Evaluering av Takttimer tømmer.....	71
Tabell 18: Total byggetid	72

1 Innledning

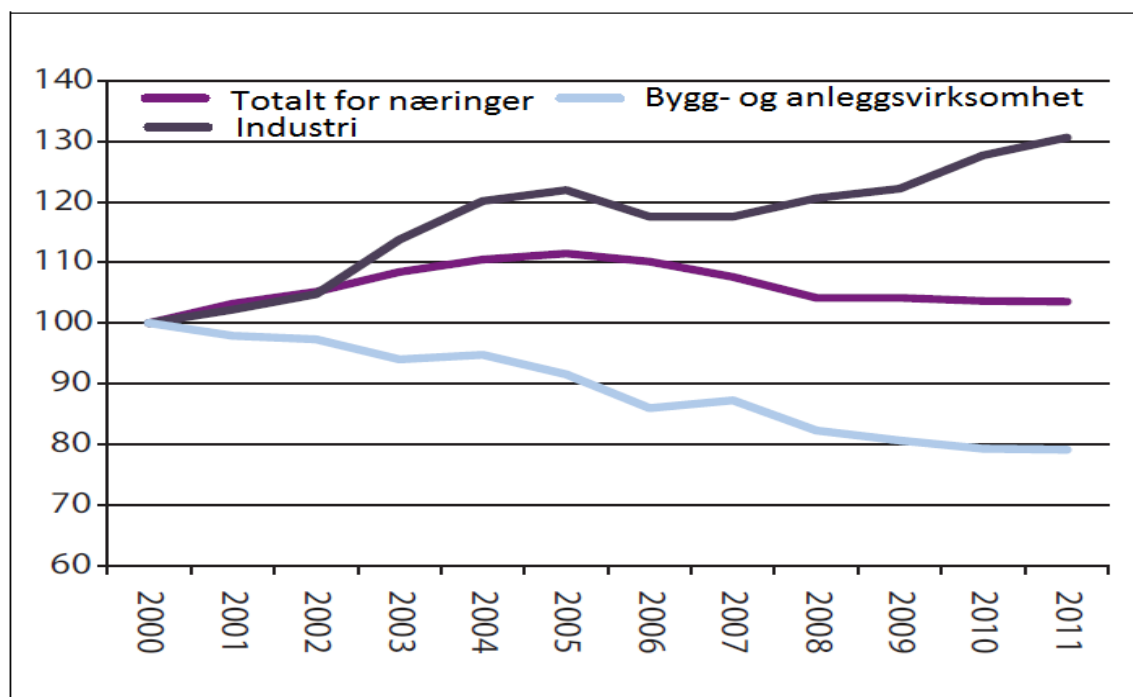
I dette kapittelet vil bakgrunnen for oppgaven bli beskrevet. Problemstilling og mål presenteres, omfang og avgrensninger klarlegges og begrunnes. Til slutt i kapittelet blir rapportens oppbygning presentert.

1.1 Bakgrunn

I Stortingsmelding 28, "Gode bygg for eit betre samfunn", beskrives utviklingen av byggenæringen, og målene om en framtidrettet bygningspolitikk (Kommunal- og Regionaldepartementet, 2012). Her trekkes fram forskjellene i timeverksproduktiviteten mellom byggenæringen, industrien og gjennomsnittet for alle næringer.

Timeverksproduktiviteten er hvor mye hver arbeider produserer per time. Figur 1 viser utviklingen i timeverksproduktiviteten i bygg- og anleggsbransjen, industri og samlet for alle næringer fra 2000 til 2011 i Norge.

Av figur 1 ser man at effektiviteten i industrien er økt med over 30 % disse årene. Det betyr at det som industrien brukte 60 minutter på i 2000, brukte man ca 45 minutter på i 2011. Ser man på byggebransjen, har effektiviteten en nedgang på mer enn 20 %, noe som betyr at det man brukte 60 minutter på i 2000, brukte man mer enn 75 minutter på i 2011 (Kommunal- og Regionaldepartementet, 2012).

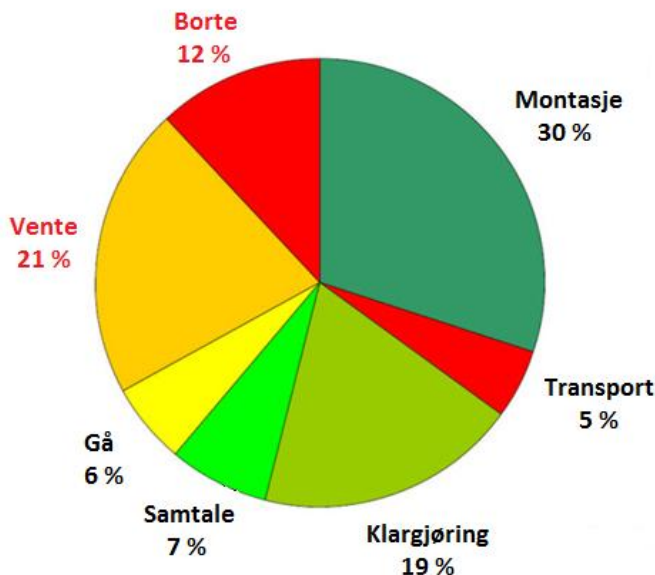


Figur 1: Utvikling i timeverksproduktiviteten (Kommunal- og Regionaldepartementet, 2012)

Stortingsmeldingen understreker at usikkerheten ved utviklingen i produktiviteten i byggenæringen er stor (Kommunal- og Regionaldepartementet, 2012). De ulike bransjer i byggenæringen har variasjoner i produktiviteten, samt forskjellen mellom nybyggs- og rehabiliteringsprosjekter. Noen av årsakene til den nedadgående produktiviteten som blir fremhevet i stortingsmeldingen er:

- Fravær av teknologiske nyvinninger
- Liten internasjonal konkurranse
- Omfattende offentlige krav og regelverk
- Lite oppmerksomhet rundt produktivitet i gode tider
- Andre kulturelle forhold i byggenæringen

At effektiviteten i byggenæringen også varierer mye, viser en forskningsrapport gjennomført for Sintef Byggforsk (Ingvaldsen & Edvardsen, 2007). Rapporten tok for seg 122 boligblokkprosjekter som er gjennomført mellom 2000 og 2005. Analysene viser en markant forskjell på de minst effektive og de mest effektive prosjektene. De minst effektive prosjektene er dobbelt så dyre enn de mest effektive. Det gjennomsnittlige effektivitetstallet var på 79 % i forhold til det prosjektet som var best. Ingvaldsen og Edvardsen (2007) argumenterer med at forbedringspotensialet i norsk byggeindustri basert på disse undersøkelsene ligger på 21 %. Figur 2 viser en oversikt over fordeling av timeverk i byggeprosjekter som understøtter rapporten fra Sintef Byggforsk. Det er urealistisk å tro at byggeindustrien vil bli 100 % effektiv, men med en årlig omsetning i byggebransjen 600 millioner kroner vil selv en liten økning av produktiviteten kunne ha positiv virkning på bransjen og samfunnet generelt (Kommunal- og Regionaldepartementet, 2012). 600 millioner kroner tilsvarer 13 % av den totale omsetningen i norsk næringsliv.



Figur 2: Fordeling av timeverk i byggeprosjekter (Abrahamsen, 2012)

Man ser at behovet for å effektivisere byggebransjen er tilstede. Hvordan redusere aktiviteter som ikke er verdiskapende i en byggeprosess? Hvilke verktøy eller metoder kan brukes for å få til dette?

For å kunne finne gode metoder må man gjøre målinger for så å sammenligne hva som er beste praksis. Ved å se til industrien, som har en bedre produktivitet, kan man finne mange metoder og verktøy som byggebransjen kan adoptere.

Beste praksis i den stasjonære industrien finner man hos Toyota, som har en netto fortjeneste som er 8,3 ganger høyere enn gjennomsnittlig for industrien (Liker, 2004). Mer om teorien blir grundigere omtalt i teorikapittelet.

Utgangspunktet til Toyotismen er stasjonær industri og mer presist bilindustrien. Toyota sitt produksjonssystem handler om noe mer enn bare å implementere verktøy i produksjonen, det handler om å forandre hele tankemønsteret (Kennedy, 2003). Toyota Production System (TPS) ble utviklet for å gi best mulig kvalitet, lavest mulig pris og kortest leveringstid gjennom å eliminere sløsing i produksjonen. TPS har oppnådd stor anerkjennelse for sitt produksjonssystem. Selv om TPS i utgangspunktet ble utviklet for bilbransjen, har tankegangen også blitt overført til andre typer bransjer, blant annet byggebransjen (Andersen, Organisering av prosjekterings- og byggeprosessen, 2012). Selv om byggebransjen er en kompleks type produksjon, kan tankemønster og verktøy fra annen industri være interessante tema for utvikling av bransjen. Adopteringen av TPS til byggebransjen ble introdusert på det amerikanske markedet mot slutten av 80-tallet, og begrepet "Lean" ble benyttet for første gang i byggebransjen. Lean, og Lean Construction fikk sitt gjennombrudd internasjonalt innen byggeindustrien i 1990 gjennom boken "The machine that changed the world" (Womack, Jones, & Roos, 1991).

Veidekke Entreprenør, og da spesielt Veidekke Entreprenør Distrikt Trondheim, var tidlig ute av norske bedrifter til å benytte flere av tankene fra Lean Construction.

Entreprenørvirksomheten har vært en av landets ledende innen utviklingen av byggebransjen de siste 10 årene.

Det er helt klart et behov for å se på måter for å forbedre sine prestasjoner når det gjelder produktivitet i byggebransjen. Ved å benytte nye metoder basert på teori som har fungert i annen type industri, kan man måle sine prestasjoner opp mot vanlig praksis og dermed finne ut hva som fungerer på byggeplassen i hverdagen.

Prosjektoppgaven som ble skrevet i forkant av denne masteren danner grunnlaget for masteroppgaven. Prosjektoppgaven fokuserte på hva Taktplanlegging er, og hvilke prinsipper som den bygger på ut fra generell produksjonsteori. Prosjektoppgaven ble skrevet sammen med en annen student, og var også knyttet opp mot Veidekke Entreprenør Distrikt Trondheim. Teori og annet relevant bakgrunnsstoff er hentet fra prosjektoppgaven, og bygd videre på fra denne.

1.2 Formål og problemstilling

Byggebransjen ligger som nevnt bakpå når det gjelder produktivitet og nytenking. Gjennom Porsche Consulting har Veidekke fått opplæring i Taktplanlegging. Grunnen til dette er Veidekkes ønske om å effektivisere byggeprosessen, få bedre kontroll underveis i byggeprosessen og forbedre sluttproduktet. Ved utbyggingen av Kunnskapssenteret på St. Olavs Hospital ble Porsche Consultings Taktmodell prøvd ut. Denne gjennomføringsmodellen er blitt videreført til prosjekt Horneberg B3, som består i bygging av flere rekkehus.

I forbindelse med dette prosjektet har Veidekke ønsket en masteroppgave som tar for seg Taktplanlegging og hvordan det er å bruke en slik modell i praksis i denne type byggeprosjekt. I prosjektet Horneberg B3 ble det i de første byggetrinnene benyttet tradisjonell framdriftsplanlegging som Veidekke bruker, men i byggingen av den siste rekken av rekkehus er det prøvd ut Taktplanlegging.

Formålet med masteroppgaven er å se på gjennomføringen av siste del av prosjekt Horneberg B3, og se hvilke erfaringer man gjør seg ved bruk av Taktplanlegging. Oppgaven ønsker å se på hvilke effekter innføringen av Taktplanlegging har i prosjektet, med tanke på kostnad, tid/framdrift og kvalitet. Dette vil kunne være nyttig i Veidekkes videreutvikling av sine gjennomføringsmodeller av prosjekter.

Veidekke har fra før av en godt innarbeidet versjon av Last Planner System™ som de kaller Involverende Planlegging (IP). Dette er noe som de fortsatt ønsker å benytte. En del av formålet med oppgaven blir også å se på hvordan kombinasjonen av Taktplanlegging og IP fungerer for prosjektet.

Oppgaven utgjør litteraturstudie på teori, dokumentanalyse, spørreundersøkelser og intervjuer knyttet til casestudiet, prosjekt Horneberg B3.

Masteroppgaven vil kunne gi et grunnlag for videre bruk og utvikling av Taktplanlegging for at Veidekke kan gjennomføre prosjekter mer effektivt. Litteraturstudie danner grunnlaget for hvordan prosjektet gjennomfører Taktplanleggingen og dokumentasjonsanalysen knytter resultatene av prosjektgjennomføringen opp mot problemstillingen. Intervjuer og spørreundersøkelser vil gi en indikasjon på om Taktplanlegging er en god gjennomføringsmodell, og belyse hvilke erfaringer de involverte sitter igjen med denne modellen.

Tema for oppgaven er: **Nytten av Taktplanlegging – Casestudie av prosjekt Horneberg B3**

Med bakgrunn i dette vil oppgaven søke å besvare følgende problemstilling:

- Hva er effekten av bruken av Taktplanlegging i rekkehusprosjekter med tanke på byggetid, kostnad og trivsel?
 - Hvordan fungerer Taktplanlegging i samspill med Involverende Planlegging i praksis?

På bakgrunn av denne problemstillingen, søker masteren å finne løsninger på følgende forskningsspørsmål:

- Er kostnadene blitt lavere med tanke på antall timeverk?
- Har man hatt en reduksjon i total byggetid?
- Hvordan har Taktplanlegging påvirket fagarbeidernes hverdag?
- Har Taktplanlegging gitt utslag på trivselen på byggeplassen?

1.3 Omfang og avgrensinger

Masteroppgaven er gjennomført ved Institutt for bygg, anlegg og transport ved NTNU. Arbeidsmengden tilsvarer arbeidet høstsemesteret 2013 og omfanget av oppgaven er 30 studiepoeng. Tiden setter begrensninger for omfanget av oppgaven.

Oppgaven baserer seg på casestudie av et prosjekt i regi av Veidekke for å se på hvilke effekter taktplanleggingen har for gjennomføringen av et byggeprosjekt. For å få resultater som er allment gjeldende burde man sett på flere prosjekter for å se etter gjentakende resultat på målinger. Dette har ikke latt seg gjøre da det ikke er andre prosjekter i Veidekkes regi som kjøres etter Taktprinsippet i distriktet.

Oppgavens hovedproblemstilling handler som nevnt om effektene av Taktplanlegging. Teorien rundt Taktplanlegging er basert på informasjon fra Porsche Consulting og Veidekke. Teorien bak Taktplanlegging baseres på generell produksjonsteori.

Kostnad, tid og trivsel blant de involverte under gjennomføringen av prosjektet er noen av parametrene som vil bli undersøkt. Det kan også nevnes at oppgaven ideelt sett burde målt kvalitet på gjennomføringen. Måling av kvalitet gjøres best ved å se på kontrollbefaringslister etter alle arbeidsoppgaver er fullført. På grunn av at byggetiden strekker seg lengre enn fristen for innlevering av masteroppgaven, kan ikke måling av kvalitet gjennomføres på nevnte måte. Intervjuene vil fange opp de involvertes inntrykk av kvaliteten av produktet underveis i byggingen, men vil ikke kunne gi et fullstendig bilde av sluttkvaliteten. Parametrene som oppgaven belyser er av nytte for Veidekke til videre evaluering av Taktplanlegging.

Arbeidet med dokumentanalyser, intervjuer og spørreundersøkelser har vist seg å være en omfattende del av oppgaven i forhold til tidsbruken. Da selve casestudiet av Horneberg B3 er det som er av hovedinteresse for Veidekke, har dette vært hovedfokuset for oppgaven. Historikk rundt teorien er derfor kortet ned til det mest relevante for oppgaven.

Oppgavens andre problemstilling tar for seg samspillet mellom Taktplanlegging og Involverende Planlegging. Grunnet stort omfang av første problemstilling i forhold til dokumentanalyse, intervjuer og andre undersøkelser, er dette punktet å betrakte som et underpunkt og skal ikke sidestilles med hovedproblemstillingen. Arbeidet med dette punktet begrenser seg til erfaringer de involverte har gjort seg i dette byggeprosjektet.

1.4 Rapportens oppbygning

Kapittel 1 – Innledning

Dette kapitlet vil gi en begrunnelse for hvorfor oppgaven er skrevet. Problemstilling og hva som skal besvares blir presentert, og avgrensninger beskrevet.

Kapittel 2 – Samarbeidsbedriften Veidekke

Kapittel 2 vil gi en kort beskrivelse av Veidekke for å gi leseren et innblikk firmaet masteroppgaven er skrevet for.

Kapittel 3 – Metode

Valg av metoder er viktig for resultatene man får av analysene. Dette kapitlet belyser generelle uttrykk for deretter å introdusere de anvendte metoder. Oppgaven består i hovedsak av litteraturstudie, dokumentasjonsanalyser, spørreundersøkelser og intervjuer.

Kapittel 4 – Teori

Teorikapitlet utgjør den største delen av oppgaven. Her blir bakenforliggende teori presentert for å gi en forståelse for metodikken bak Taktplanlegging. Kapitlet spisser teorien inn mot den spesifikke teori som ligger bak Veidekkes tenkemåte og arbeid.

Kapittel 5 – Resultater

Casens resultater fra de analyser og metoder som er benyttet blir framstilt i dette kapitlet.

Kapittel 6 – Diskusjon

Diskusjon basert på resultatene, og teori knyttet opp til dette igjen blir beskrevet her.

Kapittel 7 – Konklusjon

Her forsøker oppgaven å gi svar på problemstillingen som er presentert. Konklusjonen er basert på problemstillingen og forskningsspørsmålene knyttet opp til den.

Kapittel 8 – Anbefalinger og videre arbeid

Opgavens caseundersøkelser og analyser har sine begrensninger når det gjelder generalitet og etterprøvbarhet. I kapitlet "anbefalinger og videre arbeid" vil det gis forslag til hva som kan fokuseres på ved senere arbeid rundt temaet Taktplanlegging.

Bilag

For å øke lesbarheten til oppgaven er noe informasjon blitt lagt ved i denne delen av oppgaven. Bilagene er viktig for undersøkelsene gjort i oppgaven, men ikke nødvendig å ligge i selve oppgaven.

2 Samarbeidsbedriften Veidekke

I dette kapitlet blir samarbeidsbedriften Veidekke presentert. Først vil Veidekke som selskap bli presentert, deretter Entreprenør, distriktsavdelingen før byggeplassen der rapporten bygger sin studie på, blir presentert.

2.1 Veidekke

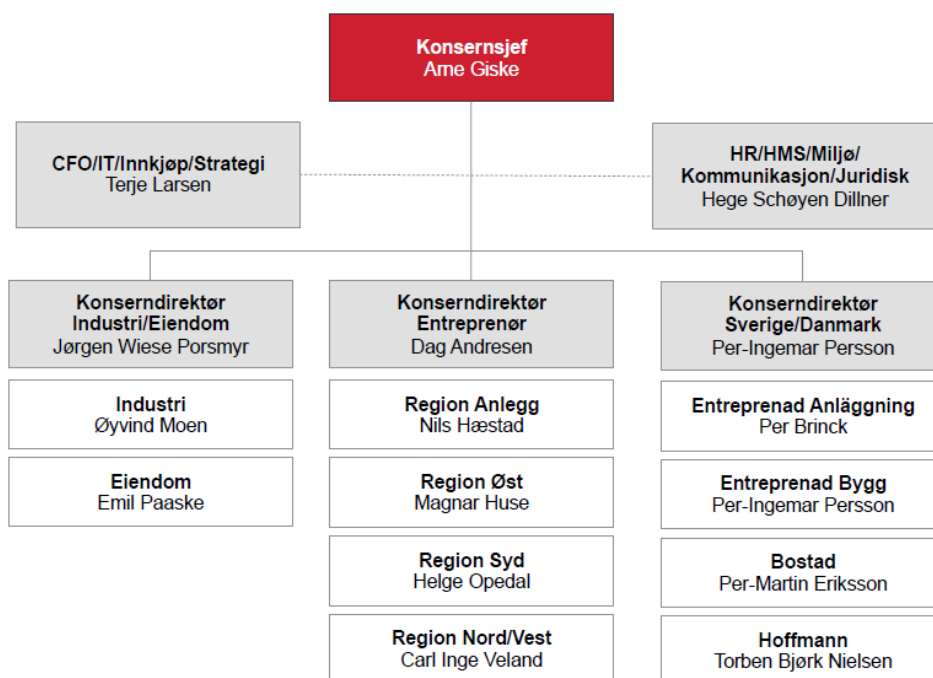
Veidekke er et av de største entreprenørselskapene i Skandinavia med sine ca 6500 ansatte og årlig i omsetning i 2012 på 20 milliarder kroner (Veidekke, u.å. a). Selskapet ble etablert i 1936, ble børsnotert i 1986 og har siden oppstarten aldri gått med underskudd. I Veidekke ASA eier 54 % av de ansatte 20 % av selskapet (Brovold, 2012).

Virksomheten omfatter bygge- og anleggsvirksomhet, boligutvikling, asfaltvirksomhet, pukk og grus, og veivedlikehold (Veidekke, u.å. b). De tre hovedvirksomhetene Veidekke er delt inn i, er entreprenør, eiendom og industri.

Organisasjonsmodellen er tuftet på å kombinere størrelse med lokal styrke (Veidekke, u.å. b). På den måten blir mye av ansvar og beslutningsmyndighet gitt de lokale enheter der verdiskapingen foregår. Dermed ivaretas kunnskapen og nærheten til de lokale markeder, kunder og leverandører.

2.2 Veidekke Entreprenør

Entreprenørvirksomheten til Veidekke i Norge er delt inn i fire regioner: Øst, Syd, Nord-Vest og Anlegg. Disse regionene er vist i figur 3.



Figur 3: Organisasjonskart Veidekke ASA (Veidekke, 2013)

De fire regionene er igjen delt inn i 26 distrikter som innehar ansvaret for sine marked, kunder, prosjekter, ressurser og resultater (Veidekke, u.å. a). Av all virksomhet Veidekke Entreprenør har ansvar for, er fordelingen av byggvirksomhet og anleggsvirksomhet 60/40. Flergangskunder står for omtrent 80 % av omsetningen til Veidekke Entreprenør. Av prosjektporteføljen i 2011, var ca 85 % av prosjektporteføljen på byggsiden totalentrepriser. De fleste av samarbeidsaktørene ivaretar offentlige serviceoppgaver eller driver forretningsvirksomhet.

2.3 Veidekke Entreprenør Distrikt Trondheim

Distrikt Trondheim ligger i region Nord-Vest, og er en videreføring av gamle Jernbeton AS, som ble stiftet i 1917, men som kom inn i Veidekke gjennom fusjonen med Aker Entreprenør i 1991 (Veidekke, u.å. c). Veidekke Distrikt Trondheim bygger skoler, boliger og næringsbygg som kontorbygg, butikker, kjøpesentre, lager- og industribygg. Mye av byggingen skjer med Veidekke Eiendom som byggherre, og de fleste prosjekter er gjennomført som totalentrepriser. Årlig omsetning for Distrikt Trondheim ligger på ca 400 millioner NOK ekskl. mva. per år. Arbeidsstaben består av ca. 110 fagarbeidere og ca. 50 funksjonærer.

Siden 2003 har Distrikt Trondheim vært et foregangsdistrikt når det gjelder forbedring av arbeidsprosesser ved bruk av prinsipper bygd på Lean Construction tankegang (Veidekke, u.å. c). Implementering av Involverende Planlegging (IP) har vært en fremtredende del av dette fokuset, noe som er i bruk i dag, og som kontinuerlig blir jobbet med for videre utvikling. IP er Veidekkes egenutviklede system bygd på det mer kjente Last Planner System™ (Veidekke, 2011). Det er stadig flere verktøy i forbedringsarbeidet til byggeprosessen, og Virtual Design and Construction (VDC) samt bruk av bygningsinformasjonsmodeller (BIM) er også noe som Veidekke benytter for å forbedre sitt arbeide. Nå i den senere tid er også Taktplanlegging blitt prøvd ut som verktøy i den kontinuerlige prosessen med å forbedre sine arbeidsmetoder. Første prosjekt med taktplanlegging for Distrikt Trondheim var Kunnskapsenteret. Nå prøves taktplanlegging ut på siste rekke med rekkehus på prosjekt Horneberg B3.

2.4 Veidekke prosjekt Horneberg B3

Horneberg turet er et prosjekt bestående av 65 kubehus, 54 leiligheter og 47 rekkehus (Veidekke, 2012). Prosjektet er tredelt som framkommer av figur 4. Rekkehusene som denne masteren handler om blir bygd for seg selv som et eget prosjekt; Horneberg B3. Veidekke har totalentreprisen på Horneberg B3. Nærmere beskrivelse av prosjektet finnes i kapittel 5.



Figur 4: Hornebergtunet (Hornebergtunet, u.å.c)

3 Metode

Metodekapittelet presenterer først begrep som brukes i forbindelse med forskningsmetodikk. Metoder som blir beskrevet er metoder benyttet i masteroppgaven. Beskrivelse og begrunnelse for valgte metoder med styrker, svakheter og feilkilder vil også bli presentert.

Metodekapittelets formål er å kvalitetssikre arbeidet som er utført, gi leseren grunnlag for funnene og konklusjonene, gi andre mulighet til å kunne videreføre arbeidet og å gi en vitenskapelig skolering (Olsson, 2011).

3.1 Generelt om metode

I dette delkapittel beskrives ord og uttrykk som er relevant for metodene benyttet i oppgaven. Forskningsmetodene skal gi leseren forståelsen av hvor viktig informasjonsinnhenting til en oppgave er og hvordan den er bearbeidet.

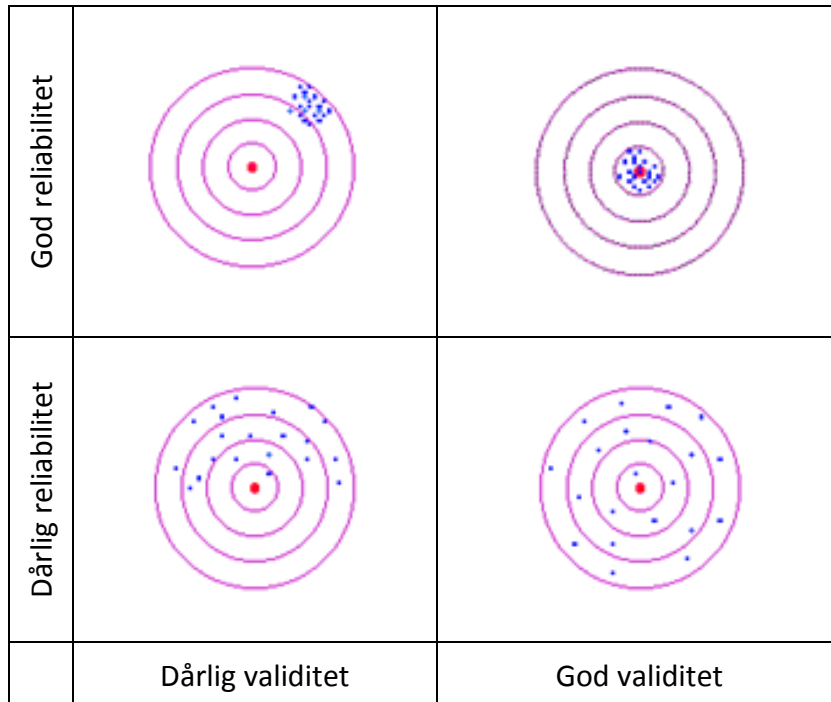
3.1.1 Reliabilitet og validitet

Reliabilitet handler om hvorvidt informasjonen er pålitelig. Informasjonen skal i prinsippet kunne etterprøves eller testes (Samset, 2008). Hvis samme måling gjentas med det samme utstyret under de samme forhold og resultatet er likt er det et tegn på god reliabilitet (Olsson, 2011). Reliabilitet kan sies å være et mål på om man måler på rett måte.

Informasjonens validitet er noe som er knyttet til troverdighet og det å unngå feilkilder. Denne formen for informasjon baserer seg i prinsippet på skjønn og sier noe om hvor godt det man har funnet er egnet til å belyse problemstillingene som skal belyses (Samset, 2008).

I hvilken grad de innsamlede data representerer det vi ønsker å måle er et mål på validitet. Man skal altså måle mest mulig direkte på de forhold man er interessert i og benytte flere måleparametre (Olsson, 2011).

Figur 5 viser sammenhengen mellom reliabilitet og validitet.



Figur 5: Sammenhengen mellom reliabilitet og validitet

I casestudier blir reliabiliteten etablert gjennom grundig dokumentering av fremgangsmåter, datainnhenting og analyse (Andersen S. S., 2013). Validiteten blir oppdelt i indre og ytre validitet. Indre validitet handler om kvalitet og troverdighet, ytre validitet handler om hvor representative funnene er.

3.1.2 Kvalitativ og kvantitativ metode

Det er vanlig å skille mellom kvantitative og kvalitative metoder. Kvantitative metoder er forskningsmetoder som tar utgangspunkt i tall og det som er målbart. Kvalitative metoder er basert på muntlig eller tekstlig informasjon. Metodene kan også kombineres da de kvalitative metodene kan bidra til å forstå meningen med tallene fra kvantitative metoder (Olsson, 2011).

Eksempler på kvantitative undersøkelser er spørreundersøkelser, mens intervjuer er eksempler på kvalitative undersøkelser. Disse metodene kan også kombineres (Olsson, 2011). I kvalitative metoder fokuseres det på få studieobjekter med mange og varierte opplysninger. En sammenligning mellom kvalitative og kvantitative metoder er vist i tabell 1.

Tabell 1: Kvalitative og kvantitative metoder, basert på Dalland (2012)

Kvalitativ	Kvantitativ
Følsomhet	Presisjon
Dybde	Bredde
Det særegne	Det gjennomsnittlige
Fleksibilitet	Systematikk
Nærhet til feltet	Fjernhet til feltet
Helhet	Deler
Forståelse	Forklaring
Deltaker	Tilskuer
Jeg - du - forhold	Jeg - det - forholdet

3.2 Anvendte metoder

Her presenteres valgte metoder og begrunnelse for disse. Oppgaven baserer seg på litteraturstudie, dokumentasjonsanalyse gjennom casestudie, intervju og spørreundersøkelser.

3.2.1 Litteraturstudie

Litteraturstudiet er gjennomført på bakgrunn av et litteratursøk. Litteratursøket er en kritisk vurdering av relevant litteratur for den aktuelle oppgave. Litteraturen identifiseres, beskrives og evalueres for å ha et godt grunnlag til å belyse det ønskede emne (University of Canberra, 2012).

Litteratursøk brukes for å gi en oversikt over hva som allerede er sagt om emnet. Dette kan gi et grunnlag for å vite hvilke hypoteser, spørsmål og forskningsmetoder som er hensiktsmessig å benytte (University of Canberra, 2012).

Litteratursøket i forbindelse med oppgaven danner grunnlag for teorien framlagt, og er stort sett begrenset til arbeidet utført i forbindelse med prosjektoppgaven som dannet grunnlaget for denne oppgaven. Prosjektoppgaven var et litteraturstudie for å forstå tanken bak Taktplanlegging. Måten litteratursøket ble gjennomført på i prosjektoppgaven vil likevel beskrives i korte trekk, da teorien er blitt videre benyttet i masteroppgaven.

Databaser og søkemotorer

Det har blitt søkt i databaser som har blitt anbefalt gjennom Forskningsmetodekurs ved NTNU august 2012. Databasene dekker temaet for søket. De anvendte databasene er:

- **BIBSYS Ask**

Søkemotor for databasen BIBSYS Ask som er lenket til en rekke universiteter, høyskoler og fagbibliotek og som har tilgang til alt av bibliotekenes trykte og elektroniske materiale. Materialet er kvalitetssikret av bibliotekets ansatte. I søkemotoren har man mulighet til å legge inn flere søkeord, slik at søkene blir best mulig rettet mot det man søker etter. Søkene kan utvides eller begrenses ved bruk av

boolske operatører mellom søkeordene, anførselstegn og/eller parenteser. Det kan også brukes trunkering for å søke etter ord som har en felles stamme, men flere forskjellige endelser (Flood, 2012).

- **Scopus**

Database for sammendrag og indeksering. I denne databasen kan det søkes direkte etter kildens tittel om man skulle kjenne til denne fra før av. Scopus linker til fulltekst. Materialet er kvalitetssikret og dekker både medisin og ingeniørfag. Hovedvekten av materialet er i form av artikler. I søkene kan man legge til ønskede forfattere til enkeltordene.

- **Google Scholar**

Google Scholar er en søkemotor for vitenskapelige artikler. Søkemotoren er inkonsekvent i bruk av boolske operatører. Treffene kan ikke sorteres av brukeren, men sorteres etter mest siterte verker, noe Google mener er en form for kvalitetssikring av litteraturen. Det kreves derfor større egeninnsats på kildekritikk når man bruker Google Scholar. Søkemotoren har ingen spesielle fagfelt, noe som fører til mange treff på søkene. Scholar er også blitt brukt til å søke etter allerede kjent litteratur noe som ga positive resultater.

Annen informasjonsinnhenting

I tillegg til å søke etter litteratur i databaser har man fått tilgang til annen relevant litteratur gjennom veileder Frode Drevland ved NTNU. Gjennom veileder Ole Morten Skaret har det blitt gitt tilgang til litteratur som Veidekke har i forbindelse med Porsche Takt gjennom kursmateriale fra Porsche Consulting som er delt gjennom Dropbox. Informasjon fra Veidekkes samarbeidsbedrift i USA med tanke på Taktplanlegging, Boldt, har også bidratt med informasjon gjennom videokonferanse og dokumenter delt gjennom Dropbox.

Kildekritikk

Når man vurderer kilder, er det flere aspekter man må ta i betraktning. Aspekter som må vurderes i forhold til informasjonen som kommer fram kan oppsummeres på følgende måte:

- Hva slags innhold den har
- Når den ble laget
- Hvor den ble publisert
- For hvem den ble publisert
- Hvorfor den ble publisert

Når det gjelder kildekritikk, nevner Flood (2012) forkortelsen TONE, som står for Troverdighet, Objektivitet, Nøyaktighet og Egnethet når man vurderer kilder. Kilder har blitt vurdert opp mot disse kriteriene.

3.2.2 Casestudie

Casestudier er lagt opp for å gi innsikt og forståelse for videre å beskrive og forklare hva som skjer (Olsson, 2011). I casestudier studeres et eller flere utvalgte studieobjekter der flere ulike datakilder analyseres. Casestudier har ikke ambisjon om å være generaliserbare, men kan likevel være informative innenfor ulike fagfelt. Dalland (2000) trekker fram at ved et casestudie trekkes det bånd mellom teori og praksis der man kan se sammenhenger og forskjeller mellom disse.

Prosjekt Horneberg B3 utgjør casestudien i forbindelse med den masteroppgaven. Casestudien med bearbeiding av innhentet informasjon utgjør en stor del av oppgavens omfang og tidsbruk. Dette begrunnet i ønsket om å kunne bruke erfaringene som man tilegner seg i dette prosjektet videre for dermed å videreutvikle produksjonsmodellen. Ideelt sett burde det vært gjennomført flere casestudier for å få et mest mulig realistisk bilde av hvilke forskjeller som Taktplanlegging medfører. Dette har ikke latt seg gjøre da Horneberg B3 var det eneste prosjektet på dette tidspunkt som gjennomførte Takt. Undersøkelser av prosjektet er likevel representativt for Veidekkes del som grunnlag i sin evaluering for videre bruk og utvikling av modellen.

Spørreundersøkelser kommer til å bli brukt både i starten av Taktgjennomføringen og mot slutten for å høre de involvertes forventninger i forkant, samt deres vurdering i etterkant. Intervjuer vil prøve å belyse i hvilken grad de føler denne metoden er nyttig.

3.2.3 Dokumentasjonsanalyse

Dokumentasjonsanalysen gjort i masteroppgaven er gjennomført ved hjelp av casestudiets interne dokumentasjon. Dokumentasjon som er funnet fram og analysert omhandler framdriften. Gjennom prosessplaner, akkordoversikt og framdriftsplaner brukt tidlig i byggeperioden fremkommer tidsbruken per enhet ved tradisjonell framdriftsplanlegging. Sammenlignes dette med siste byggetrinn, vil man få en indikasjon på hvordan produksjonssystemet innvirkes av Taktplanlegging, omstendighetene tatt i betraktning.

3.2.4 Spørreundersøkelse

Utfordringen ved å gjennomføre en spørreundersøkelse gjennom slike oppgaver, er å oppnå et representativt utvalg og realistiske besvarelser fra respondentene (Olsson, 2011).

Det ble foretatt to spørreundersøkelser i forbindelse med masteroppgaven; en i forbindelse med oppstarten med Taktplanlegging på prosjektet og en helt avslutningsvis.

Undersøkelsene var identiske. Av totalt 13 som ble fylt ut i den første undersøkelsen var 6 av dem tømrere, 3 rørleggere, 3 elektrikere og 1 maler. I den andre undersøkelsen var det 9 som ble fylt ut, var 2 av dem tømrere, 4 rørleggere, 2 elektrikere og 1 maler. Grunnen til forskjellene i antallet besvarelser er bemanningen på prosjektet ved tidspunktet for undersøkelsene. Undersøkelsen samt besvarelsene finnes som bilag 3 i oppgaven.

Undersøkelsene ble utlevert gjennom en leder i hver enkelt fags organisasjon, gjerne basen, for at de kunne anbefale respondentene til å svare på den. Dette er også en fremgangsmåte

som Olsson (2011) nevner. Det var ikke mange respondenter på grunn av at det ikke fantes flere som jobbet på prosjektet. Alle utleverte spørreundersøkelser ble fylt ut og levert inn igjen.

På bakgrunn av den første spørreundersøkelsen ble det gjennomført en intervjurunde. Dette ble gjort for å få mer utdyping fra de som organiserer arbeidene som foregår på byggeplassen.

3.2.5 Intervju

For å få en mer inngående forståelse av hvordan de på prosjektet ser på bruken av Taktplanlegging er det blitt gjennomført intervjuer. Hovedtyngden av intervjuobjektene er basene til de forskjellige fagene. I tillegg er også anleggsleder, formann tømmer og en fagarbeider på tømmer. Fagarbeideren er ikke med i planleggingen av arbeidet, men han ble intervjuet for å få inntrykk av hvordan arbeiderne har merket overgangen til Takt.

Ved å intervju flere faggrupper, vil nyanseringen kunne gi et bilde på hvordan alle involverte føler at overgangen har vært, og hvordan de oppfatter arbeidet rundt Taktplanleggingen.

Det ble utarbeidet en intervjuguide der spørsmålene knyttet opp mot problemstillingen beskrevet. Dette for å gi intervjuobjektet informasjon om oppgaven, problemstillingen og for å presentere forfatter av oppgaven, i tråd med Olsson (2012). Det ble også i forkant forespurt om tillatelse til å gjøre lydopptak, for å få en best mulig gjengivelse av intervjuet i etterkant. Intervjuguide og transkriberingen av intervjuene som ble gjennomført ligger som vedlegg nummer 2.

Intervjuene foregikk som en samtale, men innenfor de rammer satt av intervjuguiden og rundt de spørsmål som var satt der. På den måten fikk intervjuobjektet komme fram med sine tolkninger, synspunkter og vurderinger rundt temaene på en naturlig måte. Rekkefølgen av de spørsmålene som ble stil, var de samme for hvert intervju.

3.2.6 Oppgavens reliabilitet og validitet

Litteraturen som danner grunnlaget for teoridelen er i stor grad funnet gjennom søk i databaser og som er kvalitetssikret ved referanser i litteraturlisten. Teorien er hentet fra bøker, forskningsrapporter og 'papers' fra diverse relevante seminarer som for eksempel International Group for Lean Construction. Dette er relevant litteratur for å få en forståelse for oppgavens problemstilling.

Andre kilder for teoridelen er dokumenter og filer av Veidekke om blant annet Porsche Takt fra Porsche Consulting. Dette er litteratur som ikke er sporbar i forhold til referanser, men tatt i betraktning at det gjelder dokument fra store, seriøse aktører både innen bygge-, industri- og konsulentvirksomhet, anses validiteten og reliabiliteten som god. I forhold til masteroppgaven er denne delen av litteraturen svært nyttig og viktig.

Under arbeidet med oppgaven, er det forsøkt å bruke triangulering for å kvalitetssikre arbeidet som er blitt gjort. Triangulering vil si å bruke en kombinasjon av forskjellige metoder og data (Olsson, 2011). På den måten kan man kompensere de enkeltes metoder svakheter, og dermed oppnå et resultat som gjenspeiler de faktiske forhold på en mest mulig representativ måte for valgt casestudie.

Siden oppgaven omhandler casestudie av Veidekkes ene prosjekt med Taktplanlegging, vurderes oppgaven som relevant i det henseende at den gir en indikasjon på hvordan Taktplanlegging har fungert på dette prosjektet, på denne tiden, med de gitte personene på byggeplassen. Casestudiets ytre validitet kan ansees som noe svak, da det var bare et case som ble sett på.

Spørreundersøkelsenes reliabilitet er vanskelig å vurdere, da en så liten populasjon gjør at usikkerheten og feilmarginen er stor. Man får et overblikk over arbeidernes inntrykk og synspunkter om Taktplanlegging. Datainnsamlingen fra dette går direkte på de forhold som oppgaven søker å finne svar på. Det samme gjelder intervjuene som er gjennomført. Ved å benytte både kvalitativ metode gjennom intervju og kvalitativ metode gjennom spørreundersøkelsene, vil man kunne fange opp både dybden og bredden (Olsson, 2011).

Ved bruk av kjente framgangsmåter for metode og undersøkelser ved datainnhenting, er validiteten forsøkt ivaretatt.

3.2.7 Feilkilder

Det finnes helt klart mulige feilkilder i denne oppgaven. Begrensningen til et case gjør resultatene sårbar for påvirkning av forskjellige faktorer.

Personsammensetning på prosjektet kan være noe som påvirker resultatet. Personell skiftes ut med jevne mellomrom, noe som kan virke inn på arbeidsklima, framdrift og dermed gi måleusikkerhet for resultatet. Ved registrering av timer kan det være at personene ute på byggeplassen fordeler tidsbruken sin på forskjellige måter, noe som kan gi utslag ved utregning av timeverk brukt per post. Andre faktorer kan være forutinntatthet til en ny framgangsmåte. Byggebransjen er kjent for å være litt "tungrodd", og dette kan gjøre seg utslag i negativ retning.

Under prosjektet var det også en rekke ytre faktorer som utgjorde mulige feilkilder. En underentreprenør gikk konkurs rett før oppstart av Taktplanleggingsmodellen, noe som medførte store forsinkelser. Forsinkelsen slet man med i lang periode. I tillegg foregikk målingene før og etter juleferien, som også kan gi seg utslag på effektiviteten i negativ forstand. Man fikk også en situasjon med permisjoner midt oppe denne fasen, noe som også gir en negativ påvirkning.

På grunn av tidsaspektet til masteroppgaven, og det faktum at ingen andre prosjekter i Trondheim i regi av Veidekke gjennomførte Taktplanleggingsmodellen i det tidsrommet, ble

intervjuenes generalitet begrenset. Både intervjuobjekt og de som svarte på spørreundersøkelsene kunne også ha blitt preget av andres synspunkt, da det var et lite utvalg personer på en liten byggeplass der "alle kjenner alle". I tillegg er det også muligheter for mistolkning av besvarelser og kommentarer objektene har framholdt.

4 Teori

Teorikapitlet vil redegjøre for generell produksjonsteori og utviklingen av denne, Porsche Consultings Taktmodell og Involverende Planlegging, som er en sentral del i prosjekter som Veidekke gjennomfører. Det er ønskelig å undersøke systematiske beskrivelser av den underliggende atferd og teori for produksjonssystemer. Dette for å kunne få bedre innsikt i hvordan et system fungerer og hvordan man kan oppnå et produksjonssystem som på en bedre måte kan (Hopp & Spearman, 2001):

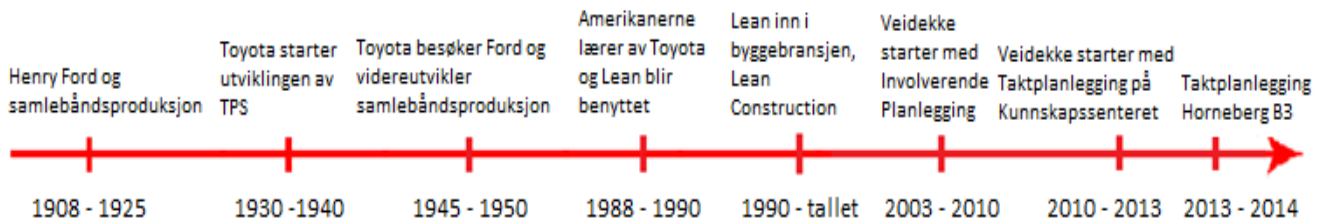
- Identifisere mulighetene for å forbedre eksisterende system.
- Designe effektive, nye systemer.
- Gjøre de avveininger som skal til for å lage samkjørte retningslinjer for ulike områder i produksjonen.

Innsikt og kjennskap til produksjonsteori er et viktig grunnlag for forståelsen av Taktplanlegging. Viktige momenter fra produksjonsteorien som danner grunnlaget for Takt vil bli belyst.

4.1 Produksjonsteori

Et produksjonssystem er definert som "*et målorientert nettverk av prosesser gjennom en enhetsstrøm*" (Hopp & Spearman, 2001). Målet i seg selv er vanligvis relatert til å effektivisere produksjonen for å oppnå økt kvalitet og øke fortjenesten. Målet materialiseres gjennom en prosess som innebærer det fysiske arbeidet i produksjonen samt støttende produksjonselementer som ordrer, transportering, vedlikehold og lignende. Helheten inkluderer også informasjon som blir brukt for å kontrollere systemet. Flyten av helheten gjennom systemet beskriver hvordan materialene og informasjonen prosesseres. Produksjonssystemet er et samspill mellom mange ledd som skal lede til et sluttprodukt som er i tråd med målene.

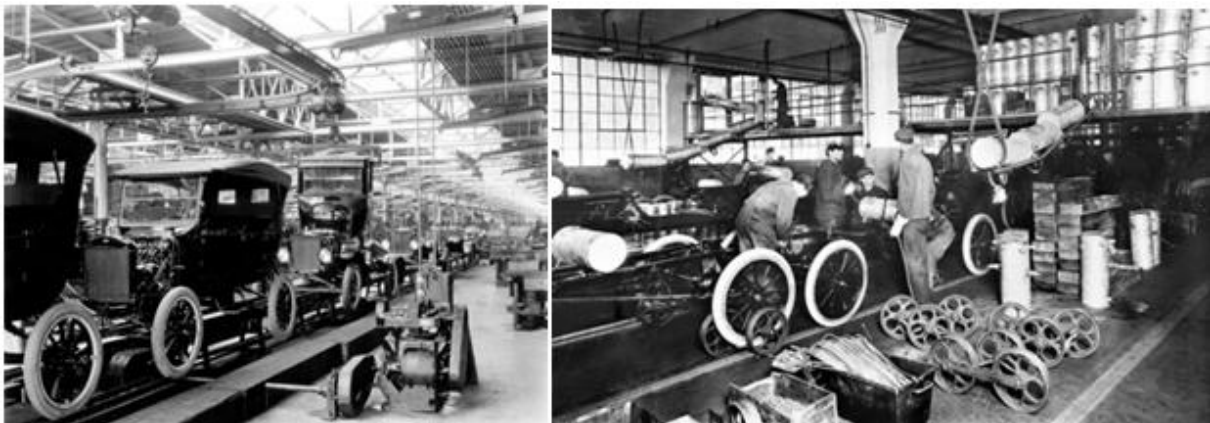
Figur 6 viser en visuell oversikt over produksjonsteoriens historiske utvikling i grove trekk. Den viser også Veidekkes utvikling av sine systemer fram til i dag.



Figur 6: Tidslinje produksjonsteoriens utvikling

4.2 Henry Ford og samlebåndsproduksjon

Henry Ford er beskrevet som mannen bak samlebåndsproduksjonen. Ved hjelp av denne innovasjonen gjorde han «høyhastighets» masseproduksjon av komplekse mekaniske produkter mulig (Hopp & Spearman, 2001). I sitt forsøk på å få fart på produksjonen forlot han praksisen med at fagarbeidere først monterte delene selv for deretter å montere delene på det som skulle bli det ferdige produktet. Denne praksisen var for lite effektiv. Resultatet ble å føre produktet til arbeiderne i en kontinuerlig strøm, slik at understellet til bilen beveget seg rundt til forskjellige stasjoner der arbeiderne jobbet. Hvordan dette ble gjort vises i figur 7.



Figur 7: Samlebåndsproduksjon av T-Ford (Rare Car Relics, u.å.)

Poenget med denne metoden var å holde alt i bevegelse og føre produktet til arbeiderne, ikke føre arbeiderne til produktet. Dette førte til en bedre flyt i produksjonen.

Masseproduksjon ble etter dette nesten synonymt med samlebåndsproduksjon (Hopp & Spearman, 2001). Resultatet av Fords tankegang var billige, pålitelige kjøretøy. I tillegg var de svært konkurransedyktige på pris sammenliknet med andre tilsvarende biler på markedet.

Henry Ford var hele tiden ute etter kontinuerlig forbedring av produksjonen, samt optimalisere produksjonen av hver enkelt bilmodell. (Hopp & Spearman, 2001). Det førte til at arbeidstiden ble kraftig redusert. Produksjonstiden på T-Forden ble for eksempel redusert

fra 12.5 timer til 1.5 timer. Samlebåndproduksjonens hovedprinsipp var effektivitet og mindre sløsing.

Henry Fords tankegang hadde også sine dårlige sider. Han tviholdt på sin tro på det perfekte produkt, og verdsatte aldri det konstante behovet med prosessen for å bringe nye produkter på markedet. Han mente at samlebåndproduksjon skulle lede til ett uniformt sluttprodukt. Dette kommer godt fram i et sitat fra Henry selv: «Kundene kan velge hvilken som helst slags farge, så lenge det er svart» (Hopp & Spearman, 2001). Ved ikke å gi rom for variasjon i det endelige produktet fra de samme standardiserte delene, er det vanskelig å få en varig, positiv effekt. Markedsandelen til Ford var oppe i 2/3 av det amerikanske marked, men sank med 20 % på grunn av mangelen av variasjon i produktene. Det er mulig med variasjon i sluttproduktet selv om man har samlebåndproduksjon.

Suksessen bak Henry Fords tankegang baseres på betydningen av tempo i produksjonen. Dette drev firmaet til innovative produksjonsmetoder. Henry Ford beviste at høy gjennomstrømning og kort lagertid fører til lavere kostnader, og at lave priser appellerer til flere kunder. I tillegg til tempo i produksjonen benyttet han deler og råvarer som har kort liggetid på lageret. Ford brukte 81 timer fra man tok ut malm fra en gruve til en bil var ferdig produsert. Selv på vinterstid med lagring av jernmalm og andre deler, var ikke syklustiden på mer enn 5 dager.

Fords detaljfokus ved implementering av et nytt system var et av suksesskriteriene (Hopp & Spearman, 2001). Ved å bryte ned og definere individuelle oppgaver i prosessen kunne man øke produktiviteten betraktelig. Ford har hatt stor betydning for produksjonsteorien og dens utvikling. Dette inspirerte Toyota ved Taiichi Ohno, mannen bak Toyota Production System og «Just-In-Time», som dro til USA for å lære av Ford og utvikle dette videre (Hopp & Spearman, 2001).

4.3 Toyota Production System

I denne delen blir Toyota Production System presentert. Her vil det bli forklart hva sløsing og variabilitet er og andre begreper og metoder knyttet til TPS som er relevant for forståelsen for masteroppgaven.

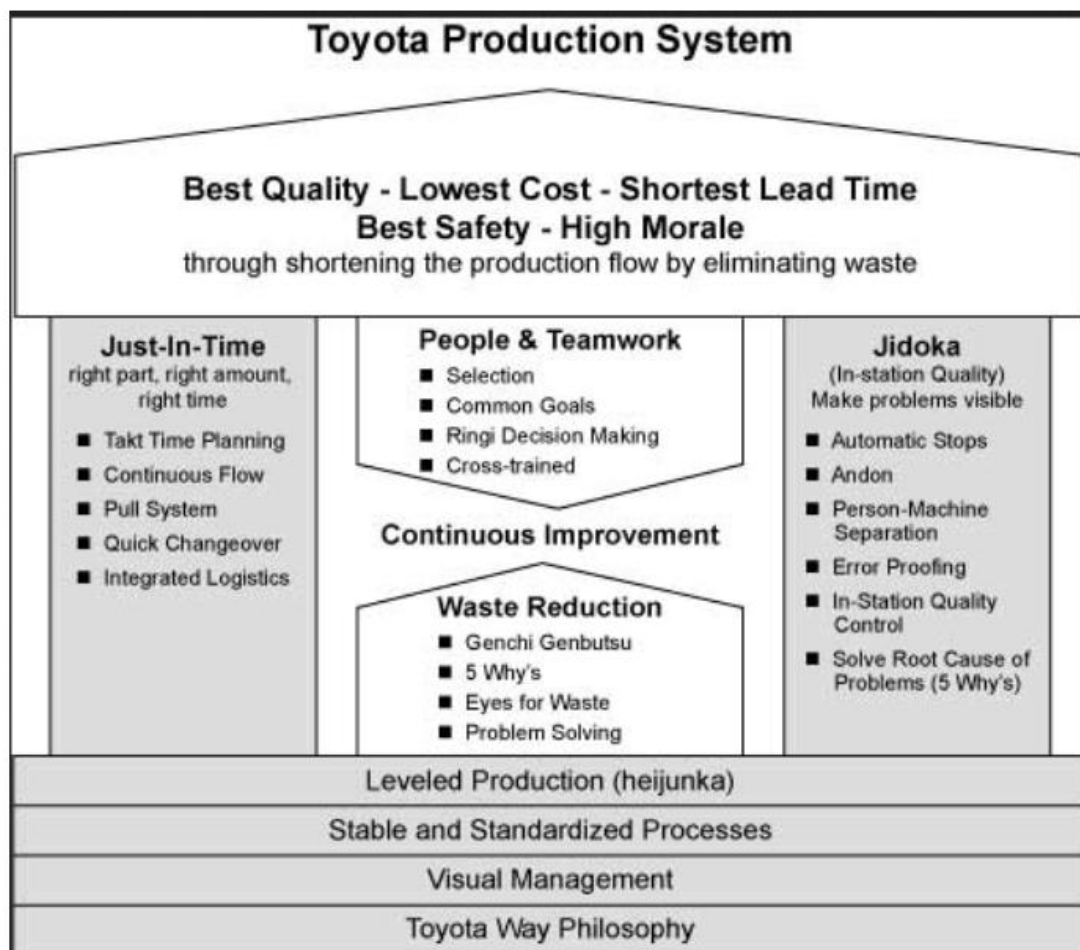
Utgangspunktet til Toyotismen er stasjonær industri, mer presist bilindustrien. De utviklet en effektiv produksjon som, i motsetning til Ford, også ga et bredt produkttilbud. Problemet til Ford var altså ikke flyten i produksjonen, men den manglende evnen til variasjon i produksjonen. Kundene til Ford hadde ingen valgmulighet i blant annet utstyr og farger (Hopp & Spearman, 2001). I Toyota Production System (TPS) derimot var variasjon i produksjonen absolutt til stede. Toyotas produksjonssystem handler om noe mer enn bare å implementere verktøy i produksjonen, det handler om å forandre hele tankemønsteret (Kennedy, 2003). (TPS) ble utviklet for å gi best mulig kvalitet, lavest mulig pris og kortest leveringstid gjennom å eliminere sløsing i produksjonen og håndtering av variabiliteten. TPS

har oppnådd en enorm suksess og anerkjennelse for sitt produksjonssystem. TPS ble i utgangspunktet utviklet til bilindustrien, men har i senere tid også blitt overført til andre typer bransjer, blant annet byggebransjen (Andersen, Organisering av prosjekterings- og byggeprosessen, 2012).

Utviklingen av TPS er kreditert Taiichi Ohno, som var Toyotas produksjonssjef. Før, og enda mere intenst etter 2.verdenskrig, ble Ohno klar over at enkle endringer og innovasjoner kunne gi en bedre kontinuitet i produksjonsprosessen, øke produksjonsflyten og gi et bredt produkttilbud. Toyota besøkte derfor Ford i USA i et forsøk på å tenke nytt og utviklet deretter TPS. Ohno startet utviklingen av maskinoperasjonene i 1950 – og 1960-tallet. Deretter utviklet han forsyningsstrategien gjennom 1960 – og 1970-tallet (Lean Enterprise Institute, 2009).

Hovedelementet i TPS er at sluttproduktet i produksjonen trekkes gjennom systemet. Det starter altså med råvarene og ender opp med den endelige monteringen. Man snakker her om samlebånd, der produktet forflytter seg, hvor ansatte som er organisert i lag, utfører de operasjoner de skal når produktet ankommer sin stasjon. Det er viktig å sørge for full deltakelse av de ansatte. Oppmerksomheten deres skal være rettet mot å sikre kvalitet og at gjennomføringskrav er optimalisert. Dette gjøres gjennom Kaizen, som er et japansk ord for kontinuerlig forbedring (Monden, 2012). Dette beskrives senere i kapittelet.

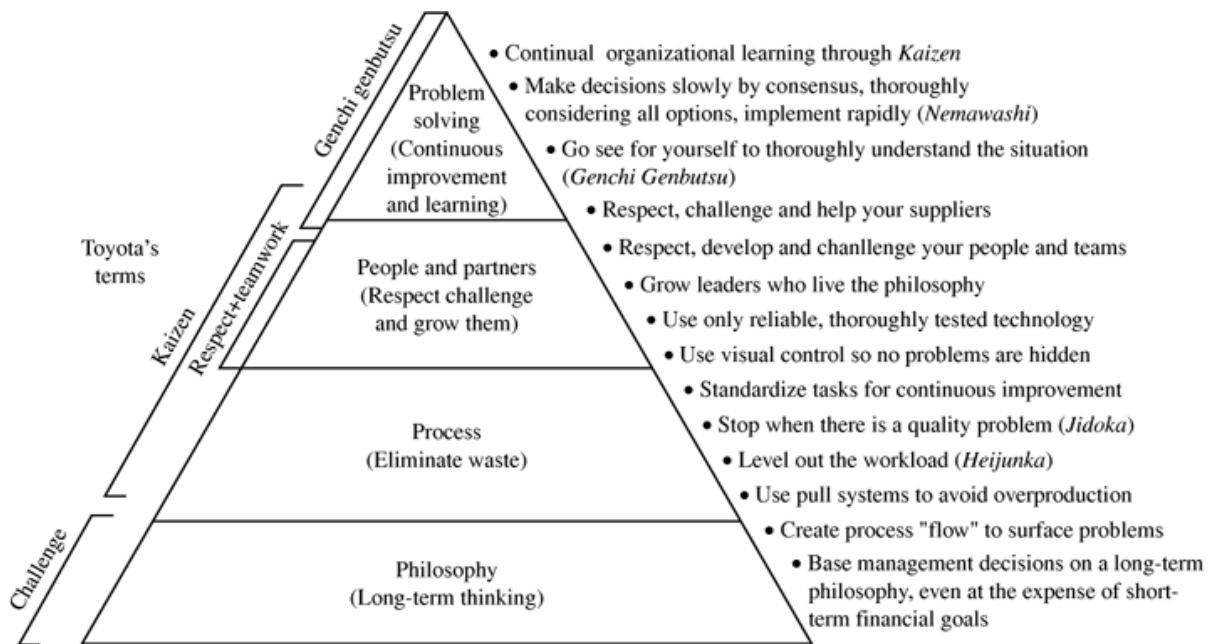
Toyota har laget et TPS- hus, som illustrerer godt tenkemåten for å kunne etterfølge deres eksempel og metoder. TPS- huset er en velkjent illustrasjon i moderne industri og er vist i figur 8. Huset viser en konstruksjon der alle deler av huset spiller sin rolle. I denne oppgaven vil det fokuseres mest på Just-In-Time (JIT) delen, der Takt Time Planning er et underliggende element, som Porsche Consulting har bygd sitt Taktplanleggingsprinsipp på. Takt Time Planning blir nærmere beskrevet i underkapittelet om Porsche Consultings Taktplanleggingsmodell.



Figur 8: Toyota Production System (Liker, 2004)

Man ser av figuren at JIT er en av hovedsøylene i huset. Toyotas grunnprinsipper er beskrevet i denne modellen og er grunnlaget for å oppnå suksess (Liker, 2004).

Toyota utviklet også en modell som kalles «The 4-P Model of the Toyota Way». TPS handler ikke bare om å implementere nye verktøy og metoder, men også å forandre tankemønsteret (Moore, 2007). 4-P modellens utgangspunkt er tankemønsteret, eller filosofien som figur 9 viser. Videre fokuseres det på prosessen, menneskene og samarbeidspartnere og problemløsning.



Figur 9: Toyotas 4-P Modell (Liker, 2004)

- **Philosophy** handler om å få ledere til å ha et langsiktig perspektiv i stedet for å fokusere på rask avkastning.
- **Process** handler om at ledere må forstå alle prosessene for å fjerne all form for unødvendig sløsing (waste). Med en god forståelse av alle prosesser har man et bedre grunnlag for å skape flyt i prosessen.
- **People and partners:** Ledere må ha riktig filosofi, der man respekterer, utvikler og utfordrer ansatte og leverandører.
- **Problem solving:** Ta beslutninger i konsensus, vurderer alternativene grundig og iverksett raskt. Det handler om å forstå situasjonen.

Disse "4-P" utfyller hverandre og bør være et fundament før man implementerer nye metoder og verktøy for videre utvikling av TPS (Moore, 2007).

I tillegg til disse grunnprinsippene har Toyota utviklet en rekke begrep, eller metoder, som skal danne grunnlag for å oppnå den ønskede suksessen. Det er viktig å forstå forskjellen på et pull –og push-system, og få en forståelse for begrep som blant annet «Just-In-Time» (JIT), Jidoka, Kanban og Kaizen.

4.3.1 Sløsing og variabilitet

Toyota ønsker å eliminere sløsing for å gi økt flyt i prosessene. For å få til dette må man ta hensyn til variabiliteten både i produksjonsprosessen og i produktet, produktvariabilitet. De nevnte metodene er innarbeidet i organisasjonen for å oppnå målet med TPS som tidligere nevnt: gi best mulig kvalitet til lavest mulig pris og kortest leveringstid gjennom å eliminere sløsing i produksjonen og håndtere variabilitet.

Sløsing

Sløsing, eller "waste" som er det engelske uttrykket som brukes, defineres som aktiviteter som ikke bidrar til økt verdi i sluttproduktet. Nødvendig sløsing er aktiviteter det er umulig å unngå med dagens teknologi, mens ren sløsing er aktiviteter det er mulig å unngå (Drevland, 2012). Eksempel på nødvendig sløsing kan være en form for transport av et delprodukt. Transporten i seg selv gir ingen direkte verdi til sluttproduktet, men er nødvendig for å produsere sluttproduktet. Man kan altså ikke eliminere denne aktiviteten. Eksempler på ren sløsing kan være overproduksjon eller venting.

Toyota har klassifisert 7 former for sløsing, med grunnleggende steg og anbefalinger for å eliminere sløsing i en produksjonsprosess. Disse er vist i tabell 2. Toyota påpeker tydelig at det er forskjell på Toyotas organisasjon som har innarbeidet Kaizen i over 50 år, og en bedrift som aldri har drevet med noen form for organisering med dette (Tsukuda, 2008).

Tabell 2: 7 former for sløsing og steg for å eliminere disse, basert på Tsuduka (2008)

Former for sløsing	Steg for å eliminere sløsing
Overproduksjon	Innarbeide en filosofi der kontroll er nødvendig for å eliminere overproduksjon og at kun det nødvendige produseres, til riktig tid (Just-In-Time).
Feil produktkvalitet	Hvis det forekommer for mange defekte produkter er det vanskelig å unngå overproduksjon. Sløsing ved å gjøre feil må elimineres ved å ta tak i årsakene til feilene.
Venting	Det å minimere venting er overkommelig så lenge de grunnleggende prinsippene for suksess er forstått. Ved å fjerne sløsing i form av venting vil man øke effekten av den arbeidskraften man allerede har.
Unødvendige forflytninger	Sløsing i form av unødvendig forflytninger påvirker timeverkene i stor grad. Ved å gjøre bevegelsesanalyse kan man redusere noe av sløsing, men vær forsiktig slik at det ikke skaper utfordringer på andre områder.
Transport	All form for transport bør minimeres i form av avstand og antall turer.
Proessen	Når det gjelder sløsing i selve prosessen kan man vurdere hver aktivitet som ikke gir økt verdi til sluttproduktet som sløsing.
Lager	Ved implementering av steg 1-6 vil lagerbeholdningen avta. Reduserer man lagerbeholdningen uten å ta tak i disse anbefalingene kan det oppstå nye problemer som forverrer systemet. Det anbefales at reduksjonen av lagerbeholdningen kommer som et resultat av de foregående stegene, og ikke iverksettes før de andre er implementert.

For å lykkes med TPS sine anbefalinger kreves opplæring av alle involverte. Riktige holdninger og aktiv deltakelse er viktig. Ansatte må få muligheten til å mestre og ikke minst: ta initiativet til det. Dette kan gjøres ved større kontroll over egen arbeidsplass i form av å delta i planleggingen, slik at de forstår behovet for å ivareta verdier. I tillegg må leverandørene bli en del av systemet. Hvis leverandørene blir opplært vil det gi positiv effekt ved fremtidig samarbeid, samt at de vil være mer konkurransedyktig og får mulighet til å oppnå flere oppdrag i fremtiden (Tsukuda, 2008).

Variabilitet

Sløsing må ikke sees på som det samme som variabilitet (Hopp & Spearman, 2001). Når vi snakker om variabilitet i produksjonssystem er det usikkerheten i hvor lang tid noe tar å utføre (Drevland, 2012). Det skilles mellom to hovedtyper variabilitet: prosessvariabilitet og flytvariabilitet.

Prosessvariabilitet er usikkerheten i hvor lang tid det tar å gjennomføre en oppgave, eller et produkt. Flytvariabilitet er usikkerheten i adkomsten av arbeidsoppgaver og den informasjonen og resursene man trenger for å gjennomføre de (Drevland, 2012).

Man kan også ha god variabilitet som for eksempel produktvariabilitet. Henry Ford gjorde stor suksess med sin tankegang, men hans fokus var rettet mot å minimere variabiliteten. Når General Motors(GM) etter hvert begynte å tilby kundene sine variasjon i bestillingen hadde de ikke et godt nok system for å opprettholde den flyten og effektiviteten de hadde opparbeidet i systemet. Dårlig variabilitet er blant annet variabilitet relatert til produksjonsfeil, maskinstans, forskjell i kompetanse og utførelse (Drevland, 2012).

For å håndtere variabilitet brukes buffere. I følge Store Norske Leksikon definisjonen på en buffer en «støtpute», eller noe man bruker for å håndtere en uforutsett hendelse. Dette kan være i form av tid, mannskap, kapasitet, inventar og finansielle ressurser (Drevland, 2012). Toyota ville utvikle et system som var lite avhengig av buffere. Tidligere var deres form for buffere en tids – og kapasitetsbuffer, der de produserte med to skift på 8 timer hver. I mellom hvert skift hadde de 4 timer opphold, der de eventuelt kunne rette opp feil. Da hadde de både tid og kapasitet tilgjengelig (Monden, 2012). TPS innebærer metoder for å redusere variabiliteten i produksjonen.

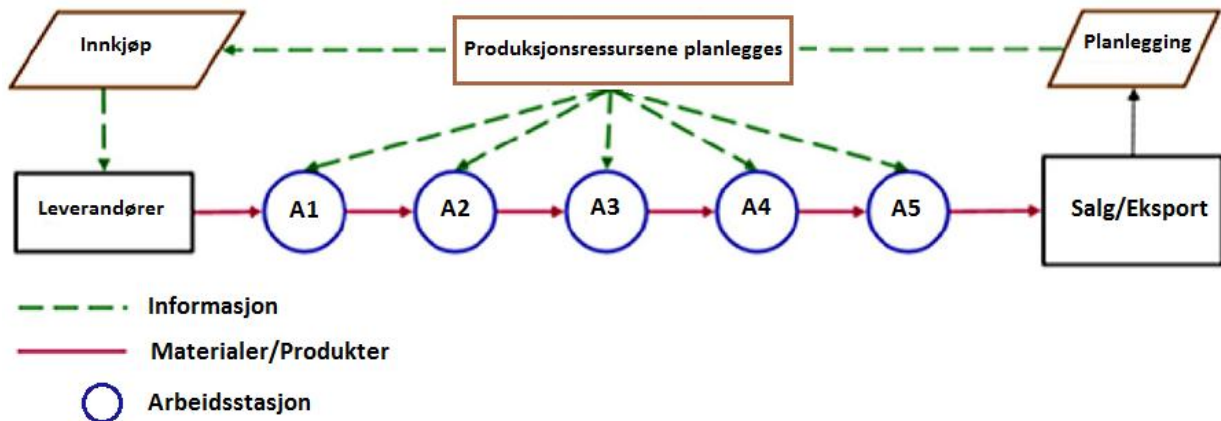
4.3.2 Push- og pull system

Vareleveranser er viktig for enhver produksjonseenhet å kunne koordinere på en god måte. Toyotas grep i dette henseende var å gå fra et "push- system" til et "pull- system".

Push- system

Et tradisjonelt push- system utløser arbeidet etter det som er planlagt. Materialer som leveres bestemmes etter en hastighet som er basert på fremdriftsplanen. Leveransene er knyttet til ordrer eller prognoser, derfor er push- systemet kontrollert av oppstrøms informasjon (Hopp & Spearman, 2001). Leveransene styres da oppstrøms. Det vil si at

materialene dyttes ut til de som skal utføre arbeidet. Derav navnet push- system. Figur 10 viser et tradisjonelt push- system, der det som oftest er mellomlagre mellom hver arbeidsstasjon.

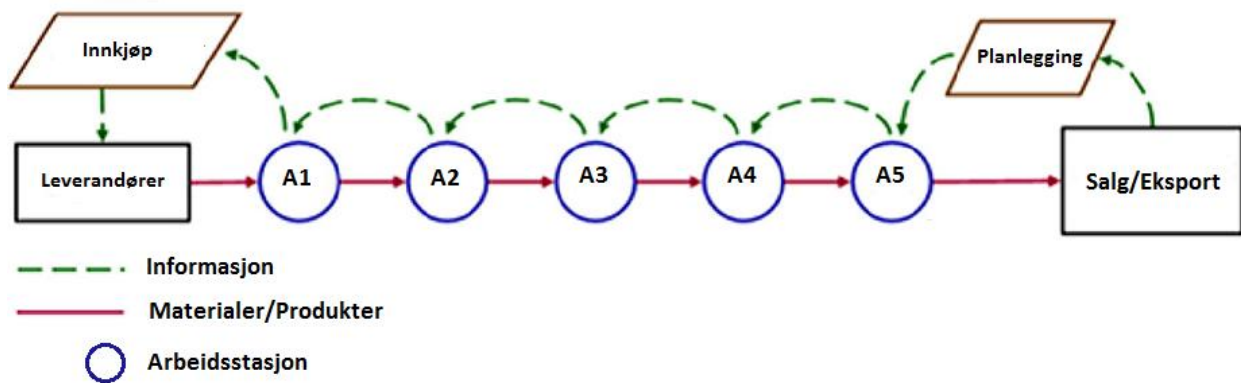


Figur 10: Illustrasjon av et push- system

Av figuren ser man at produksjonsressursene planlegges og fordeles ut til de forskjellige arbeidsstasjonene etter at bestillingen er levert. Dette kan føre til at de forskjellige arbeidsstasjonene ikke får de nødvendige materialene til riktig tid. Som tidligere nevnt er det også vanlig med mellomlagre mellom hver arbeidsstasjon som hindre stopp i produksjonen. Da oppstår det ofte overproduksjon, som kan karakteriseres som sløsing.

Pull- system

Toyota utviklet et pull- system der leveransene av materialer er styrt av nedstrøms informasjon. Signaler, kanban på Japansk, fra nedstrøms, basert på systemstatus, avgjør om en utgivelse er tillatt eller ikke (Hopp & Spearman, 2001). I pull- systemet beveger signalene og materialene seg til omtrent samme tid (Tsukuda, 2008). Utgivelsene styres derfor nedstrøms, som vil si at materialene trekkes inn i produksjonen når det er behov, i riktig mengde. Figur 11 illustrerer hvordan et pull- system fungerer.



Figur 11: Illustrasjon av et pull- system

Som figuren beskriver gir salgsavdelingen beskjed til planleggerne om hvilket produkt og mengde som er bestilt. Planleggerne gir videre beskjed til det siste leddet i produksjonen. Det siste leddet gir beskjed til det foregående leddet om hva de behøver for å produsere det som er bestilt, og slik fortsetter det videre til innkjøpsavdelingen. Da har innkjøpsavdelingen fullstendig og nøyaktig oversikt over det som er nødvendig for å produsere det som er bestilt. Innkjøpsavdelingen bestiller dermed dette til leverandørene, som kommer med leveransen til riktig tid, Just-In-Time.

4.3.3 Just-In-Time

Just-in-time-filosofien (JIT) er et pull- system som stammer fra Toyotas produksjonssystem og brukes for å eliminere all unødvendig vareflyt gjennom produksjon og distribusjon. JIT er en samling av verktøy, prinsipper og teknikker som tillater en bedrift å produsere og levere produkt i små kvantum med kort leveringstid, for å møte kundens ønske og spesifikasjoner. Kort forklart er målet med JIT å levere de riktige produkter i riktig antall til riktig tid (Liker, 2004).

Målet er å forbedre produktkvaliteten samt redusere ledetider og omstillingskostnader ved overgang til produksjon av nye produkter. Som tidligere nevnt er reduksjon av alle typer lagre et av hovedpunktene i TPS. Dette skal gjennomføres ved små ordrer og dermed hyppige bestillinger av varer, korte leveringstider og bestillingsrutiner. Kravene rettet mot leverandørene blir strengere i form av kvalitet og leveringspunktighet (Monden, 2012). JIT betyr at hver prosess i produksjonen får det som er nødvendig, når det er nødvendig, i den nøyaktige mengden (Tsukuda, 2008).

Overflødig lagerbeholdning er ugunstig fordi det krever ekstra kostnader til lagring, mulig skade og skjulte defekter. Ved å få levert varer når de skal brukes elimineres tiden det tar for å organisere mellomlagring, samt at transportveien til der varen skal brukes minimeres. Dette er et pull- prinsipp, slik som beskrevet tidligere. Man «drar» altså varen inn når man trenger den i stedet for at man dytter varen på plass når den kommer, som er push-prinsippet. Vareleveransen planlegges ut ifra når varene trengs. Dette prinsippet medfører

også at det blir minimalt med varer i de områdene det arbeides i, slik at man blir minst mulig hindret i det arbeidet man skal gjennomføre.

JIT er altså karakterisert ved liten lagerbeholdning og flytorientert fokus (Hopp & Spearman, 2001). Observasjoner gjort på flere Toyota-fabrikker i Japan på 80-tallet, pekte på to hovedfaktorer som gikk igjen på de fabrikkene: de var veldig rene og ryddige, og de hadde mindre lagerplass under arbeid enn de amerikanske fabrikkene man sammenlignet med. Dette var i tråd med Toyotas tankegang ved å etablere flyt og minimere sløsing.

For å styre vareflyten brukes et informasjonssystem kjent som Kanban.

Kanban

Kanban er et informasjonssystem som skal styre JIT- produksjonen. Hos Toyota regnes Kanban som et delsystem av hele TPS. Produksjonsinformasjon overføres i form av signaler(Kanban) for å utløse handlinger. Metoden skal organisere utførelsen og fremme flyten i produksjonen (Tsukuda, 2008).

Informasjonsflyten går oppstrøms ved et tradisjonelt push-system. I et pull-system beveger Kanban(signaler) seg nedstrøms, og signalene og materialene beveger seg på omtrent samme tid. Arbeiderne monterer kun det som er bestilt av kundene og på denne måten er operasjonen utført sekvensielt oppstrøms i prosessen. Etter at behovet er fastsatt flyter informasjonen uten tidsforsinkelse. Dermed blir en fleksibel respons på endringer i produksjonsplanen mulig, uten at man overproduserer (Tsukuda, 2008). Hvis antall påbegynte jobber har nådd en grense må en ny jobb vente. Kanban(signalet) skal begrense det igangsatte arbeidet. For å forklare dette noe enklere kan man se for seg Kanban som et kø- system. Bilen du sitter i kjører ikke videre før bilen foran har forflyttet seg. Dette fører til en jevn flyt i produksjonen.

4.3.4 Kaizen

Kaizen er en integrert del av TPS. Ordet er japansk og betyr "endring for det bedre", eller "kontinuerlig forbedring". Metoden skal føre til at man kontinuerlig reduserer sløsing og rydder opp i aktivitetene på arbeidsplassen (Liker, 2004). Hovedmålet med Kaizen er å prestere godt innen kvalitet, kostnad og leveranse. Kaizen er billig, har lav risiko og er diskret. Det handler om dag - til- dag forbedringer. Unødvendig avfall omfatter stort varelager, defekte varer og unødvendige verktøy og tiltak. Kaizen innbefatter blant annet de 5 s'er, som mange ser på som første steget av organisasjonsmessig Kaizen (Monden, 2012). De 5 s'er er:

- **Sort:** Separer alt av unødvendige deler og verktøy og fjern disse.
- **Straighten:** Organiser ting for enkel adgang.
- **Scrub:** Hold arbeidsplassen ren og ryddig.
- **Systemize:** Lag rutiner for renhold og kontroll.
- **Standarize:** Standardiser de ovennevnte stegene.

4.3.5 Jidoka

Jidoka er et japansk ord og betyr automatisering. Jidoka er en av de to søylene i TPS- huset. Mens JIT skal sørge for flyt i produksjonen, har Jidoka fokus på å stoppe flyten (Tsukuda, 2008). Det er en del av Toyotas kvalitetskontroll for hvert steg i produksjonen.

Produksjonen skal avbrytes med en gang en feil eller mangel oppdages, enten av en maskin eller mennesker. Da skal Kaizen aktiviteter iverksettes for å finne en løsning på problemet (Tsukuda, 2008). Dette gjøres for å kunne finne feilen umiddelbart deretter grunnen til at feilen oppsto. På den måten hindrer man at samme feil vil oppstå i framtiden, så selv om produksjonen stopper og dette vil gi en umiddelbar forsinkelse vil det i et langsiktig perspektiv gi økt kvalitet og kontinuitet (Monden, 2012).

4.4 Lean Production

I 1988 ble begrepet Lean benyttet for første gang, og fikk sitt gjennombrudd i 1991 gjennom boken «The machine that changed the world» (Womack, Jones, & Roos, 1991). Denne boken var basert på forskningsprogrammet IMVP(International Motor Vehicle Program) koordinert av MIT i USA. Formålet med denne forskningen var å undersøke hvorfor og hvordan japanske bilprodusenter, spesielt Toyota, var mer konkurransedyktig enn amerikanske (Lean Forum Norge, u.å.). Amerikanerne dro altså til Japan for å lære av det japanerne hadde videreutviklet etter sitt besøk til Ford i USA. Betegnelsen Lean Production, eller trimmet produksjon som noen oversetter det med, ble senere benyttet for denne tankegangen.

Lean-filosofien bygger på Toyota Production System (TPS) med fokus på å øke effekten i produksjonsprosessen og øke inntjeningen. Fokuset var å eliminere alle aspekter i produksjonen som ikke ga direkte eller indirekte merverdi til sluttproduktet, tidligere beskrevet som sløsing (Lean Enterprise Institute, 2009). I likhet med TPS kan Lean sees på som en ledelsesfilosofi, men også som et sett med verktøy for å identifisere og eliminere elementer i produksjonen som gir unødvendig tids – og ressursbruk. Mange av de metodene som brukes for å oppnå det overordnede målet er de samme som i TPS. Man kan blant annet nevne «pull-production», «JIT» og Kaizens 5s. Det som er karakteristisk med Lean er mye av det samme som karakteriserer TPS (Moore, 2007):

- Minimum varelager
- Minimum omgjøring av arbeid
- Minimum produksjonstap pga. nedetid
- Minimum syklustider og forsinkelse mellom prosesser
- Stabil produksjon
- Minimere enhetskostnader

I tillegg til nevnte punkter er stabilitet i prosessene avgjørende for å ha en "lean" organisasjon. En lean organisasjon må ikke forveksles med en slanket produksjon (Drevland, 2012). En lean organisasjon er en organisasjon som er trent for å produsere effektivt, mens en slank organisasjon forbindes med kostnadsutt og reduksjon i ressurser. Det kan være vanskelig å finne et felles mål som vil gagne alle involverte i en produksjon. Det som er bra for noen interessenter, kan være dårlig for andre. For eksempel så kan kostnadsreduksjon gjennom lavere lønninger være bra for ledelsen, men ikke bra for de arbeiderne som får mindre i lønn ved slike grep. Et felles mål må da være en balansegang slik at man kan ha en felles plattform og et felles mål å jobbe mot. Målet må være å få en langsiktig god avkastning på de investeringer som er gjort (Hopp & Spearman, 2001). Eierne vil være tilfredse da dette gir gode resultater bedriftsmessig, og arbeiderne vil også være tilfredse da de jobber for et firma som er i posisjon til å oppnå større lønninger. Kunden vil også være fornøyd, da en langsiktig god avkastning er mulig å oppnå. Dette er en organisasjon med en Lean-filosofi.

Lean Production og TPS var systemer utviklet for serieproduksjon i faste fabrikklokaler. Ut over 1990-tallet begynte byggebransjen å utforske Lean. Lean måtte tilpasses prosjektbasert produksjon av unike enkeltprodukter (Howell, 1999). Lean i byggebransjen ble senere kalt Lean Construction.

4.5 Lean Construction

Lean Construction(LC) er på samme måte som Lean Production og TPS en måte å «design» produksjonssystem for å minimere sløsing. Målet er å generere mest mulig verdi til sluttproduktet (Koskela, Ballard, & Tommelein, The Foundations of Lean Construction. Design and Construction - Building in Value, 2002). Selv om produksjonsprosessen i byggebransjen er noe annerledes organisert enn den produksjonen TPS og Lean Production ble utviklet for, kan filosofien og verktøyene utvikles og tilpasses. Tradisjonelt sett er byggebransjen en industri med mye ineffektivitet med tanke på ressursbruk, kanskje særlig med tanke på tidsbruk (Moore, 2007). Undersøkelser viste at man med bedre planlegging og styring kunne redusere såkalt dødtid (Ballard H. G., 1994). Her kom tanken om Lean inn og mange av prinsippene kunne implementeres i byggebransjen.

Verdi og flyt er, i tillegg til TPS og Lean Production, sentrale begrep i LC. Mest mulig flyt i produksjonen gir størst mulig verdi. Dette krever at alle involverte i produksjonen på et tidlig stadium involveres i planleggingen. Dette gir alle muligheten til å reagere, agere, påvirke og komme med innspill tidlig i prosessen. Dette skaper også en større felles forståelse av produksjonsprosessen.

Selv om målet med LC er det samme som ved Lean Production er det store forskjeller på hvordan målene oppnås. Så godt som alt arbeid i byggebransjen er prosjektbasert og hvert prosjekt er unikt og ofte med relativt store forandringer i organisasjonen fra gang til gang. Å

administrere et byggeprosjekt med LC- filosofien er forskjellig fra tidligere praksis fordi det (Howell, 1999):

- har et klart mål når det gjelder leveranser under prosessen
- er rettet mot å maksimere ytelsen for kunden på prosjektnivå
- utvikles produkt parallelt med prosessen
- krever produksjonskontroll gjennom hele prosessen

På grunnlag av dette redefinerer LC begrepet «kontroll» fra å innebære overvåkning av resultater til å skape resultater (Ballard H. G., 1994).

Det første steget på veien til å implementere LC er å fullt ut ha forståelse av den underliggende fysikken i produksjonen, effekten av avhengighet og variasjon i utførelsen og vareleveranser (Howell, 1999). Howell mener de fysiske problemene blir oversett i dagen praksis som i for stor grad fokuserer på team- arbeid, kommunikasjon og kommersielle kontrakter. Videre mener Howell at de involverte i prosjekter bekymrer seg for mye over problemene i stedet for å finne kilden til dem. Løsningen på problemene mener han ligger i å ha en grunnleggende forståelse av filosofien og et langsiktig syn. Dette kan relateres til Toyotas 4-P modell, der det fokuseres på å forstå alle deler av en produksjonsprosess, der filosofien er grunnleggende. Det er dette LC er bygget på.

Lean var i utgangspunktet utviklet for serieproduksjon i faste fabrikklokaler. Arbeidet med å overføre metodene inn i byggebransjen ga noen utfordringer i så henseende. Lauri Koskela forsøkte i sin doktorgradsavhandling i 2000 å formulere en teori for produksjon som også kunne anvendes i byggebransjen (Koskela, An exploration towards a production theory and its application to construction, 2000).

4.5.1 TFV – Teori for produksjon

Lauri Koskela var en viktig bidragsyter i utviklingen av Lean Construction. Han ville undersøke hvordan Lean Production filosofien kunne anvendes og tilpasses byggebransjen. I sin doktorgradsavhandling beskriver Koskela denne implementeringen på en grundig måte (Koskela, An exploration towards a production theory and its application to construction, 2000). Dette utviklet seg til det som er kjent som TFV, som er tre ulike konsepter for produksjon:

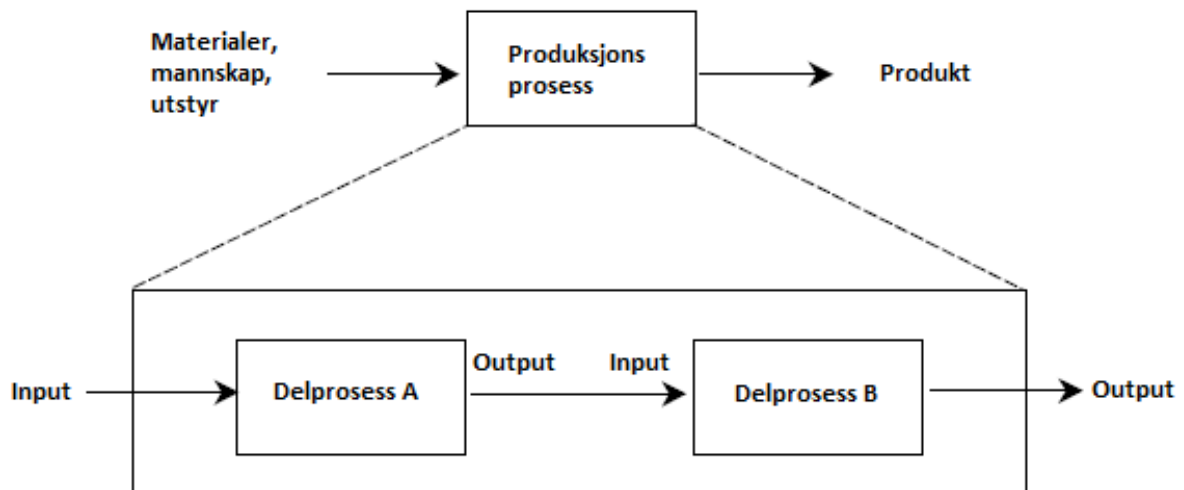
- Transformasjon
- Flyt
- Verdiskapning

Videre forklares disse tre konseptene.

Transformasjon

Selve transformasjonen er en prosess der inputs transformeres til outputs. Transformasjon kan videre deles inn i deltransformasjoner, som består av aktiviteter. Man kan si at en

output i en deltransformasjon blir til input i neste deltransformasjon (Koskela, An exploration towards a production theory and its application to construction, 2000). Produksjonen kan altså deles inn i mindre produksjonseenheter der produktet i hver delproduksjon er input i neste delproduksjon. Dette illustreres i figur 12.



Figur 12: Transformasjon av en produksjonsprosess Fritt etter Koskela (2010)

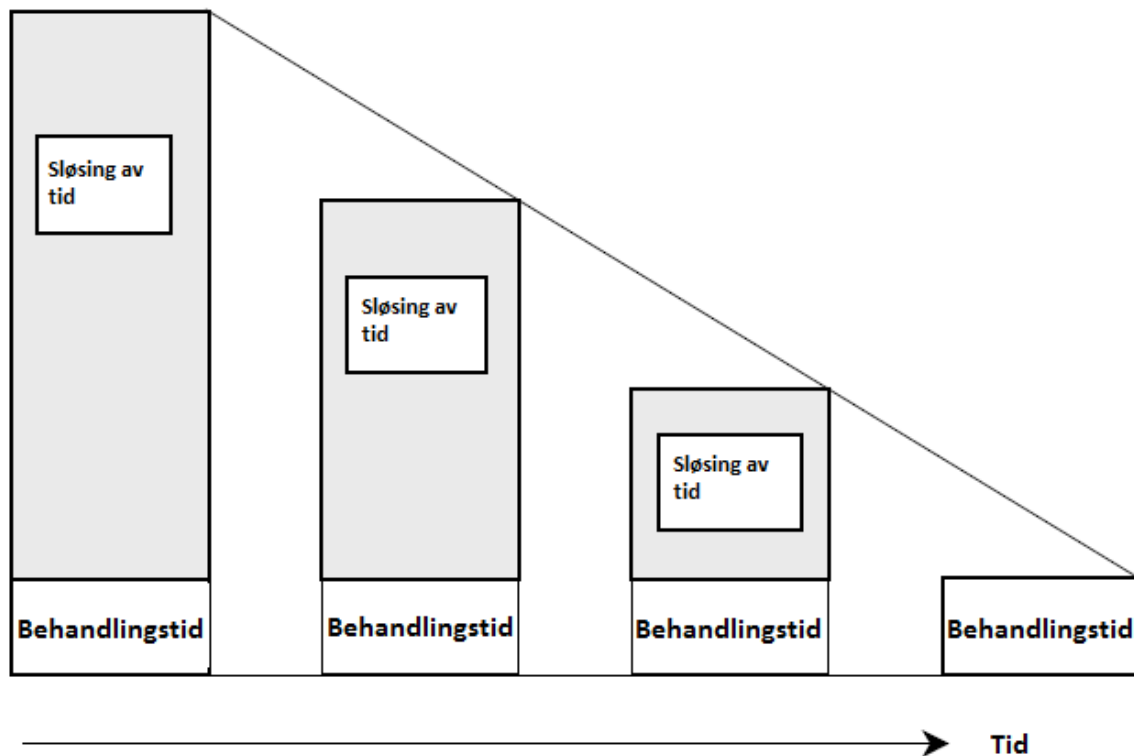
Kostnader kan minimeres ved å minimere kostnadene for hver enkelt delproduksjon Dette er kjernen i transformasjonskonseptet. Koskela (2010) poengterer at det er viktig at alle aktivitetene må være uavhengige av hverandre for å få dette til å stemme, noe som sjeldent er tilfellet. For å sørge for uavhengighet mellom aktivitetene benyttes buffere.

Flyt

Flyt i prosessen betegnes som produktets flyt fra en aktivitet til en annen. Den totale prosessens flyt er avhengig av hvordan råmaterialer beveger seg mot et ferdig produkt (Koskela, An exploration towards a production theory and its application to construction, 2000). De operasjonene som skal sørge for flyt må bestå av verdiskapende aktiviteter, man må altså eliminere sløsing. Her kommer prinsipper som reduksjon i leveringstid og variabilitet inn. Leveringstid forklares på følgende måte:

Leveringstid = behandlingstid + kontrolltid + ventetid + forflytningstid

Reduksjon av leveringstid kan gjøres progressivt, og illustreres som vist i figur 13.



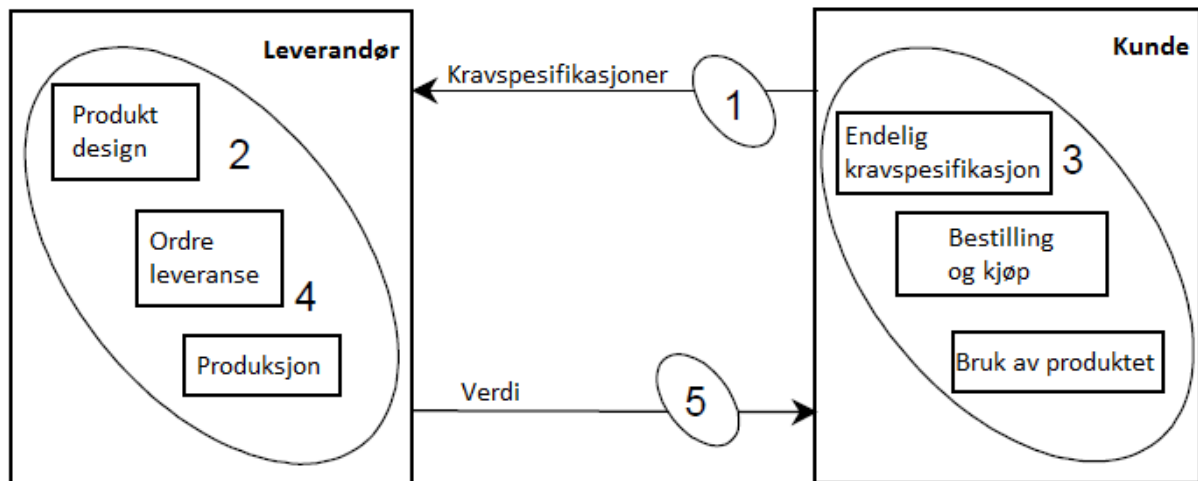
Figur 13: Progressiv reduksjon av leveringstid, fritt etter Koskela (2000)

Koskela trekker frem de samme syv formene for sløsing som Toyota i sitt TPS. I tillegg presenteres 6 prinsipper som skal forbedre flyten i produksjonen:

1. Redusere andelen ikke-verdiskapende aktiviteter
2. Redusere leveringstiden, tiden fra bestilling til leveranse
3. Redusere variasjon i hver arbeidsstasjon
4. Forenkling, som for eksempel å redusere antall deler og sammenkoblinger i produktet
5. Øke fleksibiliteten til arbeiderne
6. Øke gjennomsiktigheten ved å synliggjøre flyten av aktiviteter

Verdiskapning

Definisjonen av verdien av et produkt avhenger av kunden. Det er kundens krav som skal oppfylles, slik at det endelige produktet tilfredsstiller kundens ønske av verdi. Derfor er det viktig at kunden skal være i fokus gjennom alle produksjonsfasene (Koskela, An exploration towards a production theory and its application to construction, 2000). Figur 14 illustrerer hvordan verdisyklusen foregår.



Figur 14: Prinsipp med et verdiskapende konsept, fritt etter Koskela (2000)

Nummereringen i figuren refererer til hvordan syklusen foregår, og forklares på følgende måte (Koskela, An exploration towards a production theory and its application to construction, 2000):

1. **Mottak av kravspesifikasjoner:** Må sørge for at hele kravspesifikasjonen er blitt mottatt og forstått.
2. **Videreformidling av krav under produktdesign og utvikling:** Sikre at alle krav er tilgjengelig og tatt med i alle faser i utviklingen, for å hindre at informasjonen forsvinner under utviklingen.
3. **Endelig kravspesifikasjon:** Sikre at alle krav og ønsker til leveransen er ivaretatt for alle involverte i kundekretsen.
4. **Evnene til produksjonssystemet:** Kontrollere at produksjonssystemet evner å produsere det som er nødvendig.
5. **Verdiskapning:** Sikre ved målinger at verdier er generert for kunden.

Koskela konkluderer med at det er nødvendig å forholde seg til alle produksjonsformene i TFV- tanken. De bør også brukes samtidig (Koskela, An exploration towards a production theory and its application to construction, 2000). TFV-teorien har stått sentralt i utviklingen av Lean Construction, sammen med The Last Planner System™ (LPS™) som ble utviklet av Glenn Ballard og Greg Howell tidlig på 90-tallet.

4.5.2 The Last Planner System™

Byggeprosjekter krever planlegging og kontroll, som blir gjort av forskjellige personer på forskjellige steder i organisasjonen og til forskjellige tider i et prosjekt. Planlegging som skjer høyt opp i et hierarki har en tendens til å fokusere på globale mål og begrensninger. Planleggingen og arbeidet har som oftest blitt utført deretter. Man kan si at planene er basert på hvordan arbeidet ideelt bør utføres. Oppgaven som skal utføres settes på planen på en gitt dato og forutsettes derfor utført til oppsatt dato (Ballard G. , 2000). Dessverre så

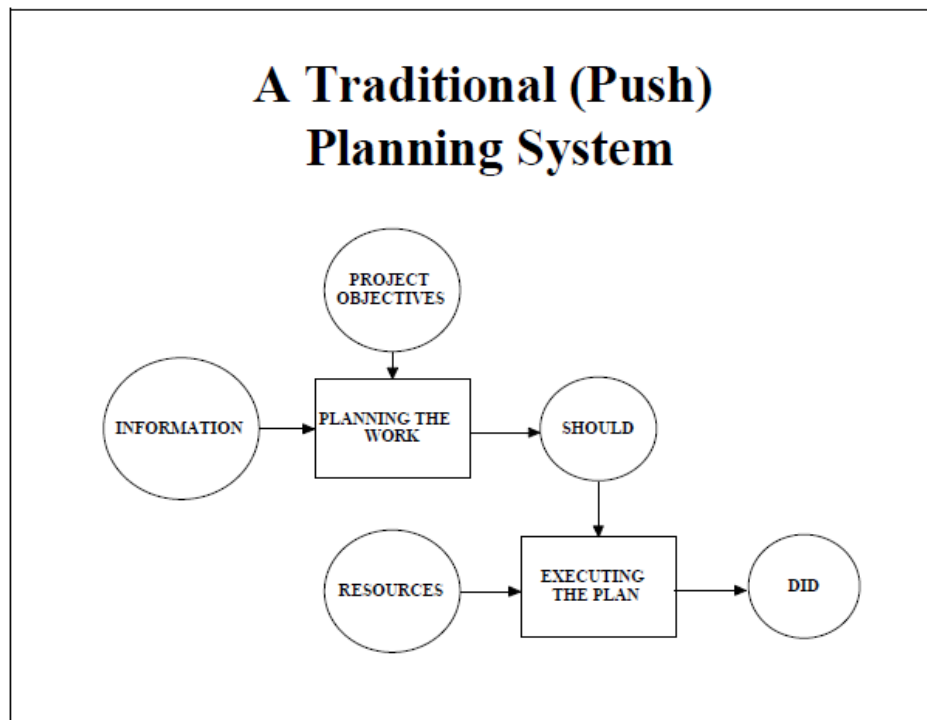
fungerer ikke systemer i den grad som er nødvendig for at slike planer skal kunne gjennomføres. Det er alt for mye uforutsett i byggeprosjekter til at ideelle planer kan la seg gjennomføre knirkefritt. Det er stor variasjon i hvor lang tid aktiviteter tar, selv om de kan se ut til å være like operasjoner. Den beste planleggingen gjøres derfor ikke av de på toppen av hierarkiet og ikke på et tidlig stadium i prosjektet. Planlegging bør gjøres av de som kjenner best til arbeidsoppgavene og de som skal utføre arbeidet. Det er her Last Planner System™(LPS™) kommer inn. LPS™, eller "siste planlegger", er personer lengre ned i hierarkiet som har kjennskap til både den fysiske og mentale utførelsen. I LPS™ opereres det med baser som siste planlegger(Andersen, 2012).

LPS™ er en arbeidsmetode, eller et verktøy, som er en del av Lean Construction. Hensikten med LPS™ er på lik linje med LC å øke produktiviteten i en produksjonsprosess. LPS™ ble som sagt utviklet av Glenn Ballard og Greg Howell tidlig på 90-tallet og patentert av deres organisasjon "Lean Construction Institute". LPS™ er en form for aktivitetsbasert metode, som vil bli beskrevet i neste underavsnitt.

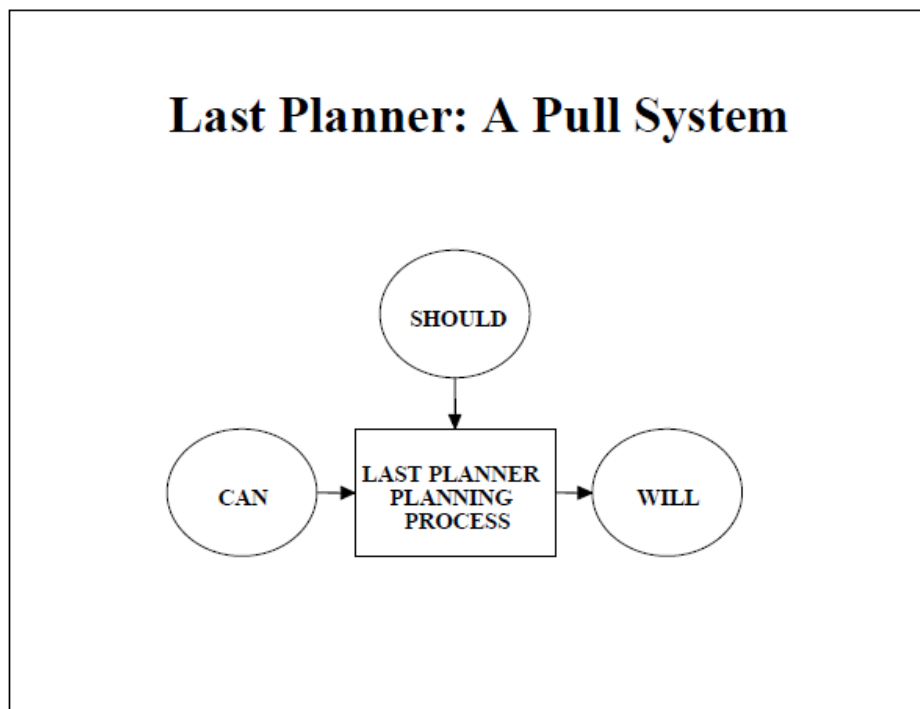
LPS™ utsetter produksjonsplanlegging til et så sent tidspunkt som praktisk mulig i prosessen. Da får man lagt planene så tett på operasjonene som mulig, både fysisk, mentalt og organisatorisk (Ballard G. , 2000). Hindringer er vanskelig, om ikke umulig, å forutse tidlig i planleggingen. Det er derfor den mer detaljerte planleggingen blir lagt så tett inntil den praktiske gjennomføringen når man har en bedre oversikt over det arbeidet som allerede er utført. På denne måten skaper man bedre flyt i prosessen, fordi uforutsette hendelser ikke vil inntreffe i like stor grad som ved "tradisjonell planlegging". Ballard beskrev derfor syv forutsetninger som må være til stede for å hindre uforutsette hendelser i å oppstå under utførelse av en arbeidsoperasjon:

1. Forutgående arbeid skal være utført
2. Nødvendig informasjon må være tilgjengelig
3. Mannskap med riktig kompetanse må være tilgjengelig
4. Materialer må være på plass
5. Utstyr skal være tilgjengelig
6. Arbeidsplassen skal være tilgjengelig og ryddet
7. De ytre forholdene må være i orden i form av vær, godkjenninger m.m.

Dersom noen av disse forutsetningene ikke er til stede kan det hindre en aktivitet i å bli utført. Det kan videre forklares at flere av disse forutsetningene kan trekkes inn når det er behov for dem. Materialer, utstyr, informasjon og mannskap er ressurser man ikke trenger før aktiviteten skal gjennomføres. LPS™ er med andre ord et pull-system. Hva det innebærer er beskrevet i delkapittel 3.4.3, men kan raskt nevnes at man henter inn de nødvendige resursene når man først trenger dem og i riktig mengde. For å vise forskjellen på et tradisjonelt planleggingssystem og planlegging ved bruk av LPS™ kan man se på figurene 15 og 16.



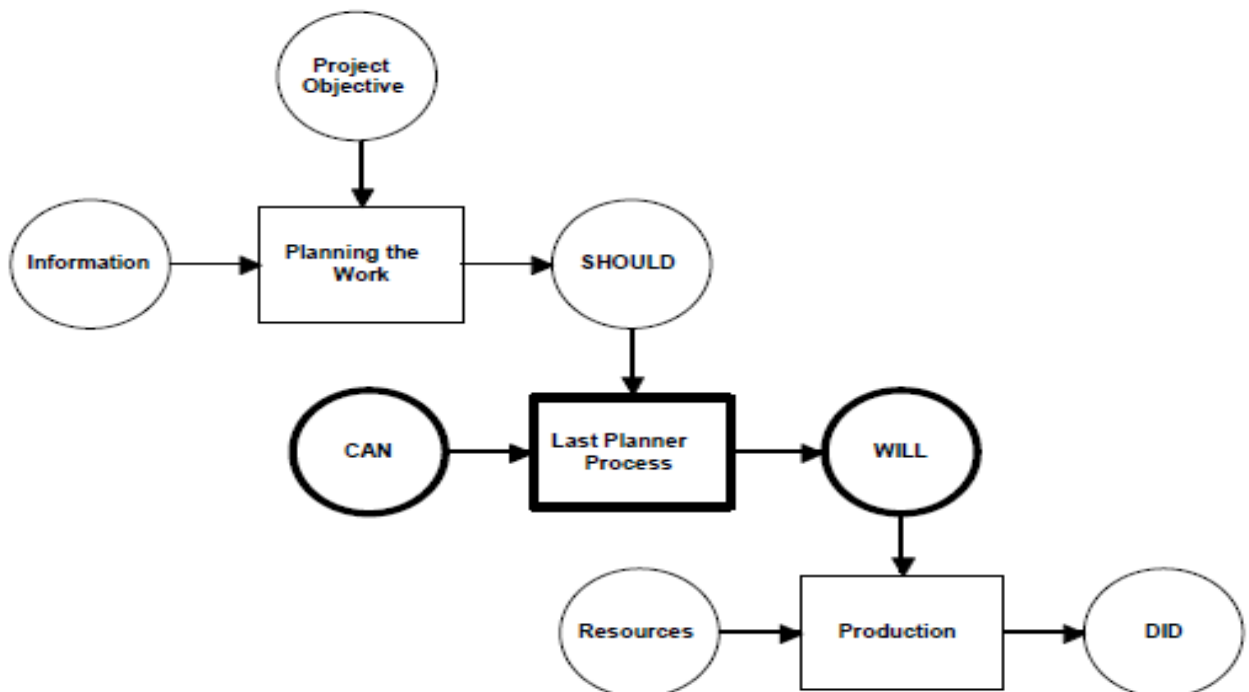
Figur 15: Tradisjonelt planleggingsystem (Ballard G. , 2000)



Figur 16: Last Planner System™ (Ballard G. , 2000)

Som figurene viser, utføres planleggingen mye tidligere i et tradisjonelt planleggingsystem enn hva det gjør ved LPS™. Utførelsen gjøres i henhold til planen med de ressurser som er tilgjengelige (Ballard G. , 2000). Man skal produsere gjøremål, noe som innebærer at både tid og ressurser skal være tilgjengelige når gjøremålet skal utføres.

To viktige prinsipper i LPS™ er flyt og kontroll. For å ivareta disse prinsippene utføres det produksjonsenhetskontroll og arbeidsflytkontroll. Produksjonsenhetskontroll fokuserer på progressiv forbedring av oppgavene til arbeiderne gjennom kontinuerlig læring og forbedring. Kontrollen skal koordinere arbeidsutførelsen innad i arbeidslagene. Arbeidsflytkontrollen skal koordinere arbeidsflyten mellom arbeidslagene. Dette for å sørge for flyt gjennom riktig sekvensering av gjøremålene for de ulike arbeidslagene (Ballard G. , 2000). Denne sekvenseringen og planleggingen kalles "lookahead" og er viktig for å omsette hovedplanen til det praktiske gjøremål. Det er derfor viktig at det er samsvar mellom arbeidsflyt og kapasitet ("should" og "can"). Lookahead- planen vil legge føringer for eventuelle endringer i hovedplanen. For å få en illustrasjon på hvordan LPS™ fungerer i sin helhet kan man se på figur 17.



Figur 17: LPS™ implementert i planleggingsystemet (Ballard G. , 2000)

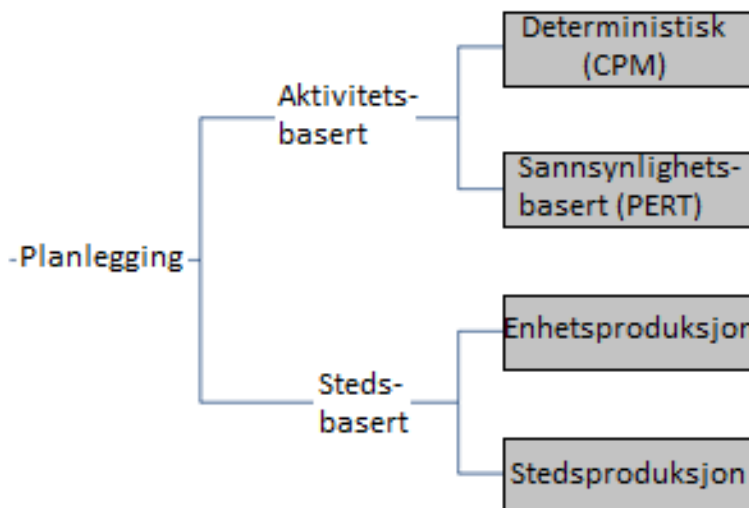
Man ser at LPS™ kommer inn etter hovedplanleggingen, justerer utførelse i forhold til status og deretter ser hva som ble gjort. Dette rapporteres tilbake til hovedplanen, som deretter må oppdatere status med i forhold til det arbeidet som faktisk er gjort.

4.5.3 Aktivitetsbasert metode og stedsbasert metode

Det er mange begreper og metoder rundt produksjonsplanlegging, der det er repeterbare, lineære sammenhenger mellom aktivitetene. Sammenhengene kan være vertikale eller horisontale i hierarkiet. Produksjonsplanleggingen knytter enhetsproduksjon av et element mot tidsbruk (Kenley & Seppänen, 2010). Med bakgrunn i disse tankene bruker Kenley og

Seppänen en terminologi for å forsøke å fange opp alle elementer, verktøy og metoder inn under en produksjonsrettet metode, stedsbasert ledelse i byggeprosjekter.

Når det gjelder type produksjonsplanlegging i byggeprosjekter skiller man mellom aktivitetsbasert ledelse og stedsbasert ledelse, kjent som "activity-based management" og "location-based management" på engelsk. Aktivitetsbasert er den tradisjonelle måten å styre produksjonen på, der aktivitetene legger føringer for når og hvordan ting skal utføres. Dette gjenspeiles i den tradisjonelle framdriftsplanen, der framdriften fokuseres mot de enkelte aktiviteter. I stedsbasert planlegging tar utgangspunkt i de forskjellige områder produksjonen foregår i. Man planlegger hvem som skal arbeide der til en gitt tid, og hvilke oppgaver som skal utføres i dette tidsrommet. Dette gjenspeiles i en framdriftsplan som fokuserer på de repeterbare aktivitetene i de forskjellige områdene, og man får en mer homogen framdriftsplan. I figur 18 vises en inndeling av de to modellene.



Figur 18: Inndeling av produksjonsplanleggingsmodell (Kenley & Seppänen, 2009)

Man ser av figuren at aktivitetsbasert produksjonsplanlegging deles inn i deterministisk(CPM) – og sannsynlighetsbasert(PERT) planlegging. Stedsbasert produksjonsplanlegging deles inn i enhetsproduksjon og stedsproduksjon.

Aktivitetsbasert metode

Tanken bak aktivitetsbasert metode er blant annet å finne de kritiske aktiviteter og kritiske veier i prosjektet. LPS™ er tidligere beskrevet som en aktivitetsbasert metode. Kritiske aktiviteter defineres som de aktiviteter i et prosjekt med minst flyt, det vil si ingenting å gå på når det gjelder forsinkelser (NSP, u.å.). En kritisk vei betyr at alle aktiviteter i den kritiske veien har null flyt (Hussein, 2011). Om det er forsinkelser av en aktivitet som ligger i den kritiske veien, kan dette føre til forsinkelser i hele prosjektet.

Critical Path Method (CPM) er en teknikk man bruker i aktivitetsbasert produksjon for å planlegge prosesser (Rouse, 2011). Ved en slik deterministisk metode defineres kritiske og ikke-kritiske oppgaver. På den måten får man kartlagt tidsklemmer og flaskehalsen i prosjektet. Ved for eksempel å lage et flytskjema vil man visualisere dette på en god måte.

En sannsynlighetsbasert tilnærming, Program Evaluation Review Technique (PERT), er en annen metode innen aktivitetsbasert produksjonsplanleggingsmodell. Et PERT-diagram brukes til å planlegge, organisere og koordinere produksjonen (Business Dictionary, u.å.). PERT bryter også prosjektet ned til hendelser og aktiviteter. Disse settes i den riktige rekkefølgen, med riktig varighet og sammenkoblinger. Kritiske veier blir dermed åpenbart gjennom kartet/diagrammet. Forsinkelser langs den kritiske veien vil da føre til forsinkelser videre i linjen. PERT er et planleggingsverktøy som hjelper med å få oversikt over produksjonen som er planlagt, og ikke et verktøy som viser den beste eller korteste veien for å fullføre prosjektet.

Hvis fokuset er å beregne minimumstid for et helt produksjonsnettverk, er den deterministiske metoden mest hensiktsmessig. Er derimot fokuset rettet mot sannsynlighet og risiko for å kunne ivareta milepæler og tidsfrister, er den sannsynlighetsbaserte PERT metoden å foretrekke. CPM er en metode som er godt egnet ved kontroll av tid og kostnad når operasjonene og tidsestimatet for hver aktivitet er kjent. (Business Dictionary, u.å.).

Stedsbasert metode

Stedsbasert planlegging er en alternativ metode som er basert på å følge kontinuiteten til arbeiderne ute i produksjonsprosessen. Denne metoden har røtter tilbake til tidlig 1900-tallet. Teknikken ble brukt som produksjonsledelsessystem så tidlig som i 1929 under byggingen av Empire State Building (Kenley & Seppänen, 2010). Teknikken er sterkt grunnfestet i kontinuerlige, generelle produksjonssystemer, men har ikke vært like utbredt i byggeindustrien, til tross for flere studier og undersøkelser på dette området både på 60-70-tallet og nå i den senere tid som viser gode resultater.

Fokuset i stedsbasert planlegging er rettet mot forflytningen av ressurser gjennom lokasjonene eller stedene i et byggeprosjekt. Det reelle fokuset bør ligge på de forskjellige oppgavene som skal utføres, som er et sett med felles aktiviteter som foregår flere steder i produksjonen. Metodene som stedsbasert planlegging omfavner kan inneholde repeterbare aktiviteter (Kenley & Seppänen, 2009). De mener allikevel at ved å ha for mye fokus på det repeterbare vil det ligne på den aktivitetsbaserte tenkemåten. Man kunne egentlig kalle den stedsbaserte tilnærmingen for oppgavebaserte metoder, der oppgavene repeteres på de forskjellige stedene rundt om i produksjonen. Metoden kalles imidlertid stedsbasert for ikke å blande den sammen med aktivitetsbasert metode.

Ved bruk av den stedsbaserte metoden kan prosjektet visualiseres ved å sette de forskjellige aktivitetene sammen til en hel «oppgave» som representerer samlingen av aktiviteter som

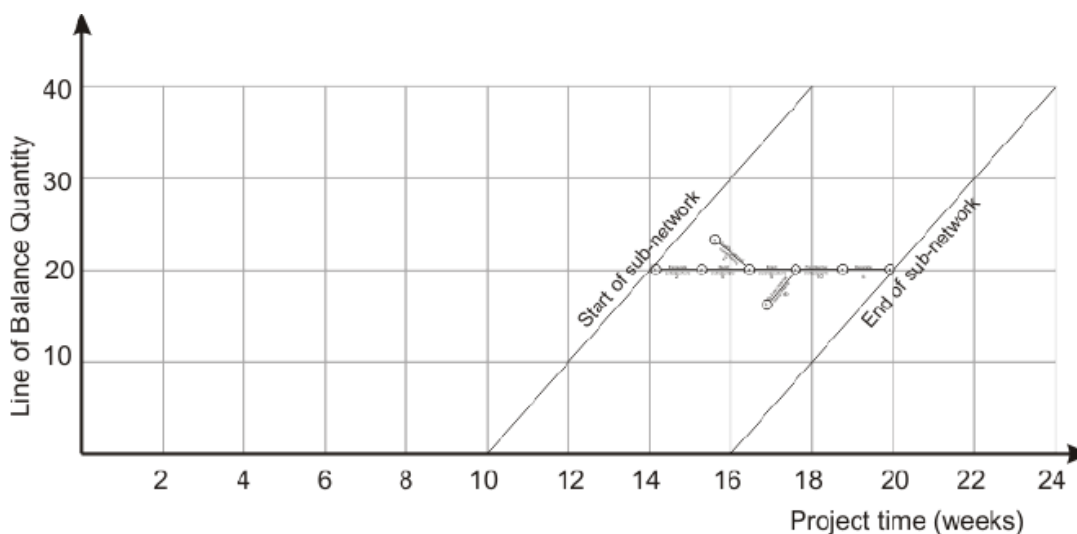
skal foregå i de inndelte lokasjonene (Kenley & Seppänen, 2009). Stedsbasert planlegging omfatter alle relasjoner både internt i hver enkelt oppgave og mellom de forskjellige oppgavene. Planleggingen utføres med fokus på oppgaver og lokasjoner og hvordan relasjonene mellom de forskjellige leddene i produksjonen kan bli sterkere. Det gir metodikken større kraft og fleksibilitet for byggeprosjekter.

Det er to underkategorier av den stedsbaserte metoden (Kenley & Seppänen, 2010):

- **Enhetsproduksjon:** I enhetsproduksjon fokuseres det på repeterbare aktiviteter og deles inn i produksjon som har en relasjon til hverandre.
- **Stedsproduksjon:** I stedsproduksjon er fokuset på inndelingen av produksjonsområdene og bevegelsen av ressurser gjennom disse områdene framfor repeterbare aktiviteter.

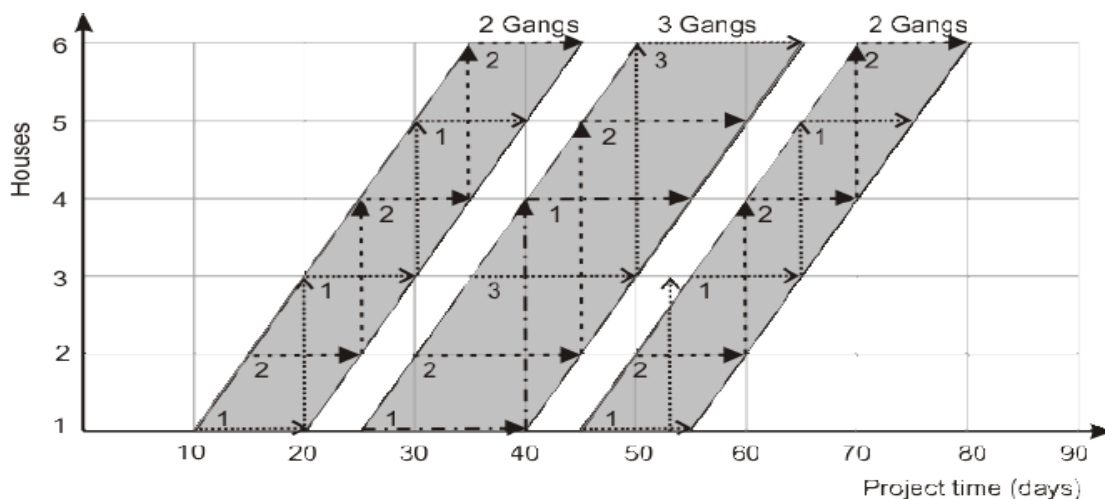
Enhetsproduksjon

En av underkategoriene til stedsbasert ledelse er enhetsproduksjon. Her er fokuset rettet mot en kontinuerlig fullføring av repeterbare enheter. Enhetsproduksjon er vanlig i lineære prosjekt eller fabrikkproduksjon (Kenley & Seppänen, 2010). Metoden illustreres i figur 19, der vi ser en skrålinje ved oppstart av repeterbare aktiviteter og en skrålinje ved komplettering.



Figur 19: Balanselinje med oppstarts- og ferdigstillelselinje (Kenley & Seppänen, 2010)

Individuelle enheter som ikke har sammenheng med hverandre, har egne balanselinjer og er vist i figur 20.

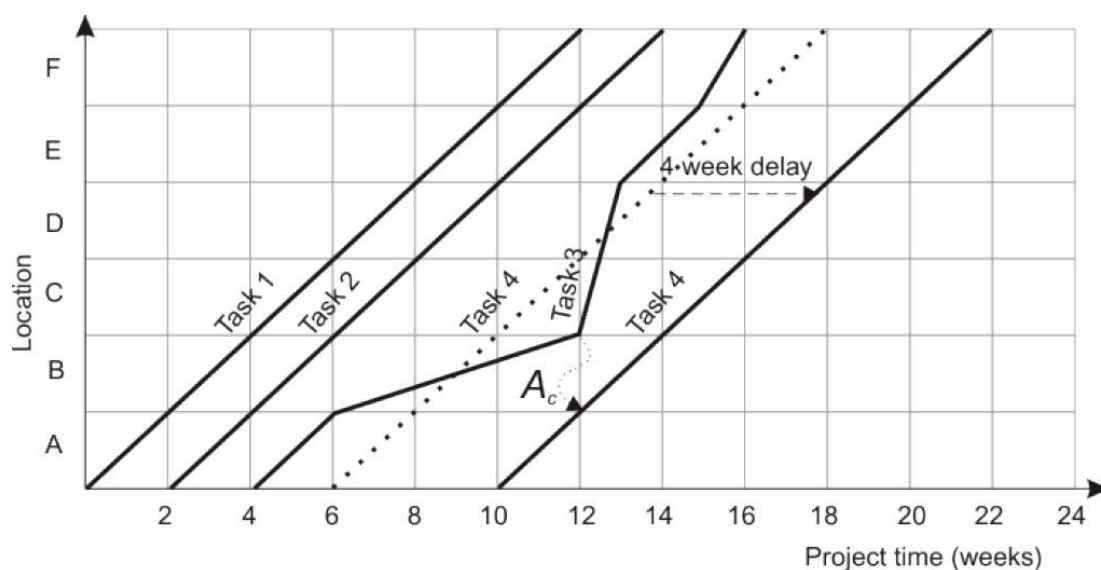


Figur 20: Balansert produksjon med tre forskjellige oppgaver (Kenley & Seppänen, 2010)

Nøkkelen her er produksjonsraten til balanselinjene. Ved å balansere de forskjellige produksjonsrater for de forskjellige prosessene, vil man kunne bruke buffere for å kunne imøtekomme variabilitet. Man kan sette på ulikt antall arbeidere på hver aktivitet for å sørge for at de har samme fremdrift og ikke forsinker den totale fremdriften. De forskjellige pilene på figuren illustrerer forskjellige arbeidslag og hvordan de arbeider; først ved å bevege seg horisontalt før de går videre i produksjonslinjen ved å bevege seg vertikalt, før man begynner med neste oppgave.

Stedsproduksjon

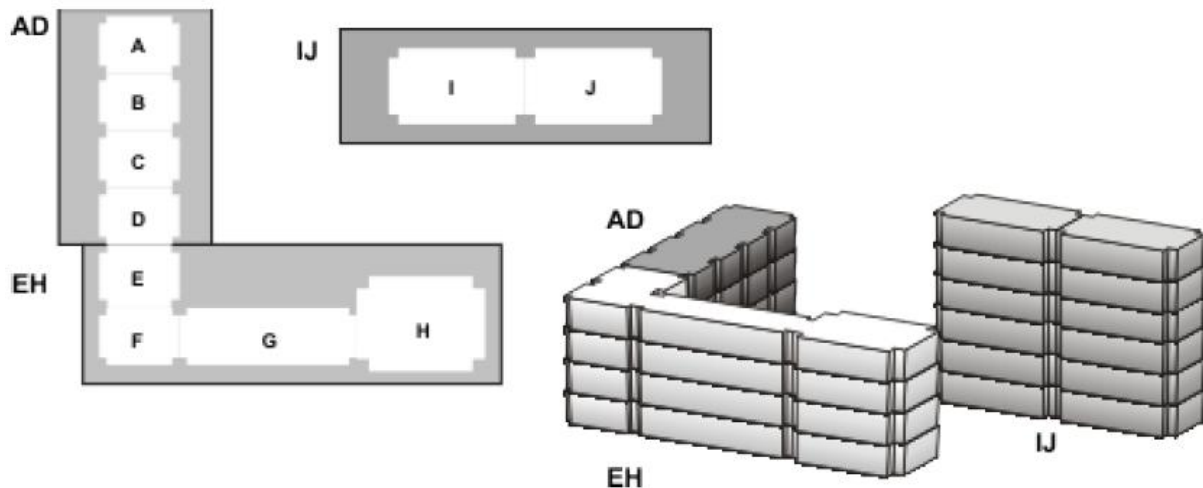
Med stedsproduksjon legges det vekt på utførelsen av arbeidet innen lokasjonen og hastigheten på de enkelte arbeidenes komplettering (Kenley & Seppänen, 2009). En slik framstilling er vist i figur 21, og viser flyten til fire planlagte, balanserte oppgaver.



Figur 21: Flytlinjer til fire planlagte oppgaver (Kenley & Seppänen, 2010)

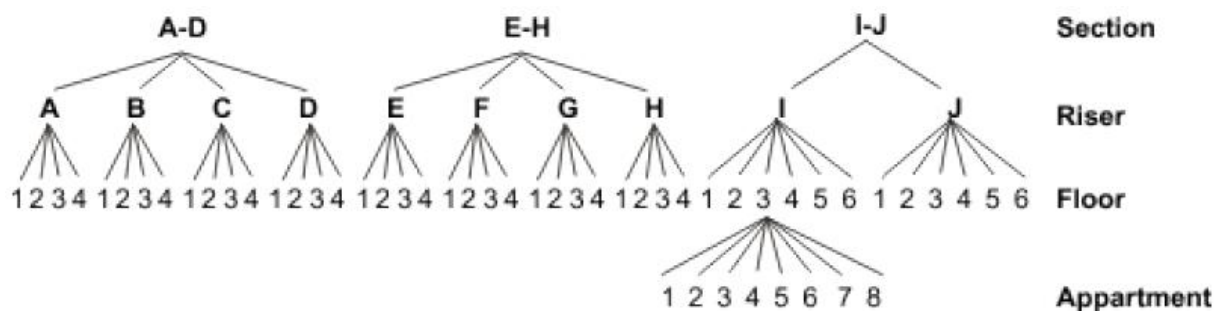
Av forrige figur ser man at når oppgave 1 er ferdig på lokasjon A, starter oppgave 2 på lokasjon A, mens oppgave 1 fortsetter videre til lokasjon B. Man kan også se konsekvensene av at oppgave 3 blir forsinket på lokasjon. Oppgave 4 blir forsinket med 4 uker i denne framstillingen.

Hovedtanken i stedsproduksjon er inndelingen i individuelle lokasjoner, og fokuset på produksjonen for hver enkelt inndeling. Filosofien ligger i å la ressursene strømme gjennom produksjonslokasjonene, og ivareta variabilitet ved å bruke buffere. Man setter opp et hierarkisk Lokasjon Nedbrytnings Struktur (LNS), eller Location Breakdown Structure som det heter på engelsk (LBS), for å framstille den reelle situasjonen for hver enkelt lokasjon og de inndelingene som er mest hensiktsmessig å bruke (Kenley & Seppänen, 2010). LNS relateres til det fysiske bygget som vist i figurene 22 og 23.



Figur 22: Prosjektlayout for utarbeidelse av LNS (Kenley & Seppänen, 2010)

Som man ser av figurene blir bygget først delt inn i områder. Deretter er hvert område delt inn i oppganger, som igjen er delt inn i hver etasje og til slutt i leiligheter. En spesifikk lokasjon kan derfor være leilighet 1 i etasje 3, i oppgang G i område E-H.



Figur 23: LNS utarbeidet fra det fysiske bygget (Kenley & Seppänen, 2010)

Lokasjonenes inndeling kan gjøres på flere måter, men poenget er å oppnå en god flyt. Dette kan gjøres enten ved å dele inn lokasjonene ut ifra areal eller kompleksitet.

Opgavene kan organiseres på følgende måte (Kenley & Seppänen, 2009):

- **Standardiserte produksjonsdata** som viser oppgavens standard behov for mannskap og ressurser. Dette utgjør basisen for ressursplanleggingen i prosjektet.
- **Planlagt og faktisk ressursbehov** skal vise hva hver enkelt oppgave krever.
- **Mannskap:** Sammensetningen og antallet arbeidere for de enkelte utførelsene som skal gjennomføres.
- **Logiske føringer** som følge av sammenhenger mellom og nødvendig rekkefølge av utførelser for de ulike oppgaver.
- **Forutsetninger for produksjonen** som for eksempel innkjøp, prioriterte rekkefølger og materialforsyninger.
- **Ytelser og prognoser:** Tidligere ytelser for oppgaver registreres og brukes til å anslå den framtidige ytelse for denne type arbeid.

Variasjonen i de forskjellige inndelingsområdene vil være mer tydelig i byggeprosjekt enn om man skulle sammenligne med en produksjonslinje på en fabrikk. Noen oppgaver er repeterbare i flere lokasjoner, men alle er ikke det. Antallet nødvendige oppgaver vil også variere fra sted til sted (Kenley & Seppänen, 2010). Prosjektet kan beskrives som en serie med fysiske lokasjoner med arbeid av forskjellige typer og kvalitet som skal fullføres.

Begrepet stedsbasert planlegging brukes både om enhetsproduksjon og stedsproduksjon fordi man i begge tilfellene administrerer ressursene gjennom kontinuerlig produksjon fremfor diskrete aktiviteter (Kenley & Seppänen, 2010). Allikevel er jo de enkelte oppgavene delt inn i de forskjellige sonene slik at selv om man kan se på arbeidet som utføres som en kontinuerlig prosess, så består det i realiteten av separate, overlappende oppgaver som løses individuelt.

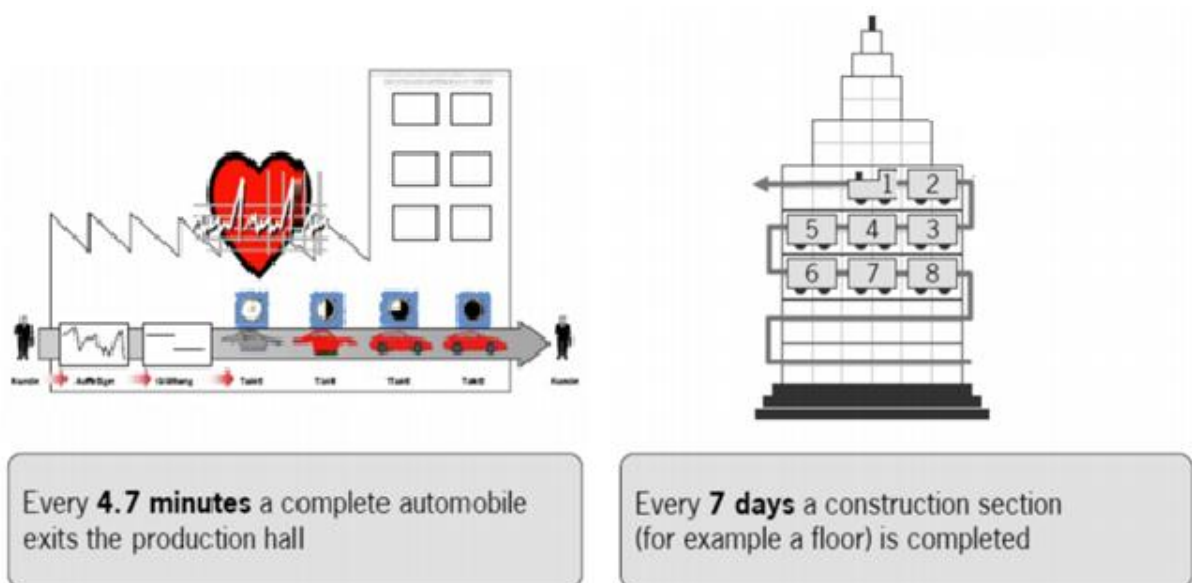
4.6 Porsche Takt



Figur 24: Porsche Consulting, utviklerne av Porsche Takt (Porsche Consulting, 2011a) (Skaret, 2012)

Porsche Takt er en gjennomføringsmodell, utviklet av Porsche Consulting, som forsøker å overføre tanken bak samlebåndsproduksjon inn i byggebransjen (Andersen, Organisering av prosjekterings- og byggeprosessen, 2012). Grunnelementene i Porsche Takt stammer fra Takt Time Planning fra JIT- delen av Toyota Production System og fra Lean- filosofien.

Porsche takt har sine grunnelementer adoptert fra TPS, men har overført den stasjonære industrien fra samlebåndet over til byggebransjen. En av forskjellene på bilproduksjon og byggeprosjekt er hva som «strømmer gjennom» prosessen. På en bilfabrikk er det bilen, objektet, som strømmer gjennom arbeidsstasjoner der arbeiderne, subjektet, utfører sine oppgaver. På en byggeplass er det subjektet, arbeidsteamene, som strømmer gjennom de ulike arbeidsstasjoner og gjennomfører sitt arbeid (Andersen, Organisering av prosjekterings- og byggeprosessen, 2012). Figur 25 viser forskjellen på takt i bilindustrien og i byggebransjen.



Figur 25: Takt i bilindustri og byggeindustri (Porsche Consulting, 2011b)

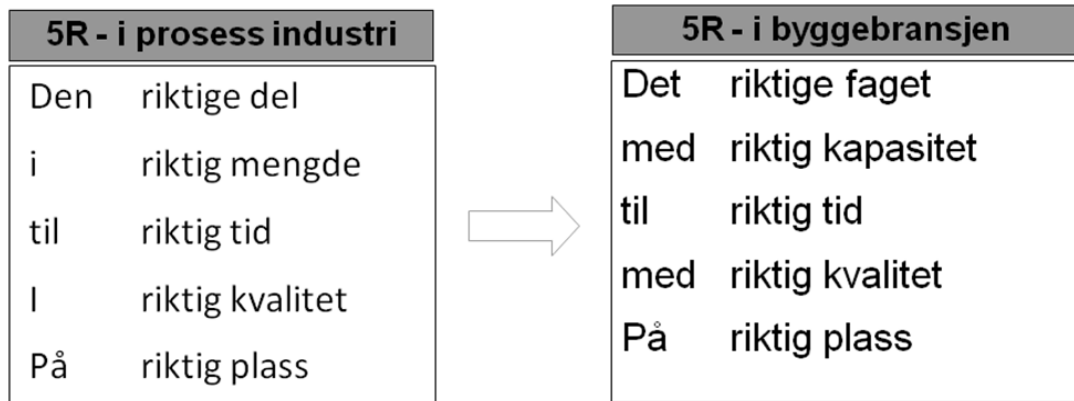
Som figuren viser, produseres en Porsche med en samlebåndstakt på 4,7 minutter/arbeidsoperasjon. Det er tiden det tar å gjennomføre den mest arbeidskrevende operasjonen (Skaret, 2012). På den måten tar det altså 4,7 minutter før en Porsche er komplettert på samlebåndet. For Porsche Takt i byggebransjen kan takttiden være for eksempel på en uke, altså en uke på fullførelsen av en aktivitet i et kontrollområde.

Porsches taktprinsipp visualiserer byggeprosessen som et eller flere tog gjennom bygget. Hver enkelt arbeidsoperasjon symboliseres med togvognene som etterfølger hverandre. Dette forutsetter at man har delt inn bygget i kontrollområder som hvert enkelt togvogn skal innom når produksjonstoget går. Normalt sett deler man inn en vogn slik at den inneholder bare en aktivitet og ett fagområde. I taktplanlegging organiseres rekkefølgen av vognene/fagene på en logisk måte (Andersen, Organisering av prosjekterings- og byggeprosessen, 2012).

Målet med Porsche Takt er blant annet (Skaret, 2012):

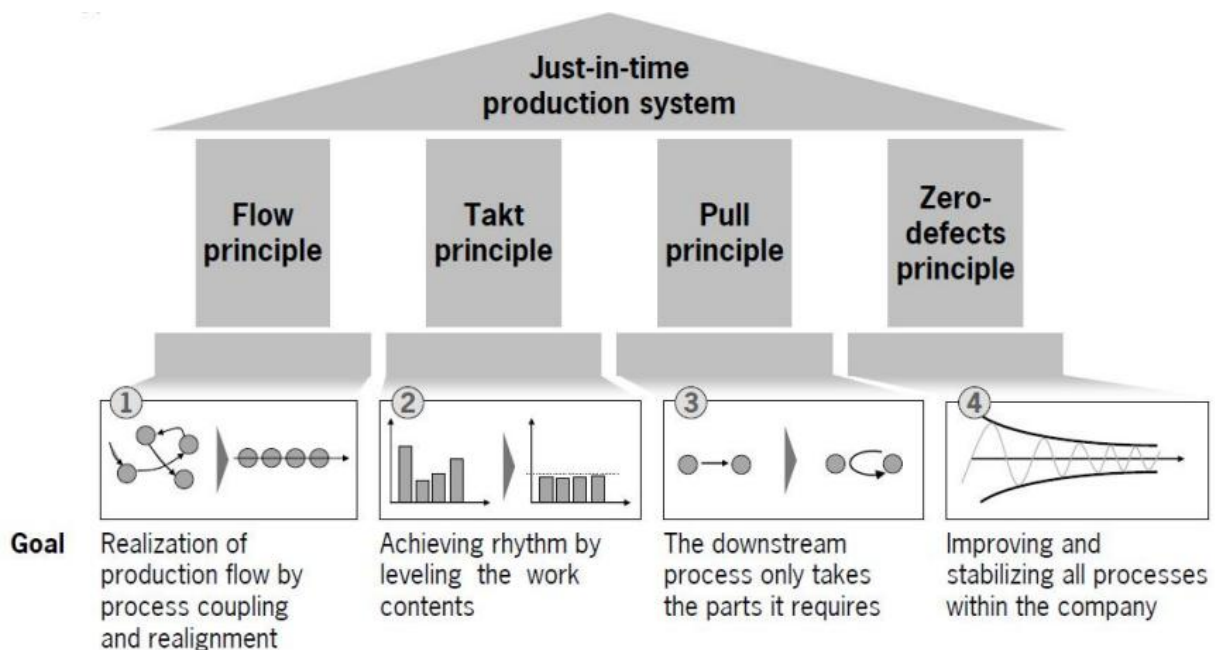
- Fjerne forsinkelser i byggeprosessen/ sløsing med tiden.
- Få bedre kontroll på framdriften.
- Oppnå bedre kvalitet.
- Unngå ombygging.

Dette gjøres ved å ha fokus på 5R som Porsche kaller det. De 5R'ene er vist i figur 26.



Figur 26: 5R (Skaret, 2012)

Porsche Takt bygger sin teori på lean-tankegangen for å fjerne «waste» og øke verdien på produktet for kunden (Andersen, Organisering av prosjekterings- og byggeprosessen, 2012). De fire grunnprinsippene som teorien bygges på er også det som danner grunnlaget for et JIT-produksjonssystem, og er vist i figur 27.



Figur 27: De fire grunnprinsipper som Porsche Takt bygger på (Porsche Consulting, 2011a)

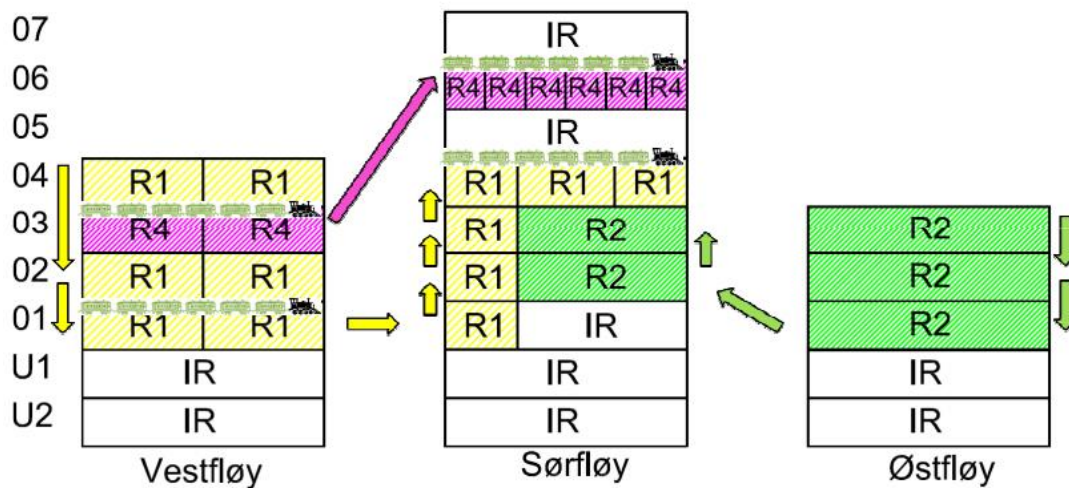
Flytprinsippet

Realiseringen av produksjonsflyten skjer gjennom seksjoneringer av noenlunde like kontrollområder og likt arbeidsinnhold. I tillegg bør kompleksiteten være tilnærmet det samme for hele toget. Kontrollområdene bør enten ligge nær hverandre, eller ligge på en sann måte at flyten blir best mulig. Ved å dele inn i flere tog, og deretter fordele de kontrollområdene som er like til de forskjellige togene, vil man få en god flyt. Figur 28 viser et eksempel på inndeling av kontrollområder. Koblingene er tette med kortest mulig intervall mellom aktivitetene (Andersen, Organisering av prosjekterings- og byggeprosessen, 2012).



Figur 28: Inndeling av kontrollområder (Skaret, 2012)

De seksjoner som ikke ligner på hverandre, eller ikke er repeterbare, må kartlegges. I et byggeprosjekt er det ikke alle seksjoner man kan legge inn i et slikt taktsystem, og disse må tydeliggjøres. Et eksempel på dette, samt inndelingen av forskjellige tog er vist i figur 29. Her ser man at togene er nødt til å bevege seg fra fløy til fløy og fra etasje til etasje for å gjennomføre like arbeidsoperasjoner. Samtidig ser man at ikke alle områdene er delt inn taktsystemet. Områder som er repeterbare er merket med indeks R, ikke repeterbare merket med IR.

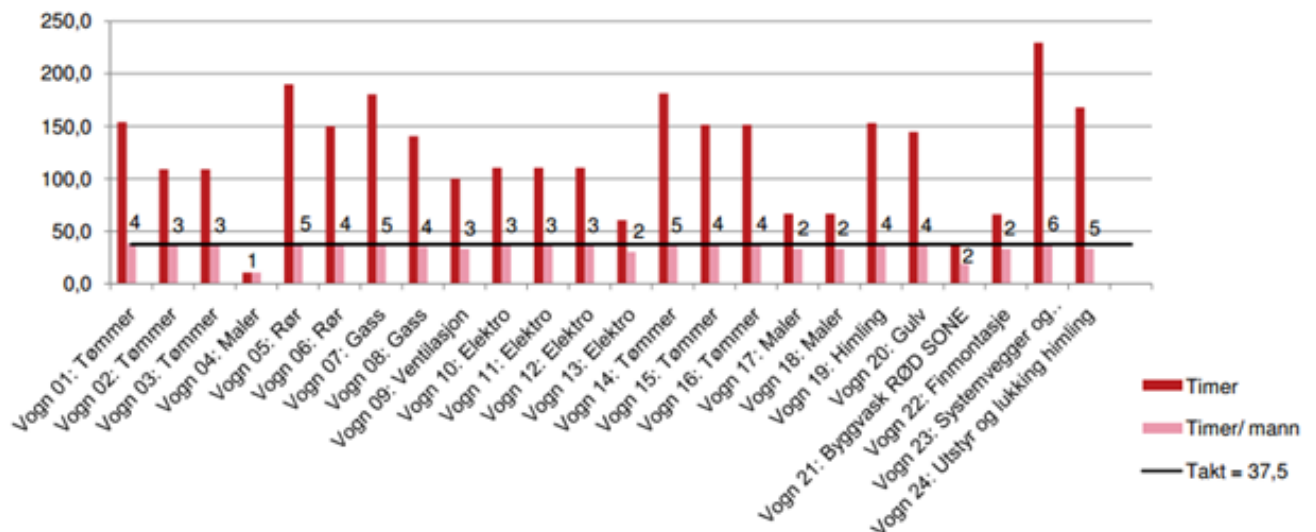


Figur 29: Eksempel på inndeling og definering av områder, samt toginndeling (Skaret, 2012)

Taktprinsippet

Man justerer arbeidsinnholdet for hvert fag slik at de holder samme takt ved å bemanne fagene på en sånn måte at toget kan gå jevnt hele veien i produksjonen (Andersen, Organisering av prosjekterings- og byggeprosessen, 2012). Justering gjøres i form av bemanningen i hver enkelt vogn. Figur 30 viser hvordan en setter takten for et tog.

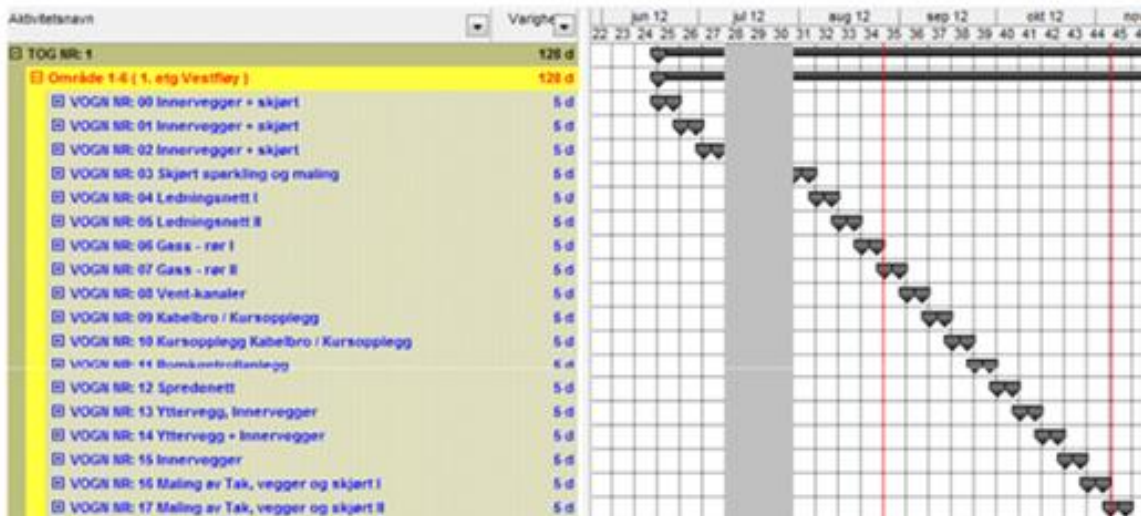
Fast takt for toget



Figur 30: Eksempel på justering av Takt (Skaret, 2012)

Når man har en fast takt på toget, vil framdriftsplanen se helt annerledes ut enn det man vanligvis forventer av en framdriftsplan. Vanligvis er disse aktivitetsbasert, og har dermed store forskjeller på lengden av hver enkelt aktivitet. Figur 31 viser hvordan en framdriftsplan

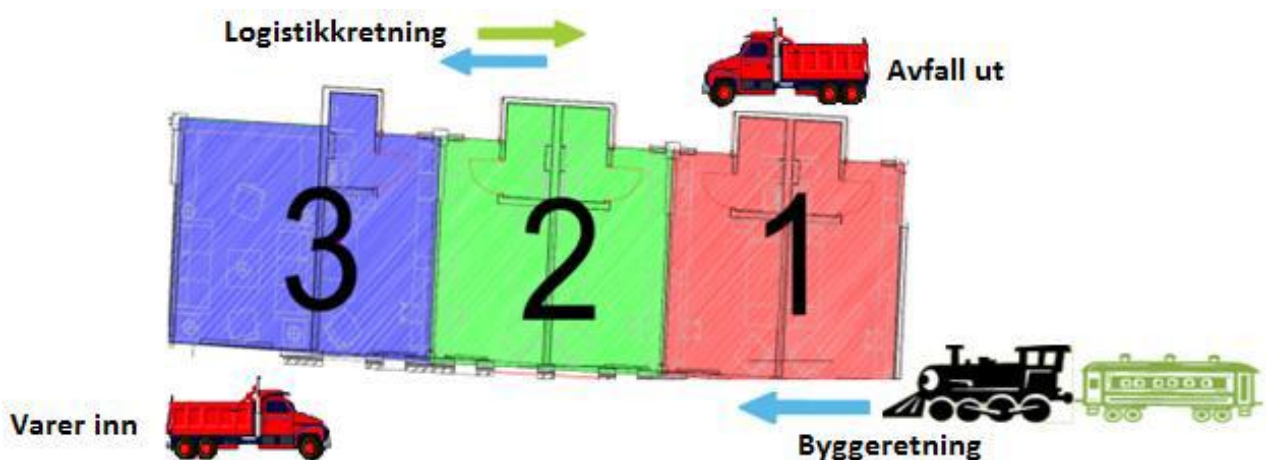
for et togsett i Porsche Takt ser ut. Poenget med denne figuren er å vise at lengden på hver aktivitet er lik.



Figur 31: Framdriftsplan etter Porsche Takt (Skaret, 2012)

Pull- prinsippet

Pull- prinsippet gjør seg gjeldende ved at ferdigstillingen av hvert fag i et kontrollområde utgjør signalet for at neste vogn kan starte opp der. Det betyr også at de nødvendige ressurser til neste faggruppe kommer inn til arbeidsområdet. Pull- prinsippet brukes også med tanke på logistikken i produksjonsprosessen. Ved å bygge seg ut av bygget blir det god flyt. På den måten vil også logistikkfronten møte byggefronten (Skaret, 2012). Dette forklares enklere ved å si at den første arbeidsoperasjonen starter lengre unna transportområdet enn den siste arbeidsoperasjonen. Varer og andre ressurser som trengs blir transportert inn til kontrollområdet, og avfall blir tatt med ut igjen på samme turen. Figur 32 viser hvordan pull- prinsippet fungerer.

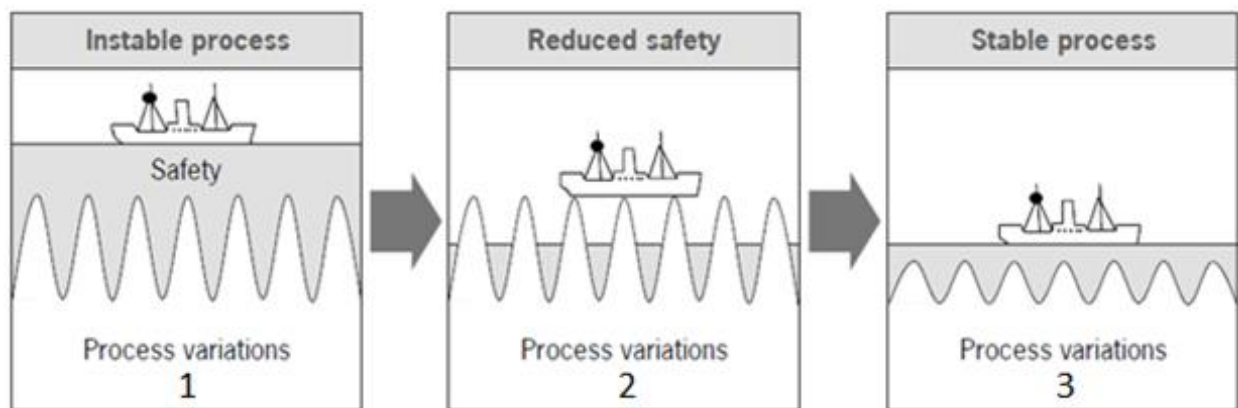


Figur 32: Byggeretning og logistikk (Skaret, 2012)

Null feil- prinsippet

Ved "null feil- prinsippet" vil man til enhver tid prøve å forbedre og stabilisere alle prosesser gjennom produksjonen (Hasfjord, 2012). Dette utføres ved jevnlig inspeksjoner. Inndelingen av de forskjellige kontrollområdene gjør at feil kan oppdages hurtig før toget går videre gjennom bygget (Andersen, Organisering av prosjekterings- og byggeprosessen, 2012). Den neste togvognen skal godkjenne hvert område før arbeiderne setter i gang med arbeidet.

For å kunne optimalisere en prosess må man fokusere på kontinuerlige forbedringer, eller Kaizen i TPS- språket. Kaizen er tidligere omtalt i oppgaven, og handler om fokus på kontinuerlige forbedringer. Hvordan en kan forbedre en prosess ved å redusere buffere som en tilsynelatende sikkerhet er vist i figur 33.



Figur 33: Kaizen mot en stabil prosess (Porsche Consulting, 2011b)

Bilde 1 på figuren viser en "ustabil" prosess der man har for store buffere i form av tidsbuffere, materialbuffere og/eller kapasitet. I tråd med Porsche Takt- tankegangen vil man redusere sløsing ved å redusere sikkerheten/bufferne. På bilde 2 er dette framstilt ved at man vil avdekke skjær i sjøen i form av variasjon i prosessen. Man må risikere å kjøre på et skjær i denne prosessen. Det er bedre for prosessen at disse problemene løses i stedet for at de «gjemmes» med buffere (Hasfjord, 2012). Tidlige avklaringer ved slike skjær gjør at produksjonen kan settes i gang igjen så fort som mulig. Bilde 3 viser resultatet av denne prosessen. Det er mer stabile forhold, prosessvariasjonen er redusert, og det samme gjelder sikkerhetsbufferne. Sløsing er på den måten redusert.

Porsche Takt skiller seg ut fra stedsbasert metode med tanke på buffere. I stedsbasert metode ønsker man å ivareta variabiliteten gjennom buffere, mens Porsche Takt har svært tette koblinger mellom vognene og søker å redusere andelen buffere. Det gjør at man kan få utfordringer med å takle variabiliteten i byggeproduksjonen.

4.6.1 Taktproduksjon

Når man bruker taktprinsippet i produksjonen vil man som nevnt få *enfaglighet* i kontrollområdene. Man har da økt kontroll på produksjonen, noe som igjen vil gjøre det

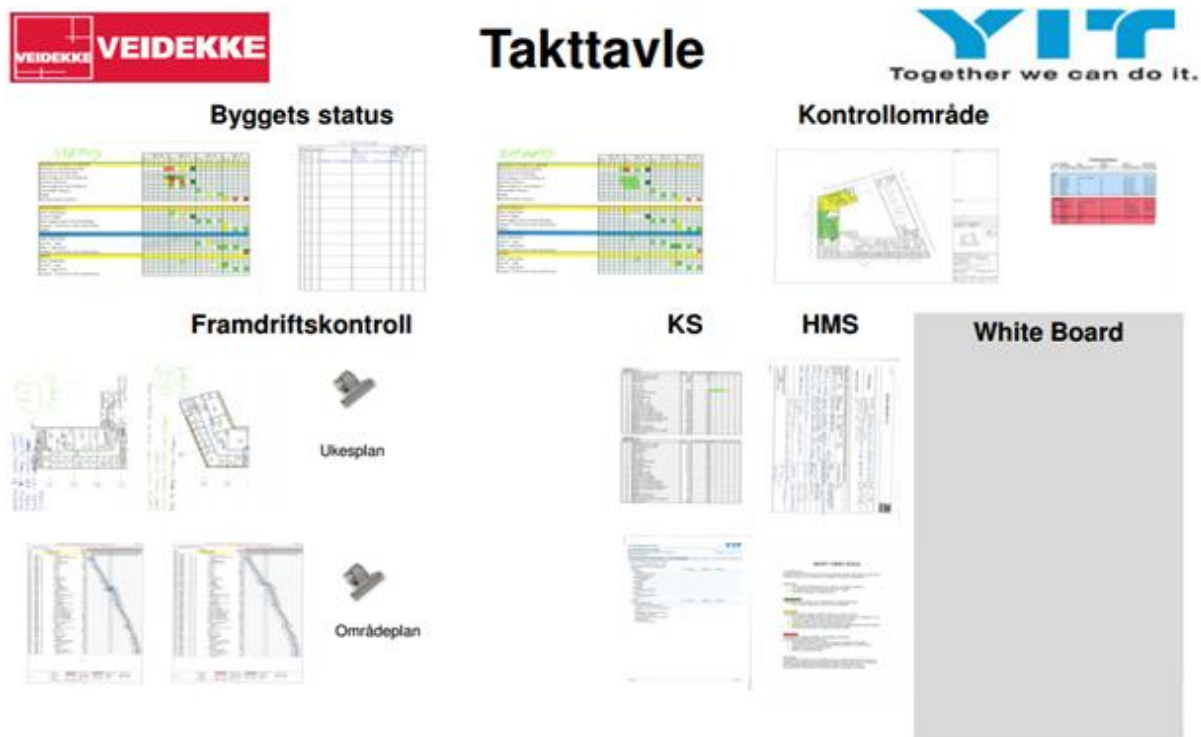
lettere å hele tiden forbedre seg – i tråd med Kaizen- tankegangen. *Logistikken* vil også bedres som følge av viktigheten av at hvert arbeidslag må ha sine varer tilrettelagt til hver oppstart av et nytt kontrollområde. *Kvaliteten* på sluttprodukt og arbeidsmåter øker ved at man bevisstgjør tidsbruken på en bedre måte ved taktprinsippet. I og med at man har en faggruppe i hvert kontrollområde, vil også *ryddigheten* på arbeidsplassen bli bedre (Skaret, 2012). På en "vanlig" byggeplass med mange faggrupper i samme område blir man fort forstyrret av at man jobber "oppå hverandre". I tillegg til irritasjonen dette kan medføre, er det en tendens til at det ikke ryddes opp etter avsluttet arbeid, og at fagene skylder på hverandre for det rotet som måtte ligge igjen. Har man bare en faggruppe inne i området har man ingen andre å legge skylden på, og dermed holdes arbeidsplassen mer ryddig (Porsche Consulting, 2011a).

4.6.2 Taktkontroll

Tidligere kontrollerte man status med utgangspunkt i framdriftsplanen. Framdriftsplanen var preget av grov planlegging. Dette kunne resultere at forsinkelser ble oppdaget sent, og dermed ble de fagene som skulle utføre sitt arbeid på slutten av en byggeperiode «skviset» på tidsbruken (Skaret, 2012).

Taktkontroll avholdes gjerne tre ganger i uka for å kontrollere framdriften til hver av vognene (fagene) på store prosjekter. Når taktkontrollen går, skal den/de som har ansvar for sitt kontrollområde avgi status for hvordan de ligger an i henhold til planen (Skaret, 2012). Ved kontinuerlig å kontrollere framdriften på denne måten, vil man på et tidlig tidspunkt oppdage forsinkelser og iverksette tiltak. Kvalitetsavvik mellom fagene vil også kunne avdekkes på et tidlig tidspunkt.

I og med at hver vogn har en uke hver på et kontrollområde, skal alle fag jobbe inn det tapte ved eventuelle forsinkelser, slik at området er klart til neste fag skal inn. Det å jobbe inn det tapte kan utføres på flere måter. Enten kan man hente inn ekstra mannskap for å gjøre unna det planlagte arbeidet, eller så kan det jobbes overtid eller arbeide i helgen for å komme på rett spor igjen (Skaret, 2012). Om ikke dette lar seg gjøre, må man iverksette et tverrfaglig møte for å kunne løse den aktuelle forsinkelsen på en best mulig måte.



Figur 34: Innholdet på en takttavle (Skaret, 2012)

Som figur 34 viser, så er takttavlen utarbeidet slik at man på en god måte får oversikt over kontrollområdet, med status for hvordan arbeidet ligger an. Under taktkontrollen brukes et Kanban-system med «trafikklys» for å markere hvordan man ligger an. Er alt på plan og ryddigheten og kvaliteten er god, markeres dette med grønt. Om det er forsinkelser, men som arbeiderne mener de har kontroll på og skal jobbe inn, markeres dette med gult. Er det større forsinkelser eller avvik som må utbedres, markeres det med rød farge. En slik takttavle kan enten være oppslått ved hvert kontrollområde, eller plassert på et sted der man har oversikt over hvordan man ligger an på flere områder på en tavle.

4.7 Involverende Planlegging i Veidekke

Involverende Planlegging (IP) er en metodikk for å drive framdriftsplanlegging i prosjektbasert produksjon (Ballard G. , 2000). IP stammer fra Last Planner System™ (LPS™) som er beskrevet tidligere i oppgaven.

Målsettingen med IP er i likhet med LPS™: å redusere tapt tid og skape flyt i produksjonsprosessen. Dette gjøres gjennom å involvere alle i planleggingen av egen hverdag. Veidekke Entreprenør startet i 2006 arbeidet med systematisk utprøving av IP. Dette skjedde etter at enkelte distrikter allerede hadde startet med økt involvering i produksjonen i 2003. Veidekke gjennomførte i perioden 2006-2008 seks pilotprosjekter. Dette førte til at bedriften utarbeidet en intern veileder for IP. Videre ble IP testet i større grad fra 2008-2010. De fleste som har vært involvert i disse læringsprosjektene har gitt

uttrykk for at metodikken skaper bedre flyt i produksjonen. Enkelte prosjekter har også gitt resultater man ikke skulle tro var mulig (Veidekke, 2011). Det kan nevnes at det i denne prosjektoppgaven ikke foreligger konkrete målinger og tall som viser at disse læringsprosjektene har oppnådd bedre resultater enn det man kunne ventet uten IP.

Veidekke opplever spesielt to forhold som bidrar til dårlig flyt og tapt tid i produksjonen. Det ene er variasjonen i aktivitetenes tidsforbruk, mens den andre utfordringen er at ulike forutsetninger for å gjøre aktivitetene på en uhindret måte ikke er til stede. Utfordringene i byggeprosjekter er store, da produktene er unike og prosessene komplekse. Rullerende planlegging og systematisk hindringsanalyse står derfor sentralt i IP. Disse to verktøyene beskrives nærmere nedenfor. Målsetningen med IP er som nevnt å redusere tapt tid og skape flyt i produksjonsprosessen. Dette skal oppnås gjennom (Veidekke, 2011):

- Riktig rekkefølge
- Arbeidsfordeling i tid
- Fjerning av hindringer
- At alle deltar i planleggingen av egen hverdag

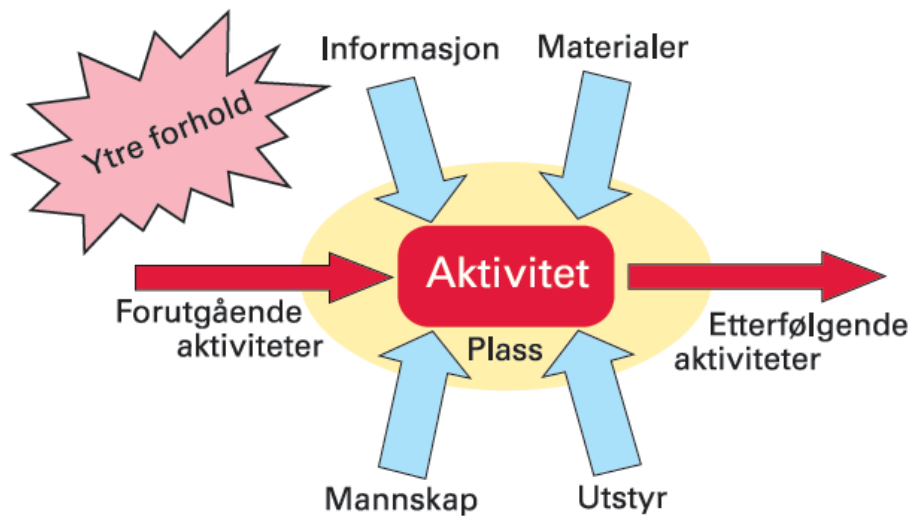
IP dreier seg om å utarbeide planer i fellesskap, av de som skal utføre arbeidet. Alle skal derfor ha kjennskap til arbeidet som skal utføres slik at de kan ha innflytelse på eget arbeid. IP skal gi økt eierskap til prosjektet for alle involverte slik at planene ikke ses på som en ordre, men som gjensidige forpliktende løfter. Planleggingen skal utføres rullerende med økt detaljering jo nærmere utførelse man kommer. Planleggingen består av flere plannivå, der hver plan har ulike "eiere" (Veidekke, 2011).

4.5.1 Hovedelementene i Involverende Planlegging

Veidekke har delt inn IP i fire hovedelementer: Hindringsanalyse, arbeidsdeling i tid, plansystem og møtестruktur. Disse elementene vil her bli presentert hver for seg.

Hindringsanalyse

Sunne aktiviteter skal skapes ved hjelp av IP. En aktivitet kan anses som sunn når alle hindringer for utførelsen er fjernet. Utførelse uten hindringer sørger for effektivitet og riktig kvalitet samt at arbeidet kan utføres på en måte som ivaretar helse og sikkerhet (Veidekke, 2011). Veidekke anser en aktivitet som sunn når de "7 forutsetninger" er til stede. Disse er vist i figur 35.



Figur 35: De 7 forutsetninger (Veidekke, 2011)

De 7 forutsetninger forklares slik:

1. **Forutgående aktiviteter** skal være helt avsluttet med riktig kvalitet
2. **Informasjon:** Tegninger og annen nødvendig informasjon skal være tilgjengelig og samtidig ivareta kvalitet, helse og sikkerhet.
3. **Materialer** av riktig kvalitet og mengde må være tilgjengelig på arbeidsstedet.
4. **Mannskapet** må ha riktig kompetanse og kapasitet og behov for variasjon i arbeidsoppgaver skal ivaretas.
5. **Utstyr:** Sikkerhetsutstyr og utstyr for å utføre aktiviteten må være tilgjengelig og skal være effektivt, sikkert og lite belastende.
6. **Plass:** Arbeidsstedet og området rundt skal være ryddet og klargjort. Sikkerhetstiltak må være på plass.
7. **Ytre forhold:** Godkjenninger og tillatelser må være gitt. Denne forutsetningen omfatter også værforhold.

Ved å sørge for at alle disse forutsetningene er til stede er aktiviteten sunn. Dersom en eller flere av forutsetningene ikke er oppfylt kan det hindre fremdriften i produksjonen.

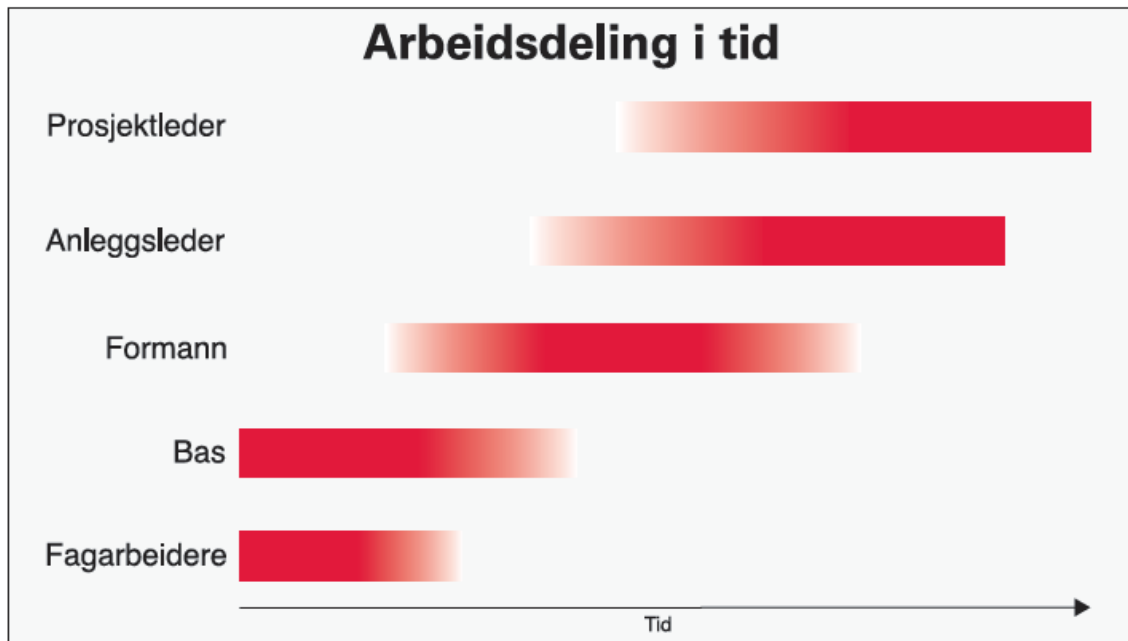
Forsinkelser er uheldige da de er vanskelige å ta igjen uten at det går ut over andre deler av produksjonen.

Arbeidsdeling i tid

Byggeprosjekter organiseres gjennom flere ledelsesnivåer. Arbeidsoppgavene mellom ledelsesnivåene har tradisjonelt handlet om fullmakter, personalansvar og lignende. Arbeidsdelingen i tidsplanlegging og planleggingshorisont har derimot i mindre grad vært etablert og forstått mellom de forskjellige ledelsesnivåene (Veidekke, 2011). Dette ønsker Veidekke skal forhindres med IP.

Arbeidsdeling i tid handler om at de ulike tidsperiodene i planleggingen er fordelt på de ulike ledelsesnivåene. Oppdelingen gir de øverste lederne muligheten til å ha fokus på de framtidige oppgaver, og ikke fokusere på den daglige oppfølgingen. Her er det viktig at de

forskjellige i organisasjonen holder seg til sin tidshorisont og stoler på sine medarbeidere. Klarer de det fører det til at funksjonærene kan fokusere på planlegging i stedet for å bruke tiden på oppfølging (Veidekke, 2011). Figur 36 illustrerer denne planleggingshorisonten.



Figur 36: Arbeidsdeling i tid (Veidekke, 2011)

Planleggingshorisonten og de viktigste arbeidsoppgavene til de enkelte involverte presenteres mer omfattende videre i tabell 3.

Tabell 3: Planleggingshorisont og tilhørende oppgaver (Veidekke, 2011)

Rolle	Planleggingshorisont	Viktigste oppgaver
Fagarbeider	Lagsplan, inneværende uke	<ul style="list-style-type: none"> - Støtte hverandre - Delta aktivt på morgenmøte - Delta aktivt på lagsmøte - Følge ukesplan og melde om evt. avvik
Bas	Lagsplan, uke 1-2	<ul style="list-style-type: none"> - Støtte fagarbeiderne i laget - Lede morgenmøte - Lede lagsmøte - Delta aktivt i basmøter og samlinger - Støtte formann med oppdatering av ukeplan
Formann	Ukeplan, uke 2-4	<ul style="list-style-type: none"> - Støtte basene - Lede basmøtet og bassamling - Delta som observatør i lagsmøter - Delta i driftsmøter - Støtte anleggsleder/driftsleder i å oppdatere utkvikksplan
Anleggsleder/ driftsleder	Utkvikksplan, uke 5-9 og faseplan(hele fasen)	<ul style="list-style-type: none"> - Støtte formenn - Lede faseplanmøtet - Lede driftsmøte

		<ul style="list-style-type: none"> - Delta som observatør i basmøter - Delta aktiv i kundemøter og prosjekteringsmøter - Støtte prosjektleder
Prosjektleder	Hovedframdriftsplan	<ul style="list-style-type: none"> - Se det store bildet - Utarbeide og oppdatere hovedframdriftsplan - Delta som observatør i ulike møter, svar på evt. spørsmål

Plansystemet

Man deler opp plansystemet i IP inn i strategiske og operative planer. Den strategiske planen gjennomføres i oppstarten og gjennomføres som regel bare én gang. Hvis den operative planleggingen viser seg å medføre endringer kan derimot den strategiske planleggingen også gjennomføres igjen på et senere tidspunkt. Den operative planleggingen skjer løpende gjennom prosjektet. Da overføres aktiviteter fra faseplanen til utkikkplanen og deretter videre til ukes - og lagsplan. De nevnte 7 forutsetninger i hindringsanalysen brukes i de operative planene. Skulle det oppstå endringer i de operative planene, rapporteres dette oppover til høyere plannivåer (Ballard G. , 2000). Det er viktig at man hele tiden er oppdatert på framdriften, slik at neste ukesplan kan korrigeres. For å gi en bedre oversikt over de forskjellige planene vises de i tabell 4:

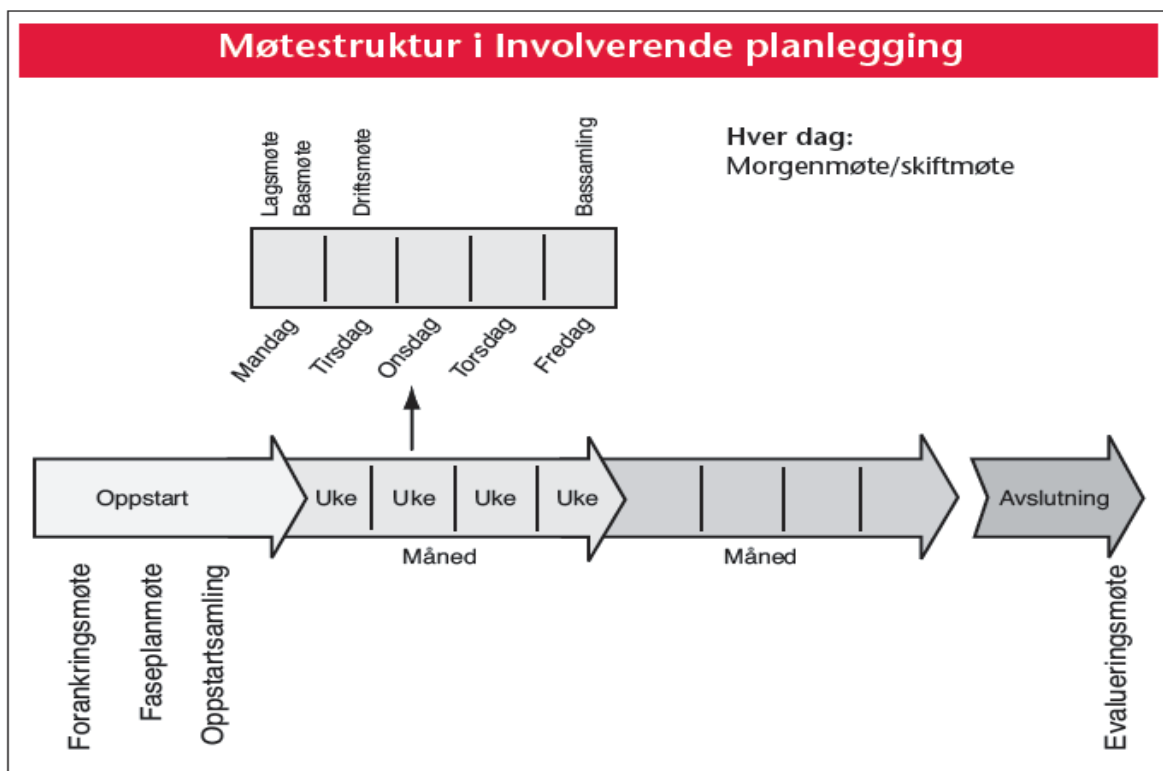
Tabell 4: Strategiske og operative planer (Veidekke, 2011)

STRATEGISKE PLANER	Innhold	Tidshorisont/tidspunkt	Ansvarlig/ planeier
Hovedframdriftsplan	Overordnet plan for hele prosjektet. Deles opp i fag/hovedfaser med milepæler.	Fra start til slutt. Lages som en del av tilbudet eller kontrakten.	Prosjektleder
Faseplan	Detaljerer innholdet i hovedplanen. En plan per hovedfase.	En plan for hver hovedfase. Er klar 4-6 uker før oppstart av fasen.	Anleggsleder/ driftsleder
OPERATIVE PLANER	Innhold	Tidshorisont/tidspunkt	Ansvarlig/ planeier
Utkikkplan	Tas ut av faseplanen og foretar en ytterligere detaljering av faseplanen på aktivitetsnivå.	5-9 uker fremover. Oppdateres hver uke	Anleggsleder/dr iftsleder

Ukeplan	Foretar en ytterligere detaljering av utviklingsplanen. Fastsetter oppstarts – og sluttdato for hver aktivitet.	2-4 uker fremover. Oppdateres hver uke.	Formann
Lagsplan	Bemanner aktivitetene. Hver enkelt fagarbeider/lag planlegger sine arbeidsoppgaver i inneværende uke.	1 uke(inneværende). Oppdateres hver uke.	Bas

Møtestruktur

Endringer i arbeidsdelingen i prosjekter fører til endringer i møtestrukturen. Hensiktene med møtene og møtestrukturen er å ivareta de forskjellige plannivåene. Møter som behandler den strategiske planleggingen avvikles som tidligere nevnt stort sett bare én gang per prosjekt eller fase. Møtene som omhandler den operative planleggingen gjentas med fast frekvens (Veidekke, 2011). Anbefalt rekkefølge som Veidekke anbefaler er vist i figur 37.



Figur 37: Møtestruktur i Involverende Planlegging (Veidekke, 2011)

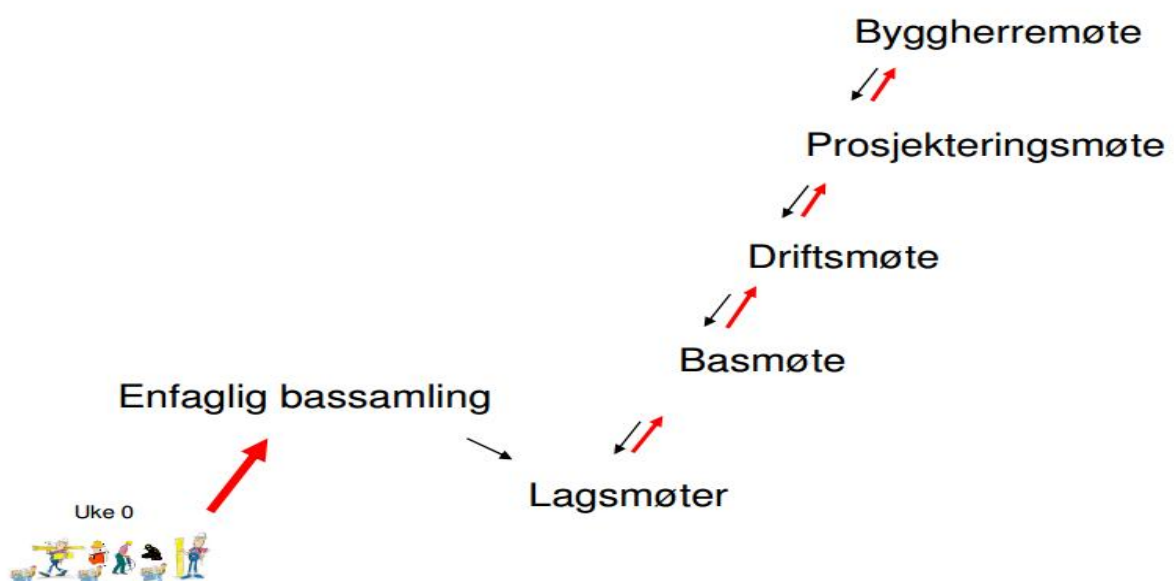
Dagene som møtene er forslått oppsatt på, er å betrakte som et forslag til gjennomføring av møtestrukturen. Møtene må tilpasses til de involverte underentreprenører slik at alle kan delta på de møter de bør være med på. Innholdet i de forskjellige møtene er vist i tabell 5.

Tabell 5: Strategiske- og operative møter (Veidekke, 2011)

STRATEGISKE MØTER	Innhold	Anbefalt tidspunkt	Deltakere og møteeier
Forankringsmøte	Skal gi god informasjon, felles forståelse og utforme målsetninger. Gjelder både produkt og prosess.	Før oppstart av prosjektet	Distriktsleder, tillitsmenn, prosjektledelse og baser fra Veidekke (VD). Evt. de viktigste underentreprenørene
Faseplanmøte	Gi info til de sentrale deltakere hos VD og UE om IP. Skal analysere den aktuelle fasen og dele inn i hovedaktiviteter. Tidsettes og settes i riktig rekkefølge.	Før oppstart av hver fase	Prosjektleder, anleggsleder, driftsleder, formenn, baser samt prosjektledere/saksbehandlere hos de viktigste UE.
Oppstartssamling	Informere om prosjektet og hva IP innebærer. Gjennomgå hovedtrekkene i faseplanen.	Ved oppstart av hver fase, eller når nye faggrupper kommer til byggeplassen	Anleggsleder, alle VDs folk på byggeplassen. De viktigste UE.
Evalueringsmøte	Evaluere fasen eller prosjektet	Ved avslutning av hver fase og ved prosjektavslutning	Prosjektledelsen, alle VDs folk på byggeplassen. Evt. De viktigste UE og kunde.
OPERATIVE MØTER	Innhold	Anbefalt tidspunkt	Deltakere og møteeier
Morgenmøte/skiftmøte	Kort før arbeidet kan starte. Tar opp evt. utfordringer, bemanning, de 7 forutsetningene og risikoforhold.	Daglig, før arbeidet starter	VDs bas, fagarbeidere. UE holder egne morgenmøter.
Lagsmøte	Utgangspunktet er lagsplan som distribueres etter bassamlingen. Hver produksjonslinje gjennomgår aktiviteter som skal gjøres i inneværende uke.	Ukentlig, mandag morgen.	VDs bas, fagarbeidere og formann

Basemøte	Gjennomgå og oppdatere ukeplanen(2-4 uker fram). Aktiviteter gjennomgås og usunne aktiviteter identifiseres og fjernes.	Ukentlig, mandag etter lagsmøte	Formann, driftsleder/anleggsleder og baser fra VD og UE.
Driftsmøte	Gjennomgå og oppdatere utviklingsplanen(5-9 uker fram). En ny uke fra faseplan tas inn hver uke i utviklingsplan.	Ukentlig, tirsdag	Anleggsleder, driftsleder, formann, prosjektledere/saksbehandlere UE.
Bassamling	Gjennomgå inneværende ukes faktiske produksjon og iverksette tiltak ved avvik. Utarbeide lagsplan for kommende uke.	Ukentlig, fredag	Formann, driftsleder/anleggsleder og baser fra VD og UE.

Strukturen og deltakerne i de forskjellige møtene er satt opp i denne rekkefølgen for å få «pull» i informasjonen. Dette er illustrert i figur 38, som viser informasjonsflyten. De svarte pilene beskriver den informasjonen som trekkes fra oppstrøms i hierarkiet og nedover. De røde pilene beskriver informasjonen som går oppover i hierarkiet. I praksis betyr dette at de i lagsmøtet trekker informasjonen fra basemøtene som igjen trekker fra driftsmøtet og så videre. På denne måten er de oppdatert på hva som skal gjøres i forhold til hovedframdriftsplanen. På lignende måte så trekkes informasjon om status fra lagsmøtet oppover i systemet for å oppdatere hovedframdriftsplanen. Man får på den måten «pull» i informasjonsflyten.



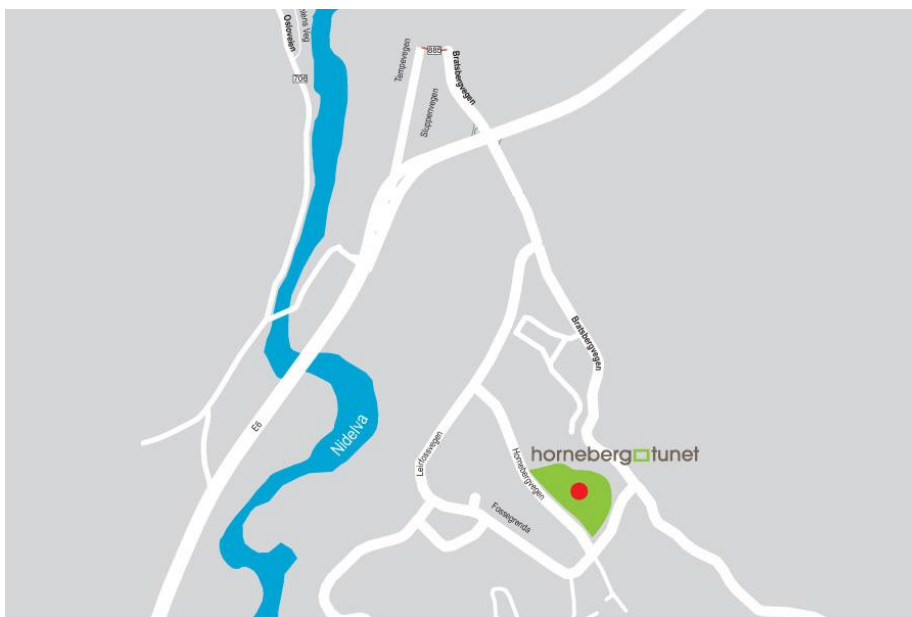
Figur 38: Informasjonsflyt i Involverende Planlegging (Skaret, 2012)

5 Resultater

Her vil først case Horneberg B3 bli introdusert nærmere. Deretter presenteres Taktplanleggingen på prosjektet. Funnene fra de casespesifikke dokumentasjonsstudier, spørreundersøkelser, intervjuer og analyser av disse presenteres til sist. Ved presentasjon av resultatene vil også feilkilder og begrunnelser for de funn som er gjort, bli presentert.

5.1 Case - Horneberg B3

Horneberg B3 ligger vestvendt og har en attraktiv beliggenhet med nærhet til Nidelva og mange servicetilbud i Fossegrenda. Plassering av Horneberggtunet vises i figur 39. Området er et barne- og familievennlig sted å bo. Det er kort og trygg vei til skoler og barnehage, og med Estenstadmarka rett i nærheten har gode rekreasjonsmuligheter både vinter og sommer (Horneberggtunet, u.å. b)



Figur 39: Oversiktskart Horneberggtunet (Horneberggtunet, u.å. a)

De 47 rekkehusene er fordelt på 7 rekker som vist i figur 40. Utbyggere er Nidaros Nye Hjem og Veidekke Eiendom. Ansvarlig byggherre er Veidekke Eiendom, og utførende er Veidekke Entreprenør. Kontraktssummen med tillegg beløper seg på 97 millioner NOK. Entrepriseformen er totalentreprise, noe som er vanlig entrepriseform for Veidekke i denne type byggeprosjekt. Oppstarten for byggingen av første trinn var i mai 2012, ferdigstillelse av siste byggetrinn er mars 2014.



Figur 40: Utomhusplan Horneberg B3 (Hornebergstunet, 2012)

Rekkehusene er bygd av elementer fra Støren Treindustri som deretter blir satt sammen på byggeplassen av Veidekke. Figur 41 viser bilder av de rekkene som er ferdigbygd. Rekkehusene har 3 eller 4 soverom, og størrelsene varierer fra 118 til 163 m² (Hornebergstunet, u.å. b). Av rekkehus A- G, er rekkene A- F bygd etter tradisjonell framdriftsplanlegging mens rekke G er bygd etter taktplanleggingsprinsippet.



Figur 41: Bilder fra Horneberg B3 (Lodgaard, 2013)

Underveis i prosjektet har det oppstått flere mulige hendelser som har gjort at framdriften ikke har vært optimal. Blant annet gikk en underentreprenør konkurs midt i prosjektet, noe som førte med seg stans i produksjon og store problemer som måtte håndteres. Dette og andre kilder til feilmålinger vil også bli omtalt senere.

5.1.1 Gjennomføring av Taktplanlegging

Taktplanleggingen har foregått på en litt annen måte enn nevnt i teorien. Her følger en kort beskrivelse av framgangsmåten for gjennomføringen.

Rekkefølgen av vogner

Først i prosessen bestemmes rekkefølgen på vognene. Dette gjøres ved å se på prosessplanen. Prosessplanen viser rekkefølge på hvilke fag som skal inn for å gjøre sine arbeider i riktig rekkefølge. Når prosessplanen etableres, sitter representanter fra alle fag og kommer med innspill på hvor lang tid de trenger for å utføre arbeidet.. Prosessplanen er vist i tabell 6. Der det er angitt dager i stedet for tidsbruk, er bemanningen gitt for den aktuelle oppgaven.

Tabell 6: Prosessplan Horneberg B3

Rekkefølge	Fag	Aktivitet	Tidsbruk pr leil
1	Elektro	Rørutstikk i yttervegger	2 t
2	Rør	Avløp/taknedløp/Utekran, kontroll plassering oppstikk	1 dag
3	Rør	Gulvvarme plan 1	4t
4	Rør	Gulvvarme plan 2	4t
5	Mur/flis	Gulvstøp plan1	2t
6	Mur/flis	Gulvstøp plan 2	2t
7	Tømmer	Justering bærevegger	4t
8	Tømmer	Ventilasjon	9t
9	Tømmer	Nedforing himling/diffsperre 2. etg	6t
10	Tømmer	Isolasjon etasjeskiller	4t
11	Tømmer	Nedforing etasjeskiller	5t
12	Rør	/opplegg rør i rør tak 1.etg.	1 dag
13	Tømmer	Diffsporre/utforing isolering yttervegg/kubbinger i yttervegg	7t
14	Elektro	Skjultanlegg lydvegger+ tak/etasjeskiller/yttervegger	2 dager
15	Tømmer	Gips himling/yttervegg/bærevegg	2 dager
16	Tømmer	Bindingsverk innervegg + 1. lag gips/kubbinger innervegg	1,5 dag
17	Rør	Rør i rør plan 1 og 2	1 dag
18	Elektro	Skjultanlegg innervegger 1. og 2. etg	1 dag
19	Tømmer	2. lag gips	1 dag
20	Maler	Gulvbelegg under trapp	0,5 dag
21	Rør	Sammenkobling teknisk bod under trapp	1 dag
22	Maler	Sparkling og maling av bade- og vaskeromshimlinger	1 dag
23	Maler	Sparkling/maling 1. og 2. etg.	5 dager pr leil

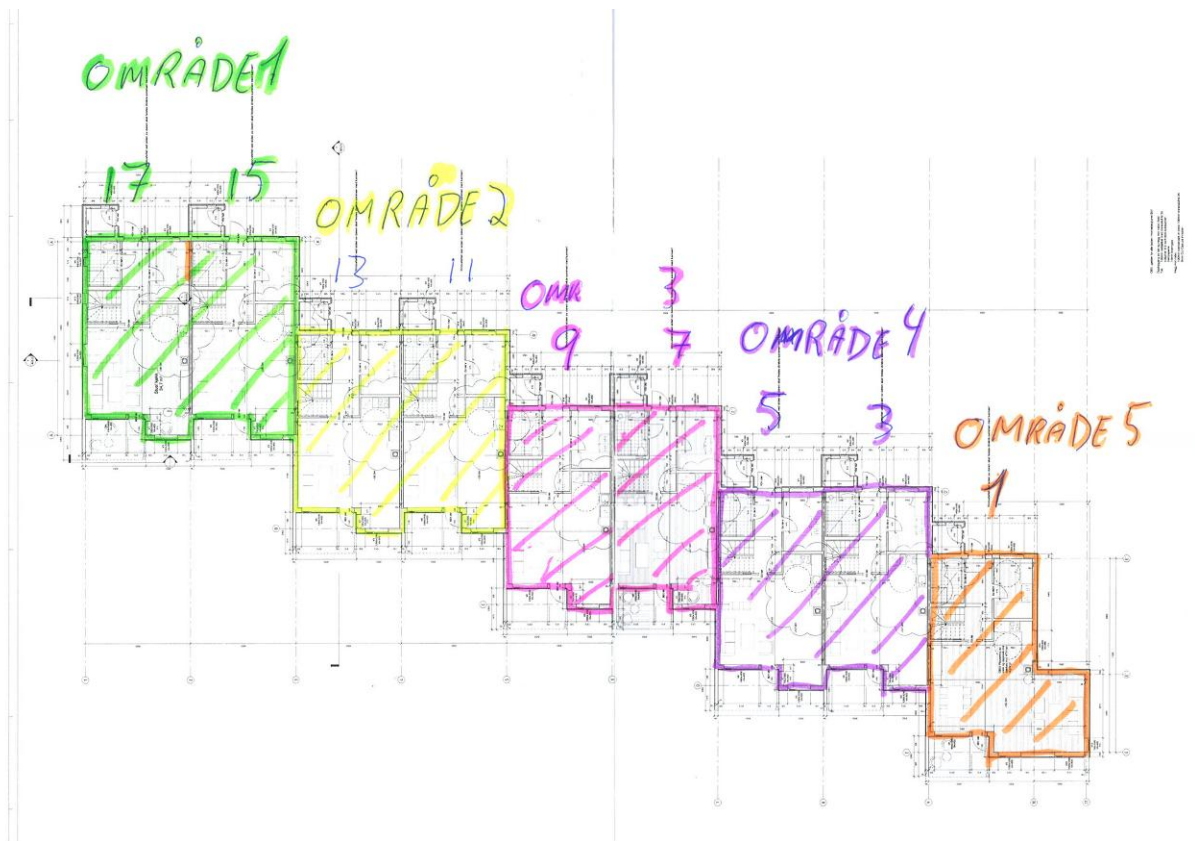
24	Mur/flis	Flis golv/vegg bad	30t
25	Mur/flis	Flis golv vaskerom	1 dag
26	Maler	Våtromssystem vaskerom	1,5 dag
27	Elektro	Komplettering 1 elektro	1 dag
28	Tømmer	Kjøkken/baderomsinnredning	2 dager
29	Elektro	Komplettering 2 elektro + sluttkontroll	1 dag
30	Rør	Montering av utstyr plan 1 og 2	1 dag
31	VD	Vindusforinger/listverk + taklist	2 dager
32	VD	Parkett	1,5 dag
33	Trapp	Trappemontering	1 dag
34	Tømmer	Innvendig dører + komplettering av listverk + ventiler	1,5 dager
35	Tømmer	Ytterdør	1 dag
36	Mur/flis	Sokkelflis og silikon	0,5t
37	Rør	Montering av radiator	1 dag
38	Vask	Byggvask	2 dager
39	Maler	Malingsflick/tilvalg malt listverk	0

Rekkefølgen til arbeidene som gjennomføres er som i tradisjonell framdriftsplanlegging, da arbeidene avhenger av hverandre. Forskjellen er at arbeidspakkene blir mer detaljert inndelt og separert i mindre operasjoner i forhold til få, lange arbeidsstrenger uten mulighet for detaljert statuskontroll.

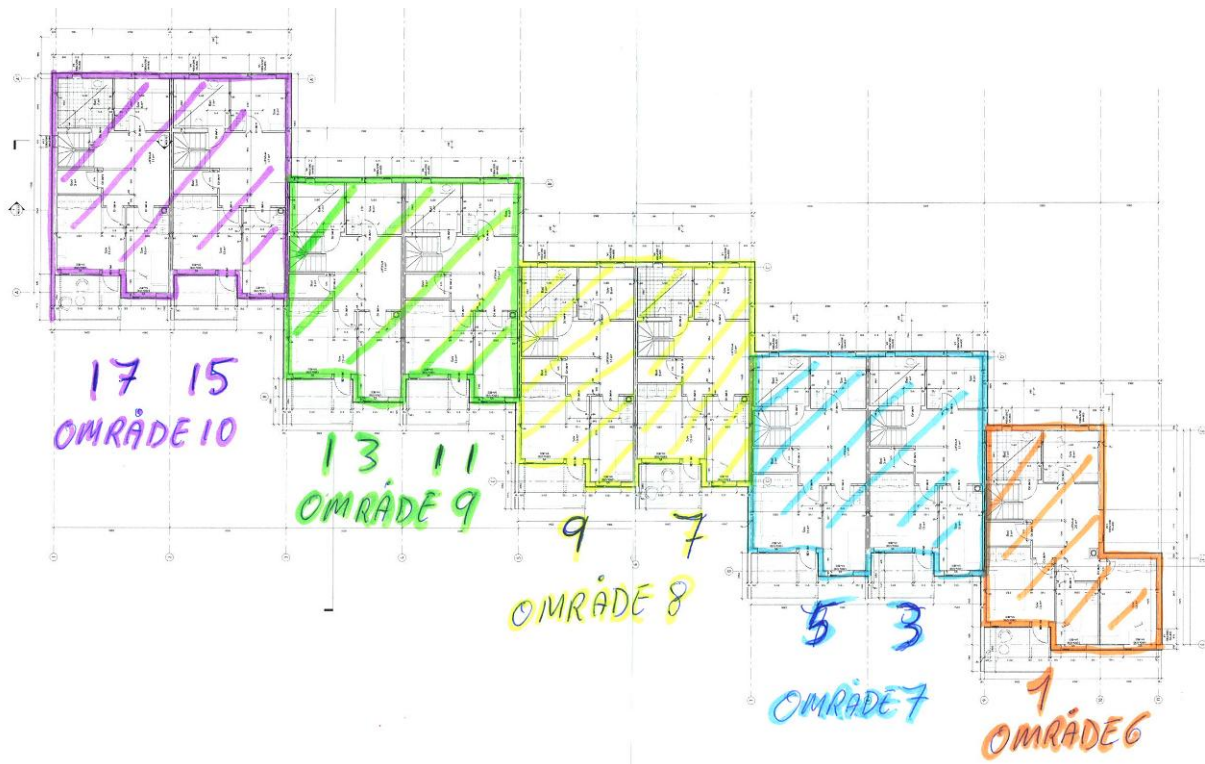
Inndeling av områder

Oppdelingen av bygget ble gjort på en sånn måte at arbeidsmengden skulle være mest mulig lik i hvert kontrollområde. For å få en best mulig flyt i arbeidene, ble husrekken først delt opp horisontalt, for deretter å bli delt inn i planet. Oppdelingen av områdene vises i figur 42 og 43.

Som vist er det to leiligheter i planet for hvert område, unntatt område 5 og 6. Dette er en hjørneleilighet som er litt større enn de andre. Ved å legge den inn som ett separat område, vil man kunne ha en buffer i forbindelse med denne leiligheten i forhold til tidsbruken. Selv om arealet er noe større for den leiligheten, er ikke kompleksiteten tilsvarende to andre leiligheter som utgjør de andre områdene. De andre tallene som står på figurene angir husnummereringen.



Figur 42: Kontrollområde 1 - 5, Taktplanlegging



Figur 43: Kontrollområde 6 - 10, Taktplanlegging

Beregning av mengden på forskjellige arbeider som skal gjøres for inndeling av togvogner og bemanning måtte utføres. Omfanget av arbeidene er hentet fra erfaringstall fra de tidligere bygde rekkene på prosjektet. Disse ble hentet fram fra prosessplanen, og verifisert tidsbruken med hvert enkelt fag. Tall på de faktisk utførte timeverk fra tømmer ble hentet fra akkordoversikten for å ta ut snittet på tid brukt per aktivitet. 2-dagerstakten ble satt med begrunnelse i områdeinndelingene og arbeidsmengden i hver av dem.

Timeforbruk per fag/vogn

Timeforbruket for hvert fag er viktig å detaljere for å kunne få til en god inndeling av vognene i toget. Et fag kan ha flere vogner etter hverandre. Hvis det er en arbeidsoppgave som det er hensiktsmessig å utføre over flere dager enn takten er satt til, kan flere vogner etter hverandre med samme fag være en aktuell løsning.

Timeforbruk for underentreprenører baseres på erfaringstall innhentet fra hvert enkelt fag, samt tall hentet fra framdriftsplanen over tidligere fullførte rekkehusrekker på prosjektet. Det er 6 rekker som utgjør 38 leiligheter bygd før Taktplanleggingsrekken. Det medfører at erfaringstallene skal gi en god indikasjon på timeforbruket for aktivitetene.

Timeforbruket for egne arbeider hentes også ut fra prosessplanen. I tillegg brukes synbarhetsskjema, akkordskjema og erfaringstall ut fra tidligere framdriftsplan. Tabell 7 viser erfaringstallene fra egne arbeider, og utregningen for mannskapsbehovet inndelingen genererer.

Tabell 7: Erfaringstall bemanning tømmer

Takt: 2 dager								
Ant leiligheter/takt: 2								
	Timer	Leil.	Timer pr leil	Timer pr leilighetsplan	Timer pr takt	Bemanning leil/takt	Bemanning takt	Bemanning
Justering av bærevegger		27	0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Ventilasjon	307	23	13,3	6,7	13,3	0,5	1,0	1
Isolering og nedlekting Plan 1	341,8	27	12,7	12,7	25,3	1,0	1,9	2
Isolering og nedlekting Plan 2	476,1	27	17,6	17,6	35,3	1,4	2,7	2
Diffspærre og lekting yttervegg	483,5	27	17,9	9,0	17,9	0,7	1,4	2
Gips himling, yttervegg og lydvegg Plan 1	513	34	15,1	15,1	30,2	1,2	2,3	2
Gips himling, yttervegg og lydvegg Plan 2	513	34	15,1	15,1	30,2	1,2	2,3	2
Bindingsverk og 1. lag gips innervegg	649	34	19,1	9,5	19,1	0,7	1,5	2

2. lag gips innervegger	330	27	12,2	6,1	12,2	0,5	0,9	1
Vindusforinger og listverk tak og vindu	918	27	34,0	17,0	34,0	1,3	2,6	3
Parkett	754	27	27,9	27,9	55,9	2,1	4,3	2
Montering av badeinnredning	83	27	3,1	1,5	3,1	0,1	0,2	1
Innsetting av dører og listverk	310	27	11,5	5,7	11,5	0,4	0,9	1

Av tabellen ser man at noen poster er rundet opp på bemanningstallet, mens andre er rundet ned. Dette vil jevnes ut da område 5 og 6 har mindre areal på lik takttid. I tillegg er det beregnet arbeidsdager på 6,5 timer, så 100% effektivitet er ikke beregnet. Det ville ikke vært en realistisk beregning. Beregningen av bemanning for underentreprenører er utført med samme metode.

Oppsett av Taktplan

På bakgrunn av foregående analyser ble det satt opp en 2-dagerstakt med begrunnelse i områdestørrelse og arbeidsmengde per fag. Ved lengre takttid måtte enten inndelingsområdet vært større, eller bemanningen vært lavere. Dette ville ikke vært gunstig for framdriften.

Oppsettet av Taktplan gjøres i den hensikt å få best mulig flyt i arbeidet. I oppstarten ble det lagt inn noen hull, eller tomvogner, i planen. Denne bufferen ble lagt inn for å ta opp eventuelle uforutsette faktorer. I tillegg visste man på det tidspunktet at det ville bli noen forsinkelser på grunn av forsinket ferdigstillelse av de andre rekkene. Noen av vognene er også blitt satt opp med en 1-dagstakt. Dette er aktiviteter som ikke er mer tidkrevende enn at de med enkelhet kan bli utført på en dag.

Ved å organisere arbeidet i slike mindre arbeidsoperasjoner vil man ha bedre kontroll over framdriften for hver enkelt vogn, og ha oversikt over hvor de andre vognene er eller hvor de burde vært. Ser man at det oppstår kollisjoner av vogner ute i produksjonen, må man treffe tiltak for å unngå dette. To alternativer er enten å bemanne opp slik at man unngår kollisjon, eller å jobbe overtid for å jobbe inn avviket. Man kan også bruke IP som et verktøy for å løse problemet der og da. Tiltak kan for eksempel være å samarbeide tverrfaglig i samme område, men på en slik måte at man ikke jobber oppå hverandre.

Tabell 8 på neste side viser Taktplanen som ble utarbeidet. Tabellen er ment som illustrasjon for å vise hvordan en Taktplan ser ut.

5.2 Resultat spørreundersøkelser

Under casestudiet er det gjennomført to runder med spørreundersøkelser. Første runde ble gjennomført i kort tid etter Takt ble innført på prosjektet, altså etter oppstart av rekke G. Andre runde ble gjennomført mot slutten av Spørreundersøkelsene var identiske, slik at det på den måten kunne sammenligne besvarelsene for å se om besvarelsene forandret seg, og i hvilken retning de gjorde det.

Intervjuer er utført i etterkant av første runde. Her fikk de med lederansvar (basene) som besvarte spørreundersøkelsene muligheten til å utdype sine meninger om Taktplanlegging. Noen funksjonærer på byggeplassen ble også intervjuet for å få mer bredde i oppfattelsen av Takt.

Spørreundersøkelsen ble utdelt til fagarbeiderne på byggeplassen. Det var stort sett de samme som besvarte begge rundene, men da flere hadde forlatt byggeplassen før siste runde ble gjennomført ble det færre respondenter i runde 2. En slik kvantitativ spørreundersøkelse vil kunne gi en indikasjon på hvilke inntrykk av hvordan arbeiderne opplevde det å bruke Taktplanleggingsmetoden. Spørreundersøkelsen er vist i sin helhet i bilag 2.

Videre vises oppsummeringen av de to undersøkelsene. I forbindelse med hver tabell vil det bli gitt en kort forklaring.

Tabell 9: Oversikt spørreundersøkelse

FAG	Antall 1. undersøkelse	Antall 2. undersøkelse
Tømrer	6	2
Rør	3	4
Elektro	3	2
Maler	1	1
Totalt	13	9

Tabell 9 viser oversikten over antall besvarelser utfylt ved hver runde. Basene til de respektive fag fikk ansvar for utdeling og innsamling til sine underordnede. Alle besvarelser ble utfylt og returnert. Som nevnt i metodekapittelet vil en slik lav populasjon ha en relativt høy feilmargin, da noen få "tullebesvarelser" kan gi stort utslag. Besvarelsene danner grunnlag for å indikere hvordan trivselen med Takt har vært på Horneberg. Ut ifra analysene og tilbakemeldingene mottatt rundt oppgaven virker det som spørreundersøkelsen ble tatt på alvor.

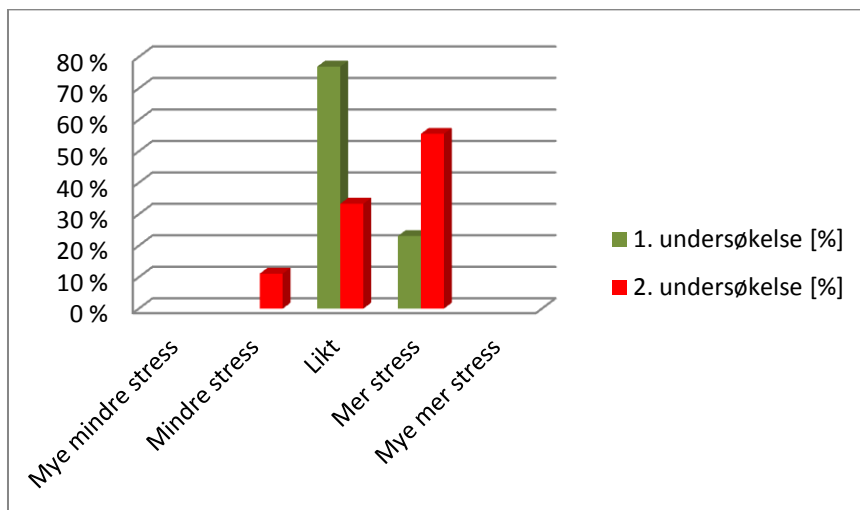
I tabell 10 vises hvor mange som allerede har jobbet på de andre rekkehusrekkene på Horneberg. Man ser at de aller fleste har jobbet på prosjektet en stund, og kjenner dermed godt til byggeplassen og de bygningsmessige løsninger som eksisterer.

Tabell 10: Antall som har jobbet på de andre rekkehusene (uten takt):

	Antall 1. undersøkelse	Antall 2. undersøkelse
JA	12	9
NEI	1	0

Noe av tankegangen til Taktplanleggingen er at prosjektet skal ha bedre flyt gjennom hele produksjonsfasen. Tradisjonelt har man ikke hatt god nok oversikt over framdriften underveis i prosjekter og dermed fått en periode på slutten med mye stress og overtid. Typisk faggruppe som får problemer når et slikt scenario oppstår, er maleren. Maleren er avhengig av at de andre er ferdige før de får gjort sitt arbeid. Det resulterer i jobbing "døgnet rundt" før deadline. Dette medfører økt fare for byggefeil. Med Taktplanlegging søker man å unngå dette ved å ha bedre kontroll underveis. Det medfører kanskje økt følelse av stress tidligere i prosjektet, men at man får igjen dette ved at man har god kontroll på ferdigstillelsesfasen. Tabell 11 viser resultatet fra spørsmål om opplevd stress.

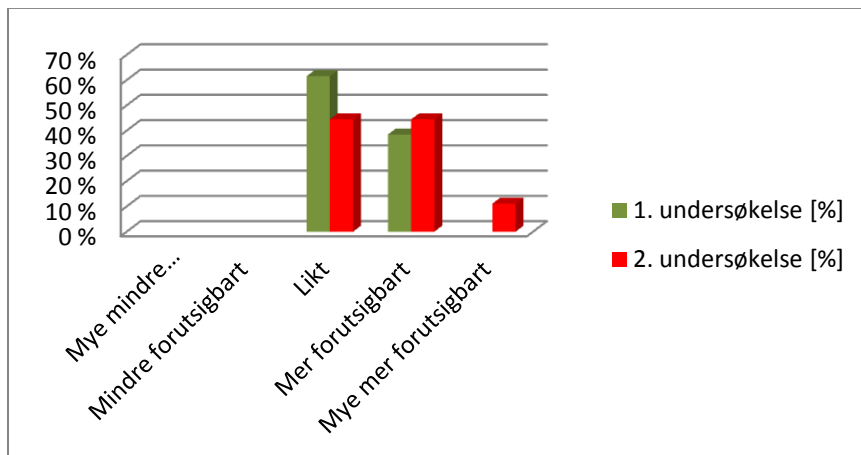
Tabell 11: 1. Hvordan er arbeidsdagene med taktplanlegging?



Som man ser av tabell 11 viser undersøkelsen at det stort sett har følt mer stressende med Taktplanlegging, selv i sluttperioden. Grunnen til dette kan ligge i eksterne faktorer som at man har hatt forsinkelser av forskjellige årsaker fra tidligere rekker. Det har ført til at man har måtte stå på litt ekstra for å følge takten. Noen har følt mindre stress i andre runde, det kan være faggrupper som har opplevd Takt slik tanken er at det skal fungere.

Et annet interessant moment er å undersøke hvordan arbeiderne føler forutsigbarheten er med Taktplanlegging. Svaret på hvordan Taktplanlegging har blitt oppfattet på dette punktet vises i tabell 12.

Tabell 12: 2. Hvordan syns du planleggingen av arbeidet ditt går med taktplanlegging?

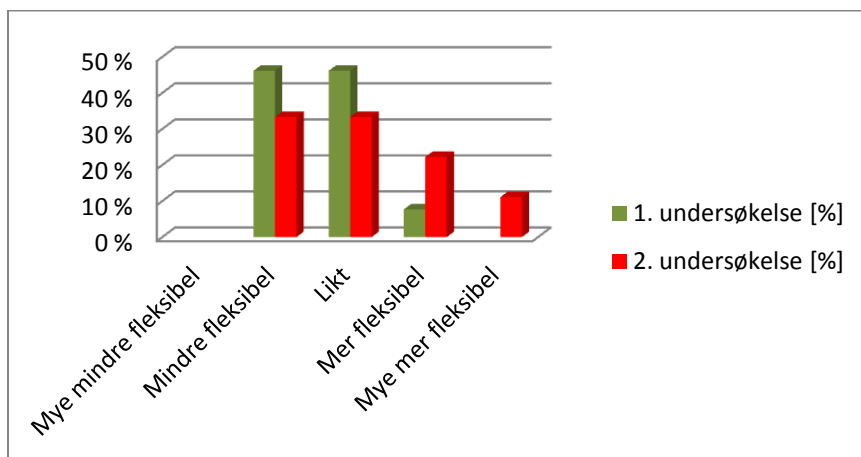


Av tabell 12 ser man at oppfatningen av forutsigbarheten til arbeidet her økt noe i runde to. Forutsigbarhet i hverdagen gir trygge rammer, noe som videre kan føre til økt trivsel i arbeidet.

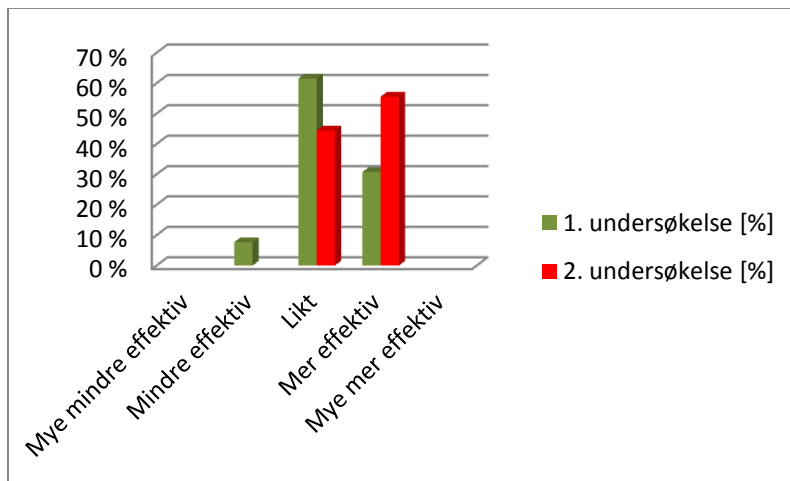
Ved å ha kontroll på hvor man til enhver tid ligger an i forhold til framdrift, gir en mulighet til å korrigere avvik på tidligere tidspunkt. Flexibilitet i en plan betyr at det er rom for å treffe tiltak for å kunne løse problemstillinger med hensyn til planen.

Det har eksistert en misoppfatning om at man blir mer låst ved å bruke Taktplanlegging. Svarene i tabell 13 gir en indikasjon på dette.

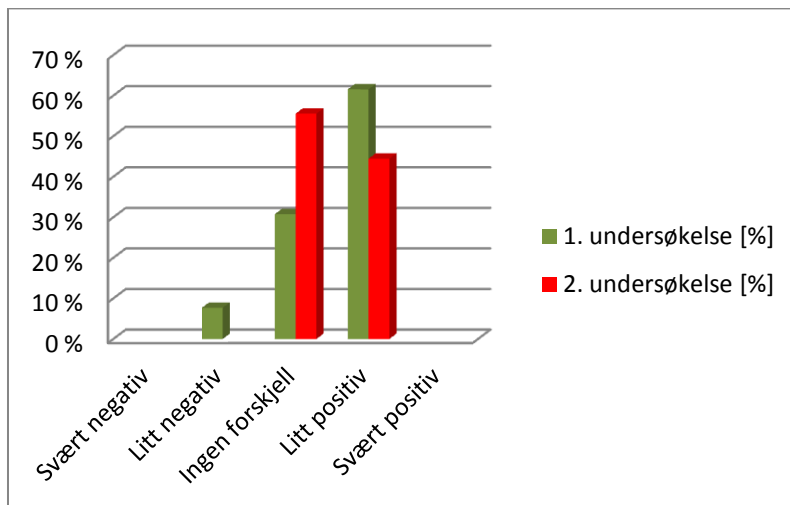
Tabell 13: 3. Hvordan tror du fleksibiliteten til framdriften er med taktplanlegging?



Tabellen ovenfor viser at flere opplever takt som en mer fleksibel måte å holde framdriften på etter å ha gjennomført rekke G. Taktplanen har blitt forandret underveis når det har vært nødvendig, uten at det har gått på bekostning av sluttdatoen.

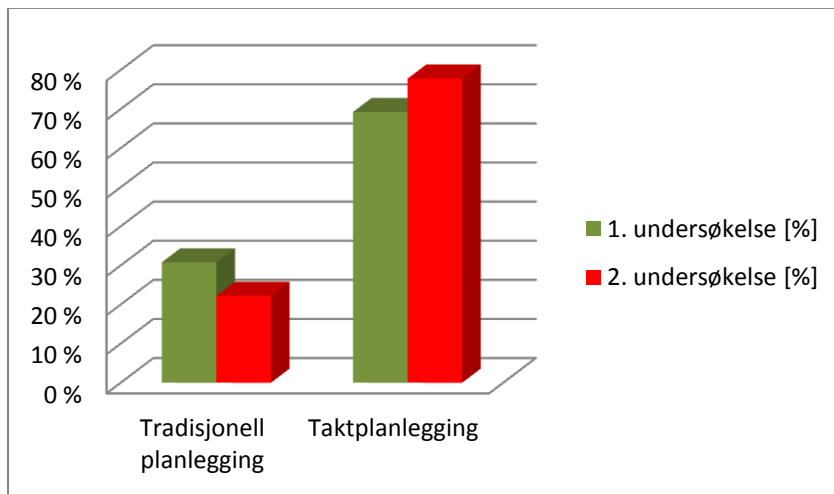
Tabell 14: 4. Hvordan føler du effektiviteten i arbeidet er med taktplanlegging?

Et av målene med Taktplanlegging er å effektivisere selve produksjonsperioden. Av tabell 14 ser man at Takt oppleves mer effektivt, også ved slutten av byggingen. Dette blir belyst i dokumentasjonsanalysen av prosjektet, der effektiviteten måles opp mot de tidligere bygde rekkehusene.

Tabell 15: 5. Hvordan syns du på overgangen til taktplanlegging har vært?

Tabell 15 viser resultatet av hvordan de opplevde overgangen til Takt. Her ser man at flere har gått tilbake på "ingen forskjell" i runde 2. Grunnen til dette kan være at de hadde begynt med takt i runde 1, og at det gikk bra i starten. Underveis i produksjonen fikk man blant annet permisjonsvarsler, plutselig utskiftning av mannskap til underleverandører som har kunnet virke negativt underveis i prosessen.

Tabell 16: 6. Om du kunne valgt; hvilken type framdriftsplanlegging ville du foretrukket?



Det siste spørsmålet i undersøkelsen gikk på om hvilken planleggingsmåte de foretrekker; tradisjonell eller takt. Svaret er vist i tabell 16. Svaret viser at de fleste har reagert positivt, og opplever Taktplanlegging som noe de ville ha foretrukket i framtidige prosjekter.

5.3 Resultat intervjuer

Her er noen av punktene som ble trukket fram under intervjuene som ble gjennomført på Horneberg B3. Intervjuene i sin helhet kan være interessant lesing om man vil fordype seg mer i hver enkelts besvarelser. Disse finnes som bilag 2.

Bemanning og kontroll over arbeidet

Det intervjuobjektene trekker fram som det mest fremtredende er oversikten man får med Taktplanlegging. I stedet for lange strenger der man synser i starten og detaljerer etter hvert, får man detaljplanlagt framdriften på et tidlig tidspunkt. Dermed får du bedre oversikt og bedre kontroll på status, så du ser godt om du er bak eller foran.

Stor fordel med taktplan at du har stor oversikt over alle fag, ikke bare ditt eget. På den måten gjør det at det er lettere å se om noen ligger bak, og dermed korrigere.

Enklere og plassere folket etter når man skal være ferdig med de forskjellige arbeidene.

Avvik

Som regel blir det hentet inn ekstra mannskap. Bemanning framfor overtid når det lar seg gjøre.

Struktur i forbindelse med ferdigstilling

Takt fører til bedre struktur ved ferdigstilling, spesielt hvis det er gjentakende arbeid. Avvik oppdages ofte tidlig i Taktområdene, noe som gjør at vi får ta de med oss som erfaring videre, slik at det siste området har man god kontroll på hva som skal være med mot slutten. Når man planlegger Takten har man mindre aktiviteter på slutten, som gjør at du har bedre tid på slutten av prosjektet enn ved vanlig planlegging.

Kvalitet

Ett fag er inne om gangen i området, så i forhold til kvalitet og ryddighet i området så vil du ha bedre kontroll på det ferdige produktet med hensyn til ferdige overflater enn om det er mange inne på samme området. På den måten sikrer man at rekkefølgen på arbeidet også blir korrekt.

Akkorden (tømmer)

I og med at det ligger til rette for å jobbe enfaglig vil man sannsynligvis ha færre hinder i forhold til framdriften. Dermed vil du få bedre flyt i arbeidet, som igjen vil være bra for akkorden. Samtidig så mister man muligheten for å "skrive bort timer med gaffel" når man har et hinder. Dette pleier å bli skrevet som tillegg. Men hvis man får til et godt Taktprosjekt tror jeg at det vil påvirke akkorden positivt. Men det er viktig at man da har rett bemanning i forhold til Taktplanleggingen. Totalkostnaden på prosjektet vil absolutt gå ned når man ikke vil skrive så mange timer som tillegg, som ikke er med i aktiviteten/arbeidet man skal utføre.

Hindringer fra andre fag

Det har mye å si. Siden du skal være alene i området for å gjøre ferdig en bestemt arbeidsoppgave, vil slike hindringer fra andre fag tas i planleggingsfasen, og i selve produksjonen. Finner man avvik i rekkefølge eller lignende, tar man det med seg videre i Taktproduksjonen for å hele tiden strebe etter å unngå hindringer.

Logistikk og ryddighet

Logistikk: Du har en ganske korrekt plan fra starten av. Så du kan bestille varer tidlig, så det kan planlegges godt. Det kreves litt mer arbeider i forhold til å gjøre endringer på bestillinger om justeringer av planen er kommer. Da må bestillinger samkjøres med planen slik at det hele tiden er i samsvar mellom levering av varer og behovet for varene. Samkjøres dette, vil det være større sannsynlighet for å få varene til rett tid, JIT (Just-In-Time).

Ryddighet: Det skal i prinsippet ikke være fag med avhengighet til hverandre inne i samme område, men helst bare ett fag som arbeider i området. Da har det faget ansvaret for ryddingen av arbeidet, og dermed kan dette faget bli pålagt å rydde om området ikke er blitt forlatt med den ryddigheten som skal være. Alle skal rydde seg ut før de forlater et område.

Oversiktligheit

Gir en bedre status på hvor du er hen i forhold til planen. Viser bedre hvor skoen trykker. Du vet også hele veien hva arbeidet ditt består av, da det er samme arbeidsmengde som kommer igjen hver gang i områdene. Det er mulighet for å se lengre fram i planen. Man planlegger kanskje litt mindre selv, da mye er bestemt på forhånd.

Trivsel

Underveis på prosjektet er det kanskje litt mer trykk på produksjonen i forhold til å holde seg på planen. Dette kan kanskje komme negativt ut der og da, men tror det kommer positivt ut i slutfasen. Der vil man ikke få det stresset man ofte får på slutten av et prosjekt, da Takten har jevnet ut dette på et tidligere tidspunkt.

Enfaglighet i områdene og den oversikten i arbeidsmengden kan være med på å påvirke trivselen positivt. Totalt sett er det veldig avhengig av innstillingen man har til dette på forhånd, men med gode erfaringen vil det komme positivt ut.

Forbedringer som følge av Takt

Det blir antydnet kortere byggetid, og reduserte kostnader. Lettere å følge med på prosjektet og hvor man ligger hen i forhold til planen. En påpekte at på tidligere byggetrinn måtte stå og jobbe med samme vegg med andre faggrupper som resulterte i frustrasjon fra begge parter.

Fordeler

Alt er klargjort til neste fag kommer inn i området. Dette er positivt på mange plan, både for effektivitet og trivsel.

Mye bedre oversikt over framdriften din. Statusoppfølging er mye lettere med Takt. Man vet hva man skal gjøre fra dag til dag. Hvert fag får gjøre seg ferdig med sine oppgaver før neste fag slipper til.

Ulemper

Hvis ett av fagene havner bak planen, så blir det stress. Hvert enkelt firma har sitt ansvar og følge opp i forhold til bemanning osv for å holde planen. Dette vil gå utover de neste vognene om de ikke utfører arbeidet etter planen. Men hvis planen fungerer, så er det optimalt. Verst om tømrere eller malere blir forsinket, da dette vil gå utover alle de andre fagene, da ikke de andre fagene får gjort noe før de er ferdige.

5.4 Resultat dokumentasjonsanalyse

Dokumentasjonsanalysen har vært en omfattende prosess for å framskaffe og bearbeide. Tallene som kommer fram i tabell 17 er framskaffet gjennom analyse av de dokumenter som er blitt framskaffet fra prosjektarkivet som oversikt over akkordoppgjør gjennom hele Horneberg B3 - utbyggingen.

Tabell 17: Evaluering av Takttimer tømmer

Felt G	Timer totalt Felt G	Per leilighet	
Isolering og nedlekting	350,7	39,0	50,5
Gips i yttervegg	82,8	9,2	
Gips leilskillevegger	68,5	7,6	
Gips i himling	150,9	16,8	
Gips innervegg	152,7	17,0	
Bindingsverk innervegg	85,5	9,5	
Parkett	147,9	16,4	
Dører	83,5	9,3	
Kjøkken og bad	23,0	2,6	
Listverk og foringer	247,4	27,5	
		154,8	
Resten av feltene	Timer totalt alle andre felt	Per leilighet	

Isolering og nedlekting	1384,6	36,4	
Gips i yttervegg	229,9	6,1	
Gips leilskillevegger	452,9	11,9	54,8
Gips i himling	546,9	14,4	
Gips innervegg	852,9	22,4	
Bindingsverk innervegg	376,7	9,9	
Parkett	801,9	21,1	
Dører	432,5	11,4	
Kjøkken og bad	98,0	2,6	
Listverk og foringer	1560,4	41,1	
		177,3	

Av tabellen over ser man at det totale timeverk er lavere i rekke G. Feilkilder i postene kan være feilskrivning av timer. Gipsingen er samlet i en fellespost, da det kan være feil postert gipsing, at man skriver timer på himling som skulle vært på innervegg for eksempel. Totalt sett på gipsen er tidsbruken her gått ned. Ser man på isolering og nedlekting er denne høyere, kan dette skyldes forsinkelsene fra F-rekken som er blitt dratt med videre i rekke G. Likevel har Taktplanleggingen har ført til en besparelse i timeverk på 13 %.

Et annet interessant moment er total byggetid. Byggetiden i et prosjekt har mye å si i kostnadssammenheng. Tabell 18 viser den totale byggetiden av de respektive rekker.

Tabell 18: Total byggetid

Rekke	Total byggetid	Antall leiligheter	Byggetid per leil.
A	185 dager	10	18,5
B	94 dager	6	15,67
C	110 dager	6	18,33
D	100 dager	6	16,67
E	83 dager	5	16,6
F	75 dager	5	15
G	94 dager	9	10,44

Tabellen viser at byggetiden på rekken med Taktplanlegging skiller seg tydelig ut. Man har alltid en viss tilvenningstid når det gjelder repeterbarhet. Gjentar man en arbeidsoperasjon er det naturlig at man effektiviserer sitt eget arbeid. Tallene viser uansett at selv om rekke G er siste byggefase, så er det en markant forskjell i byggetiden uansett. Dette til tross for alle ufordelaktige eksterne utfordringer man møtte på.

Anleggsleder påpeker at byggetiden kunne vært enda kortere med gunstigere omstendigheter.

6 Diskusjon

Her følger diskusjon rundt tema som er blitt tatt opp i oppgaven.

6.1 Porsche Takt i lys av produksjonsteorien

Porsche Takt har en produktorientert layout. TPS sin andre grunnpilar er også produktorientert layout. Dette er en viktig forutsetning for å ha den oversikten og kontrollen som kreves om man skal ha en produksjon med korte gjennomløpstider (Skorstad, 2002). Oversikt og kontroll innebærer at man vet til enhver tid status for produksjonen og ressursene som er disponibel.

En produktorientert layout bygger opp produksjonslinjer for like produkter, eller produksjon som kan samkjøres etter hverandre i en logisk rekkefølge. Man ser klare likhetstrekk mellom Porsche Takt og TPS på dette området. Følgene av en slik produksjonsmetode er som nevnt bedre oversikt, samt kortere transportveier og lettere sporing av eventuelle avvik. Figur 45 visualiserer Porsche Takt sin produktorienterte produksjonsform.



Figur 44: Produktorientert produksjonslayout - Porsche Takt

Takt følger pull-prinsippet ved at varer i kontrollområdene styres av hvem som skal være i det gitte område til gitt tid. Da kreves det at arbeiderne får de varer de trenger den uka de arbeider der. Dette bygger på en JIT-tankegang. De tette koblinger mellom vognene gjør at liggetiden for varer i kontrollområdene må være kort, da det ikke skal ligge varer i områdene som ikke skal brukes den samme uken. Sløsing blir også redusert ved at man minsker sikkerhetsbufferne. Fjerne sløsing er også i tråd med tankegangen bak samlebåndproduksjon og TPS.

Taktprinsippet som Porsche har utviklet har også klare likhetstrekk med stedsbasert metode. Fokuset ligger på de forskjellige aktiviteter som skal utføres innenfor gitte områder, og at ressursene forflyttes gjennom områdene. Oppgavene som utføres blir gjentatt i de forskjellige lokasjoner gjennom produksjonslinjen. Dette er det motsatt sammenlignet med

samlebåndsprinsippet, der det er arbeidet som strømmes gjennom prosessen til de forskjellige arbeiderne.

Korte transportveier sammen med god inndeling av lokasjoner gir en god flytlinje i produksjonen, noe som også kan relateres til stedsbasert metode. Delegering av oppgaver, rekkefølger på utførelse og sammensetning av antall arbeiderne bygger på behovet i forhold til å opprettholde flyten i produksjonen. Også her er det tette relasjoner til stedsbasert ledelse.

Gjennom buffere ivaretas variabilitet med stedsbasert metode. Porsche Takt med sine svært tette koblinger mellom de enkelte vogner gjør at man vil få vanskeligheter i forhold til å takle variabilitet. Her er det et skille mellom disse metodene. I en byggeprosess er det en høy grad av variabilitet, og det gjør Porsche Takt er sårbart for nettopp dette.

Ved å forbedre Taktplanleggingen til å være tilpasset byggeprosessen slik den utføres i Veidekke, og for å passe inn med allerede godt etablerte verktøy, vil Taktplanlegging være noe å jobbe videre med.

Ser man tilbake på Koskelas TFV-teori er det noen likheter med Taktplanlegging. Koskela forklarer at produksjonsprosessen består av flere transformasjoner. Med dette mener han at en output i en arbeidsoperasjon er en input til neste arbeidsoperasjon. Dette kan direkte overføres til Takt, der den foregående arbeidsoperasjonen skal være helt avsluttet før neste arbeidsoperasjon kan starte. Den avsluttende arbeidsoperasjonen fungerer som et signal, eller Kanban, om at det er klart for neste arbeidsoperasjon. I Koskelas beskrivelse av flyt i prosessen kan man trekke fram det punktet hvor det handler om å redusere variasjon i hver arbeidsprosess, for å gi en mere effektiv utførelse. Dette er også et prinsipp man kan finne igjen i Takt, der hvert arbeidslag fokuserer på en gitt aktivitet i et gitt område.

Det er flere prinsipper i produksjonsteorien som kan relateres til Taktplanlegging. Det som skiller seg ut er at objektet ikke kan komme til arbeiderne, men at arbeiderne må forflytte seg til objektet. Variasjonen i produktet og ikke minst i utførelsen er noe som er unikt for byggeprosjekter, dermed kan ikke den stasjonære bilindustrien overføres direkte til byggebransjen. Man har allikevel forsøkt å trekke ut de samme prinsippene som flyt i prosessen, mindre sløsing, kontroll og oppfølging av avvik.

Det er behov for videre tilpasninger til byggebransjen, men erfaringer kommer ikke før man har våget seg til å prøve ut nye gjennomføringsmetoder. Det må jobbes videre for å finne en optimal gjennomføringsmodell som er tilpasset norsk kultur og norske forhold. Neste kapittel gir noen anbefalinger for videre arbeid som kan være med på å komme nærmere en løsning på hvilke tilpasninger som må gjøres for å komme nærmere en gjennomføringsmodell man kan benytte i framtiden.

Gjennom å fokusere på at forbedringer kan gjøres med en gang underveis i byggefasen, en Jidoka - tankegang, vil man forbedre sine prestasjoner etter hvert som man repeterer operasjoner og forbedrer sin framgangsmåte.

6.2 Involverende Planlegging i lys av produksjonsteorien

Involverende planlegging har sin bakgrunn i Last Planner System™. IP er Veidekkes tolkning av LPS™. Fokuset og målene er de samme: økt produktivitet, kortere syklustider og lavere risiko. Allikevel er nok IP noe tilpasset norske forhold og ikke minst den norske kulturen.

Planleggingen som skjer høyt opp i hierarkiet begrenses til en hovedfremdriftsplan som skal legge føringer for de mer detaljerte planene nedover i systemet. Planleggingen av de faktiske gjøremål gjøres best av de som skal utføre arbeidet. Dette er tankegangen til Ballard og Howell, men også hovedstrukturen til IP. Det fokuseres på å involvere de som skal utføre arbeidet, noe som gir forpliktelser men ikke minst eierskap til prosjektet.

Som beskrevet i teorien er LPS™ et pull-system. I Veidekkes beskrivelse av IP er ikke dette nevnt på samme måte, men slik IP er oppbygd ser vi at ingen aktiviteter utføres før det er gjort opp status av de arbeider som allerede er gjort. Ved lagsmøtet, som gjennomføres mandag morgen, planlegger bas og fagarbeidere ukesplanen. Her får hver enkelt mulighet til å bidra og man skal sørge for at det nødvendige utstyret og resursene er på plass før arbeidet kan starte. I disse møtene blir det vurdert om alt er klart for å starte neste arbeidsoperasjon. Man skal også sørge for at de 7 forutsetningene er til stede. De 7 forutsetningene stammer også fra LPS™. Bestilling av leveranser for materialer og utstyr kan gjøres ved et annet plannivå, enten ved bassmøte eller driftsmøte.

I LPS™ er basen den «siste planleggeren». I IP er involveringen videreført til fagarbeiderne som det siste leddet i planleggingen. Fordelen med dette i forhold til LPS™ er at fagarbeiderne blir nødt til å sette seg inn i og forstå planen og de oppgavene som er knyttet til prosjektet. Fagarbeidernes totale bilde av prosjektet vil bli bedre, samtidig som de har mulighet til å påvirke det ferdige produktet, som igjen, som tidligere nevnt, gir økt eierskap til prosjektet hos alle involverte. Slik oppbyggingen av plansystemet og de involverte er i IP er det en kontinuerlig kommunikasjon gjennom alle ledd i produksjonen. Dette kan også relateres til Toyotas Kanban-system, der informasjon og materialer beveger seg til omtrent samme tid. IP er en videreføring av LPS™ som igjen er basert på Lean og TPS.

Som nevnt fører involveringen av fagarbeiderne til at de har mulighet til å påvirke det ferdige arbeidet. Dette er i tråd med Toyotas Kaizen, som handler om kontinuerlig forbedring. Det er fagarbeiderne som kjenner best til utførelsen og det er de som kan komme med de forbedringene som er knyttet til den praktiske utførelsen eller selve produktet. Dette kan være forbedringer i utførelsen, som gir en bedre effektivitet i utførelsen, eller forbedringer som gir et bedre sluttprodukt. I og med at fagarbeiderne er mere involvert er også muligheten til å finne rot-årsakene til eventuelle avvik større. Det er fagarbeiderne som har

utført arbeidet og derfor er det de som på best mulig måte kan finne tilbake til de avvikene som måtte oppstå. På denne måten bedrer man produksjonen kontinuerlig og drar med seg erfaringer videre i prosjektet og til nye prosjekt.

Toyotas produksjonssystem er forløperen til Lean og LPS™ utspringer fra Lean. Vi ser at Veidekkes syv forutsetninger for sunne aktiviteter stammer fra TPS sin ene grunnpilar «just-in-time». I JIT fokuseres det på at hver prosess får det som er nødvendig, når det er nødvendig, i den nøyaktige mengden. I tillegg fokuseres det på en ryddig og ren arbeidsplass, noe som stemmer overens med nr. 6 av de syv forutsetningene. De syv forutsetningene kan relateres til JIT, men er tilpasset byggebransjens variabilitet og variasjon i prosessen.

I IP fokuseres det på involvering, kontinuerlig forbedring, pull-prinsipp og ikke minst flyt i prosessen. Dette er prinsipper som har latt seg overføre til byggebransjen med noen tilpasninger. Spørsmålet som oppstår er hvordan det er å arbeide med IP på et prosjekt som bruker Taktplanlegging som gjennomføringsmodell.

6.3 Involverende Planlegging og Taktplanlegging på Horneberg

I forbindelse med IP og Takt, har det eksistert en forestilling om at disse to står litt opp i mot hverandre, og ikke er forenelige. Dette er tuftet på oppfatninger fra Taktplanleggingen på prosjektet Veidekke hadde på Kunnskapssenteret.

IP i Takt handler blant annet om planleggingsfasen i Takt. Her spiller basen en viktig rolle. Med sine erfaringer kan han være med å planlegge Takten, da han kan se problemstillinger og utfordringer som ikke en funksjonær ville sett. Det innbefatter også utfordringer i grensesnitt mellom vogner og fag.

Videre ut i produksjonen, når Takten er i gang, handler IP i større grad om å holde seg *innenfor* planlagt framdrift enn det å *planlegge* framdriften. På den måten vil tilrettelegging for egen produksjon ha høyt fokus.

I tillegg kan IP fokusere på kvalitetsmessige og produksjonsmessige forbedringer. Som i TPS kan det refereres til Jidoka, at forbedringer kan gjøres med en gang av de som utfører jobben.

IP har blitt uforpliktende i forbindelse med ferdiggrad og ferdigdato for aktiviteter på prosjektet. Når man ved Takt har en fast plan med tettere oppfølging og tettere bånd mellom aktivitetene fordrer det å gjøre seg ferdig med sin aktivitet for å unngå irrasjonell framdrift som følge av kollisjon mellom vognene.

Ved kontrollrunder og rapportering fra etterfølgende fag, vil IP sørge for at produksjonskvaliteten blir økt ved tidlig avdekking av eventuelle avvik.

6.4 Erfaringer med Taktplanlegging

Gjennom prosjektet på Horneberg har Veidekke tilegnet seg erfaringer ved bruk av Taktplanlegging. Man ser at det har mange positive effekter allerede etter dette prosjektet, men at man ved videre bruk og tilpasning kan optimalisere metoden.

Byggets kompleksitet og hvor mange repeterbare aktiviteter eller områder det er i byggeprosjektet vil spille en rolle for hvor suksessfullt det er å benytte Takt. Ved bygging av for eksempel rekkehus er det mange repeterbare aktiviteter som er gunstig med tanke på taktplanlegging.

Involvering av alle fag tidlig i fasen er viktig ved innføring av et nytt system. På den måten føler de at de får bidra, og tilnærmingen deres kan bli mer positiv som følge av dette. Det kreves god planlegging for å detaljere en framdriftsplan så nøye som gjøres i taktplanlegging. Om hvert enkelt fags prosjektleder blir involvert tidlig i planleggingsprosessen i forhold til Taktplanlegging, kan man lage en enda mer detaljert plan. Det at alle involverte er motivert til å få et system til å fungere har mye å si for resultatet.

Det er ønskelig å ha egne bufferområder tilgjengelig. Dette er områder som går uavhengig av vognrekkefølgen. Ved å ha slike bufferområder kan man bruke disse til å ha ekstra mannskap i beredskap som kan stille opp i vogner om noe uforutsett skulle oppstå, som en mannskapsbuffer. Man kan også bruke dette til et avlastningsområde om noen vogner skulle kollidere, da en vogn kan hoppe til dette område for ikke at framdriften skal stoppe helt opp.

Om man kommer bakpå, er det lettere å ta igjen det tapte med Taktplanlegging enn med tradisjonell framdriftplanlegging.

Ryddighet er en positiv bivirkning av Taktplanlegging. Når ett fag er inne i området om gangen, fordrer det ryddighet da områdene skal overleveres ryddig.

7 Konklusjon

I denne masteren er det fokusert på temaet Taktplanlegging og dens effekter.

Problemstillingen er som følger:

- Hva er effekten av bruken av Taktplanlegging i rekkehusprosjekter med tanke på byggetid, kostnad og trivsel?
 - Hvordan fungerer Taktplanlegging i samspill med Involverende Planlegging i praksis?

På bakgrunn av denne problemstillingen, søker masteren å finne løsning på følgende forskningsspørsmål:

- Er kostnadene blitt lavere med tanke på antall timeverk?
- Har man hatt en reduksjon i total byggetid?
- Hvordan har Taktplanlegging påvirket fagarbeidernes hverdag?
- Har Taktplanlegging gitt utslag på trivselen på byggeplassen?

Analysene viser at kostnadene er blitt lavere. Utførte timeverk for tømmerne er redusert med 13 % sammenlignet med de resterende rekkehusene som er bygd. Dette til tross for de feilkilder og hendelser som har oppstått under byggingen.

Reduksjonen i total byggetid er også markant. Forskjellen på byggetid per leilighet til rekke som har nest raskeste totale byggetid er på nesten 5 dager per leilighet.

Når det gjelder fagarbeidernes hverdag er dette noe som ikke kan påvises på en vitenskapelig måte. Men tilbakemeldinger fra undersøkelser og intervjuer viser at det stort sett er positivitet rundt metoden etter at de involverte har fått prøvd å jobbe med det i praksis. Ved å ha fokus på hvordan *deres* arbeidsdag forenkles og effektiviseres, kan dette være en gulrot for å satse videre på dette for arbeidernes del også.

Økt trivsel er vanskelig parameter å kunne gi en godt svar på. Forsinkelser har gjort prosessen mer stressende enn normalt sett gjennom hele Taktfasen. Derfor er kanskje ikke resultat her så god som det kunne vært. Likevel pekes det på ryddighet, oversikt og fleksibilitet som positive sider, og dette sammen med normalt sett mindre stress sett byggeperioden under ett ved bruk av Taktplanlegging, så antas det at trivselen i så henseende er bra.

Gjennom prosjektet på Horneberg har det blitt vist at IP og Takt slett ikke er to motstridene metoder, men to verktøy som sammen kan være med på å utfylle hverandre når de rette premisser er lagt for det.

Det må sies å være gode resultater som er funnet under casestudie av Horneberg B3. Taktplanlegging har positive effekter, og det viser at selv om ikke alt "går på skinner"

underveis, så er Taktmetoden kapabel til å håndtere usikkerhet og hendelser underveis i gjennomføringstiden

8 **Anbefalinger og videre arbeid**

I dette kapitlet vil det bli gitt anbefalinger for videre arbeid rundt dette temaet.

Det er behov for videre tilpasninger til byggebransjen, men erfaringer kommer ikke før man har våget seg til å prøve ut nye gjennomføringsmetoder. Det må jobbes videre for å finne en optimal gjennomføringsmodell som er tilpasset norsk kultur og norske forhold.

Denne masteroppgaven har tatt for seg bare ett prosjekt som har brukt Taktplanlegging. Mangelen på prosjekter er den viktigste faktoren til at ikke flere er undersøkt. Det er tydelig at det er en ny måte å gjennomføre prosjekter på, men denne oppgaven viser tydelig at det er mye å hente på å forske videre rundt dette emnet.

Ved å sammenligne flere prosjekter vil man få resultater som kan påberope seg å være mer generaliserbar.

Referanseliste

- Abrahamsen, L. (2012, april 16). *How to prepare for reaching high goals for energy savings on the project St. Olavs Hospital?* IFHE 2012 - St. Olavs Hospital HF.
- Andersen, L. (2012, november 22). "Involvering versus Takt" - Et forskerblikk på Veidekkes og Porsches modeller. Trondheim, Norge.
- Andersen, L. (2012). *Organisering av prosjekterings- og byggeprosessen*. Trondheim: NTNU Samfunnsforskning AS.
- Andersen, S. S. (2013). *Casestudier: Forskningsstrategi, generalisering og forklaring, 2. utg.* Bergen: Fagbokforlaget.
- Ballard, G. (2000). *The Last Planner System of Production Control*. The University of Birmingham.
- Ballard, H. G. (1994). *The Last Planner*. Monterey.
- Berg, T. F. (1982). *Samarbeid på byggeplass: Utvikling og utprøving av samarbeidsopplegg på fem byggeplasser*. Norges Byggforskningsinstitutt.
- Brovold, S. (2012, Januar 17.). Forelesning i TBA4130, Prod.tek. BA. Trondheim, Norge.
- Business Dictionary. (u.å.). *Webområde for BusinessDictionary*. Retrieved desember 7., 2012, from Definition PERT: <http://www.businessdictionary.com/definition/program-evaluation-and-review-technique-PERT.html>
- Dalland, O. (2012). *Metode og oppgaveskriving, 5. utgave*. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag.
- Drevland, F. (2012, Februar 12.). Forelesning TBA4127; Prosjekteringsprosessen som et produksjonssystem. Trondheim.
- Flood, E. H. (2012, oktober 9). *folk.ntnu.no/flood*. Retrieved november 21., 2012, from <http://folk.ntnu.no/flood/kurs/>
- Hasfjord, H. (2012, november 22.). Taktprinsipp i prosjektgjennomføring. Trondheim, Norge.
- Holme, I. M., & Solvang, B. K. (1986). *Metodevalg og metodebruk*. Otta: Tano Aschehoug.
- Hopp, W., & Spearman, M. (2001). *Factory Physics; Foundations of Manufacturing Management, Second Edition*. New York: Irwin/McGraw-Hill.
- Hornebergtunet. (u.å.c). *Hjemmeside for Hornebergtunet*. Retrieved januar 15., 2014, from <http://horneberg.no/Images/bakgrunn.jpg>

- Hornebergtunet. (u.å. b). *Hornebergtunet Rekkehus: Webområde for Hornebergtunet*. Retrieved Desember 14., 2013, from <http://horneberg.no/Prosjektet-rekkehus.aspx>
- Hornebergtunet. (2012, Desember 21.). *Illustrasjonsplan B3: Webområde for Hornebergtunet*. Retrieved Desember 14., 2013, from <http://bolig-basen.no/gui.php>
- Hornebergtunet. (u.å. a). *Oversiktskart Horneberg: Webområde for Hornebergtunet*. Retrieved Desember 14., 2013, from Webområde for Hornebergtunet: <http://horneberg.no/Images/kart.jpg>
- Howell, G. A. (1999). *What is Lean Construction*. Berkeley: Lean Construction Institute.
- Hussein, B. (2011, Mars 01.). *Forelesning i Prosjektplanlegging og styring: Terminplanlegging*. Retrieved Desember 14., 2012, from <https://files.itslearning.com/File/Download/GetFile.aspx?FileName=F6.pdf&Path=piz417wOw92Ek%2fSqwiUiO5mt9H%2buqozuz9NuvMggs8ss2qp1TuhAKPsAGuyX4JSw61rmVqnbs1KfVJqoXR%2bbFSBc2Sn5WVtTOgGOHglWNe9i%2bwP8qYHcBpfnaW2CsrZ%2bfj9Rwjx03NIC6raF36XfSzfKoO5ZLcCbygMCpp>
- Ingvaldsen, T., & Edvardsen, D. F. (2007). *Effektivitetsanalyse av byggeprosjekter*. Oslo: Sintef Byggforsk.
- Kenley, & Seppänen. (2009). *Location-based management of construction projects: Part of a new typology for projects scheduling methodologies*. Winter Simulation Conference.
- Kenley, R., & Seppänen, O. (2010). *Location-Based Management for Construction; Planning, Scheduling and Control*. New York: Spon Press.
- Kennedy, M. (2003). *Product Development for the Lean Enterprise: Why Toyota's System is Four Times More Productive and How You Can Implement It*. Richmond: The Oaklea Press.
- Kommunal- og Regionaldepartementet. (2012). *Gode bygg for eit betre samfunn, Stortingsmelding 28*. Oslo: Kommunal- og Regionaldepartementet.
- Koskela, L. (2000). *An exploration towards a production theory and its application to construction*. Technical research centre of Finland.
- Koskela, L., Ballard, G., & Tommelein, I. (2002). *The Foundations of Lean Construction. Design and Construction - Building in Value*. Oxford: Butterworth Heinemann.
- Larsen, A. K. (2007). *En enklere metode*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Lean Enterprise Institute. (2009). *www.lean.org*. Retrieved desember 15, 2012, from <http://www.lean.org/whatslean/history.cfm>

- Lean Forum Norge. (u.å.). *Lean Forum Norge*. Retrieved desember 15, 2012, from <http://www.leanforumnorge.no/no/lean-operations/lean-historien>
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. Kentucky: McGraw-Hill.
- Lodgaard, H. K. (2013, September 10.). *bolig-basen: Webområde for Horneberg B3*. Retrieved Desember 17., 2013, from http://bolig-basen.no/publicfiles/newspictures/4/email.3_fasade_2.jpg
- Monden, Y. (2012). *Toyota Production System; An Integrated Approach to just-in-time*. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Moore, R. (2007). *Selecting the right Manufacturing Improvement Tools: What tool? When?* Oxford: Elsevier Inc.
- NSP. (u.å.). *Webområde for NSP*. Retrieved Desember 14., 2012, from Norsk Senter for Prosjektledelse: <http://www.nsp.ntnu.no/index.php?special=wiki&w=Kritisk+aktivitet+-+Critical+activity>
- Olsson, N. (2011). *Praktisk rapportskrivning*. Trondheim: Tapir Akademisk Forlag.
- Porsche Consulting. (2011a, Januar). Porsche Akademie presentasjon. Bietingheim-Bissingen, Tyskland.
- Porsche Consulting. (2011b, Januar). Porsche Akademie; Lean Construction, Principles. Trondheim, Tyskland.
- Rare Car Relics. (u.å.). *Webområde for Rare Car Relics*. Retrieved Desember 14., 2012, from http://www.rarecarrelics.com/gallery_of_Ford_photos.php?view=preview&category=2&image=90
- Rouse, M. (2011, Mars). *Webområde for Whatis.com*. Retrieved desember 7., 2012, from Project management glossary: <http://whatis.techtarget.com/definition/critical-path-method-CPM>
- Samset, K. (2008). *Prosjekt i tidligfasen*. Trondheim: Tapir Akademiske Forlag.
- Sannerud, A. (2005). *Et aksjonsforskningsprosjekt i byggebransjen*. Lillestrøm: Roskilde Universitetscenter, Forskerskolen Livslang Læring.
- Skaret, O. M. (2012, November 22.). Porsche-takt på Kunnskapssenteret. Trondheim, Norge.
- Skorstad, E. (2002). *Organisasjonsformer; Kontinuitet eller forandring?* Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS.

- Social Research Methods. (2006, oktober 20). *Web Center for Social Researc Methods*. Retrieved november 21, 2012, from <http://www.socialresearchmethods.net/kb/relandval.php>
- Strategos. (2007, september). *www.strategosinc.com*. Retrieved desember 6, 2012, from http://www.strategosinc.com/just_in_time.htm
- Tsukuda, R. (2008). *The Illustrated Toyota Production System*. Mukilteo: Gemba Press.
- University of Canberra. (2012). *www.canberra.edu.au*. Retrieved desember 3, 2012, from <http://www.canberra.edu.au/studyskills/writing/literature>
- Veidekke. (2012, Mai 24.). *Hornebergtunet i Trondheim: Webområde for Veidekke*. Retrieved Desember 14., 2013, from Webområde for Veidekke: <http://www.veidekke.no/bolig/article79629.ece>
- Veidekke. (2011). *Involverende planlegging - i produksjon*. Veidekke Entreprenør AS.
- Veidekke. (2013). *Veidekkes hjemmeside*. Retrieved Desember 13., 2013, from <http://no.veidekke.com/incoming/article84768.ece/BINARY/Organisasjonskart+2013>
- Veidekke. (u.å. c). *Veidekkes hjemmesider*. Retrieved Desember 13., 2013, from <http://www.veidekke.no/var-virksomhet/entreprenor/region-nord-vest/article56115.ece>
- Veidekke. (u.å. a). *Webområde for Veidekke AS*. Retrieved november 19., 2012, from Veidekke: <http://www.veidekke.no/om-veidekke/fakta-om-veidekke/article56618.ece>
- Veidekke. (u.å. b). *Webområde for Veidekke*. Retrieved November 19., 2012, from Veidekke: <http://www.veidekke.no/var-virksomhet/entreprenor/hva-gjor-veidekke-entreprenor/article57894.ece>
- Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (1991). *The machine that changed the world*. New York: Simon & Schuster.

Bilag

Bilag 1 - Oppgavetekst

Bilag 2 - Intervjuguide og intervjuer

Bilag 3 - Spørreundersøkelser

Bilag 1 Oppgavetekst

MASTEROPPGAVE (TBA4910 Prosjektledelse, masteroppgave)

HØSTEN 2013
for
Petter Mordal

Nytten av Taktplanlegging – Casestudie av prosjekt Horneberg B3

BAKGRUNN

Byggebransjen ligger bakpå når det gjelder produktivitet og nytenking. Det er et behov for å forbedre sine prestasjoner for produktivitet. Taktplanlegging er en metode for å få til dette. Det er en lite utprøvd metode i norsk sammenheng.

OPPGAVE

Opgaven består i å vurdere nytten av Taktplanlegging gjennom casestudie, og se på effekten av bruken av Taktplanlegging i rekkehusprosjekter med tanke på tid, kostnad og trivsel. Et underpunkt blir også å se på hvordan Taktplanlegging fungerer i samspill med Involverende Planlegging i praksis.

Forskningsspørsmål som oppgaven søker å finne svar på er følgende:

- Er kostnadene blitt lavere med tanke på antall timeverk?
- Har man hatt en reduksjon i total byggetid
- Hvordan har Taktplanlegging påvirket fagarbeidernes hverdag?
- Har Taktplanlegging gitt utslag på trivselen på byggeplassen?



Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi
Institutt for bygg, anlegg og transport

Side 2 av 3 sider

GENERELT

Oppgaveteksten er ment som en ramme for kandidatens arbeid. Justeringer vil kunne skje underveis, når en ser hvordan arbeidet går. Eventuelle justeringer må skje i samråd med faglærer ved instituttet.

Ved bedømmelsen legges det vekt på grundighet i bearbeidingen og selvstendigheten i vurderinger og konklusjoner, samt at framstillingen er velredigert, klar, entydig og ryddig uten å være unødig voluminøs.

Besvarelsen skal inneholde

- standard rapportforside (automatisk fra DAIM, <http://daim.idi.ntnu.no/>)
- tittelside med ekstrakt og stikkord (mal finnes på siden <http://www.ntnu.no/bat/skjemabank>)
- sammendrag på norsk og engelsk (studenter som skriver sin masteroppgave på et ikke-skandinavisk språk og som ikke behersker et skandinavisk språk, trenger ikke å skrive sammendrag av masteroppgaven på norsk)
- hovedteksten
- oppgaveteksten (denne teksten signert av faglærer) legges ved som Vedlegg 1.

Besvarelsen kan evt. utformes som en vitenskapelig artikkel for internasjonal publisering. Besvarelsen inneholder da de samme punktene som beskrevet over, men der hovedteksten omfatter en vitenskapelig artikkel og en prosessrapport.

Instituttets råd og retningslinjer for rapportskriving ved prosjektarbeid og masteroppgave befinner seg på <http://www.ntnu.no/bat/studier/oppgaver>.

Hva skal innleveres?

Rutiner knyttet til innlevering av masteroppgaven er nærmere beskrevet på <http://daim.idi.ntnu.no/>. Trykking av masteroppgaven bestilles via DAIM direkte til Skipnes Trykkeri som leverer den trykte oppgaven til instituttkontoret 2-4 dager senere. Instituttet betaler for 3 eksemplarer, hvorav instituttet beholder 2 eksemplarer. Ekstra eksemplarer må bekostes av kandidaten/ ekstern samarbeidspartner.

Ved innlevering av oppgaven skal kandidaten levere en CD med besvarelsen i digital form i pdf- og word-versjon med underliggende materiale (for eksempel datainnsamling) i digital form (f. eks. excel). Videre skal kandidaten levere innleveringsskjemaet (fra DAIM) hvor både Ark-Bibl i SBI og Fellestjenester (Byggsikring) i SB II har signert på skjemaet. Innleveringsskjema med de aktuelle signaturene underskrives av instituttkontoret før skjemaet leveres Fakultetskontoret.

Dokumentasjon som med instituttets støtte er samlet inn under arbeidet med oppgaven skal leveres inn sammen med besvarelsen.

Besvarelsen er etter gjeldende reglement NTNUs eiendom. Eventuell benyttelse av materialet kan bare skje etter godkjenning fra NTNU (og ekstern samarbeidspartner der dette er aktuelt). Instituttet har rett til å bruke resultatene av arbeidet til undervisnings- og forskningsformål som om det var utført av en ansatt. Ved bruk ut over dette, som utgivelse og annen økonomisk utnyttelse, må det inngås særskilt avtale mellom NTNU og kandidaten.

(Evt) Avtaler om ekstern veiledning, gjennomføring utenfor NTNU, økonomisk støtte m.v.

Beskrives her når dette er aktuelt. Se <http://www.ntnu.no/bat/skjemabank> for avtaleskjema.



Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi
Institutt for bygg, anlegg og transport

Side 3 av 3 sider

Helse, miljø og sikkerhet (HMS):

NTNU legger stor vekt på sikkerheten til den enkelte arbeidstaker og student. Den enkeltes sikkerhet skal komme i første rekke og ingen skal ta unødige sjanser for å få gjennomført arbeidet. Studenten skal derfor ved uttak av masteroppgaven få utdelt brosjyren "Helse, miljø og sikkerhet ved feltarbeid m.m. ved NTNU".

Dersom studenten i arbeidet med masteroppgaven skal delta i feltarbeid, tokt, befarings, feltkurs eller ekskursjoner, skal studenten sette seg inn i "Retningslinje ved feltarbeid m.m.". Dersom studenten i arbeidet med oppgaven skal delta i laboratorie- eller verkstedarbeid skal studenten sette seg inn i og følge reglene i "Laboratorie- og verkstedhåndbok". Disse dokumentene finnes på fakultetets HMS-sider på nettet, se <http://www.ntnu.no/ivt/adm/hms/>. Alle studenter som skal gjennomføre laboratoriearbeid i forbindelse med prosjekt- og masteroppgave skal gjennomføre et web-basert TRAINOR HMS-kurs. Påmelding på kurset skjer til sonja.hammer@ntnu.no

Studenter har ikke full forsikringsdekning gjennom sitt forhold til NTNU. Dersom en student ønsker samme forsikringsdekning som tilsatte ved universitetet, anbefales det at han/hun tegner reiseforsikring og personskadeforsikring. Mer om forsikringsordninger for studenter finnes under samme lenke som ovenfor.

Oppstart og innleveringsfrist:

Oppstart og innleveringsfrist er i henhold til informasjon i DAIM.

Faglærer ved instituttet: Frode Drevland

Veileder(eller kontaktperson) hos eksternt samarbeidspartner: Ole Morten Skaret (Veidekke)

Institutt for bygg, anlegg og transport, NTNU

Dato: 21.09.2014, (revidert: 15.12.2013)

Underskrift

A handwritten signature in blue ink that reads "Frode Drevland".

Faglærer

Bilag 2 Intervjuguide og intervjuer

2.1 Intervjuguide Horneberg – Takt

Navn:

Fag/Firma:

Stilling:

TAKTPLANLEGGING REKKE G

Siste rekkehusrekke blir bygd med en annen framdriftsstruktur enn de foregående rekkene. Vi ønsker å finne ut hvilke erfaringer og inntrykk man har av denne måten å planlegge på.

Greit at samtalen tas opp? For å gjøre arbeidet lettere, blir slettet etter transkribering/bruk.

Involverte fag: Tømmer, rør, elektro, maler, murer.

Stikkord: Effekt, fleksibilitet, økonomi, tidsforbruk (byggetid), IP & Takt (for tømmer).

1. **Bemanning: (Hvordan) påvirker taktplanleggingen kontrollen og oversikten over arbeidet?**
2. **På hvilke måter løser dere avvik og innjobbing av avvik?**
3. **Fører taktplanlegging til bedre struktur i forbindelse med ferdigstilling og sluttfasen? Hvordan? (Mindre hektisk, fordeler stresset i stedet for å få alt på slutten?)**
4. **Hva har taktplanlegging å si i forhold til kvaliteten underveis av arbeidet?**
5. **Hva har taktplanlegging å si i forhold til kvaliteten på det ferdige produktet?**
6. **(Tømmer/maler): Hva tror du takt har å si for akkorden? Hvilke effekter gir det?**
7. **Hva har takt å si for hindringer fra andre fag?**
8. **Har takt noe å si for forbedringsarbeider?**
9. **Hvilken nytte har takt i forhold til logistikk og ryddighet?**
10. **Hva har takt å si for oversiktligheten i forhold til eget arbeid(planlegging og utførelse)?**
11. **Hva tror du takt har å si for trivselen på arbeidsplassen?**

- 12. Hvilke forbedringer ser du som følge av Takt?**
- 13. Hva ser du på som den største fordelene med takt?**
- 14. Hva ser du på som den største ulempen/utfordringen med takt?**
- 15. Hvordan er tidsforbruket sammenlignet med tradisjonell drift?**
- 16. Tømmer: Hvordan/Hvilken måte mener du at Takt og IP kan fungere sammen?**
- 17. Har du eventuelle innspill på hvordan Takt kan fungere bedre?**

2.2 Intervju anleggsleder

1. Bemanning: (Hvordan) påvirker Taktplanleggingen kontrollen og oversikten over arbeidet?

Det gir mye bedre oversikt og du får detaljplanlagt prosjektet ditt i stedet for lange strenger der du synser mye i tidligfase og detaljerer etter hvert. Dermed får du bedre oversikt og bedre kontroll på status, så du ser godt om du er bak eller foran.

2. På hvilke måter løser dere avvik og innjobbing av avvik?

To måter: Bemanning: Beholdt mannskap lengre før vi slipper de fra prosjektet for å komme tilbake på planen.

Overtid: Hvis en mann er syk en dag så kommer vi bakpå, og dette må tas inn en plass.

3. Fører Taktplanlegging til bedre struktur i forbindelse med ferdigstilling og slutfasen? Hvordan? (Mindre hektisk, fordeler stresset i stedet for å få alt på slutten?)

Ja, det gjør det. Spesielt hvis det er gjentakende arbeid. Avvik oppdages ofte tidlig i Taktområdene, noe som gjør at vi får ta de med oss som erfaring videre, slik at det siste området har man god kontroll på hva som skal være med mot slutten. Når man planlegger Takten har man mindre aktiviteter på slutten, som gjør at du har bedre tid på slutten av prosjektet enn ved vanlig planlegging.

Et godt eksempel er rekke F, det siste byggetrinnet før byggetrinnet med Takt, rekke G. Der var det mye stress og kaos på slutten på grunn av forsinkelser. Her på felt G holder vi slikt under kontroll ved å holde folk lengre på prosjektet, samt å jobbe overtid underveis for å komme oss på planen, i stedet for å ha god kontroll på slutten. På den måten unngår man den bølgen som typisk bygger seg opp på slutten av et byggeprosjekt.

4. Hva har Taktplanlegging å si i forhold til kvaliteten underveis av arbeidet?

Kvalitet av arbeidet avhenger i hovedsak av planlegging og utførelsen av den som gjør arbeidet. Planlegging: Hvordan det blir utført i forhold til KS, og med hensyn til løsningen. I begge tilfeller har man en bedre kontroll på befaringer under Taktplanlegging ved at man kan legge inn befaringer underveis i Takten for å sikre kvaliteten.

5. Hva har Taktplanlegging å si i forhold til kvaliteten på det ferdige produktet?

Ett fag er inne om gangen i området, så i forhold til kvalitet og ryddighet i området så vil du ha bedre kontroll på det ferdige produktet med hensyn til ferdige overflater enn om det er mange inne på samme området. På den måten sikrer man at rekkefølgen på arbeidet også blir korrekt.

6. (Tømmer/maler): Hva tror du Takt har å si for akkorden? Hvilke effekter gir det?

I og med at det ligger til rette for å jobbe enfaglig vil man sannsynligvis ha færre hinder i forhold til framdriften. Dermed vil du få bedre flyt i arbeidet, som igjen vil være bra for akkorden. Samtidig så mister man muligheten for å "skrive bort timer med gaffel" når man har et hinder. Dette pleier å bli skrevet som tillegg. Men hvis man får til et godt Taktprosjekt tror jeg at det vil påvirke akkorden positivt. Men det er viktig at man da har rett bemanning i forhold til Taktplanleggingen. Totalkostnaden på prosjektet vil absolutt gå ned når man ikke vil skrive så mange timer som tillegg, som ikke er med i aktiviteten/arbeidet man skal utføre.

7. Hva har Takt å si for hindringer fra andre fag?

Det har mye å si. Siden du skal være alene i området for å gjøre ferdig en bestemt arbeidsoppgave, vil slike hindringer fra andre fag tas i planleggingsfasen, og i selve produksjonen. Finner man avvik i rekkefølge eller lignende, tar man det med seg videre i Taktproduksjonen for å hele tiden strebe etter å unngå hindringer.

8. Har Takt noe å si for forbedringsarbeider (løsninger og avvik)?

Vil være ganske likt i forhold til løsninger og avvik. Men med Taktplanlegging vil man kunne ha større fokus på forbedringer med tanke på kvalitet i stedet for forbedring i forhold til framdrift.

9. Hvilken nytte har Takt i forhold til logistikk og ryddighet?

Logistikk: Du har en ganske korrekt plan fra starten av. Så du kan bestille varer tidlig, så det kan planlegges godt. Det kreves litt mer arbeider i forhold til å gjøre endringer på bestillinger om justeringer av planen er kommer. Da må bestillinger samkjøres med planen slik at det hele tiden er i samsvar mellom levering av varer og behovet for varene. Samkjøres dette, vil det være større sannsynlighet for å få varene til rett tid, JIT (Just-In-Time).

Ryddighet: Det skal i prinsippet ikke være fag med avhengighet til hverandre inne i samme område, men helst bare ett fag som arbeider i området. Da har det faget ansvaret for ryddingen av arbeidet, og dermed kan dette faget bli pålagt å rydde om området ikke er blitt forlatt med den ryddigheten som skal være. Alle skal rydde seg ut før de forlater et område.

10. Hva har Takt å si for oversiktligheten i forhold til eget arbeid(planlegging og utførelse)?

Gir en bedre status på hvor du er hen i forhold til planen. Viser bedre hvor skoen trykker. Du vet også hele veien hva arbeidet ditt består av, da det er samme arbeidsmengde som kommer igjen hver gang i områdene. Det er mulighet for å se lengre fram i planen. Man planlegger kanskje litt mindre selv, da mye er bestemt på forhånd.

11. Hva tror du Takt har å si for trivselen på arbeidsplassen?

Underveis på prosjektet er det kanskje litt mer trykk på produksjonen i forhold til å holde seg på planen. Dette kan kanskje komme negativt ut der og da, men tror det kommer positivt ut i slutfasen. Der vil man ikke få det stresset man ofte får på slutten av et prosjekt, da Takten har jevnet ut dette på et tidligere tidspunkt.

Enfaglighetsbiten og den oversikten i arbeidsmengden kan være med på å påvirke trivselen positivt. Totalt sett er det veldig avhengig av innstillingen man har til dette på forhånd, men med gode erfaringen vil det komme positivt ut.

12. Hvilke forbedringer ser du som følge av Takt?

Kortere byggetid, og antageligvis reduserte kostnader.

13. Hva ser du på som den største fordelene med Takt?

Kortere byggetid og økonomiske fordeler. Bedre oversikt; du vet mer nøyaktig hvor du er hen i forhold til hvor du skulle ha vært hen. Mye bedre oversikt over framdriften din. Statusoppfølging er mye lettere med Takt.

14. Hva ser du på som den største ulempen/utfordringen med Takt?

Bemanning. Om du kommer bakpå og skal jobbe inn dette, vil du der og da ha folk ganske fort. Dette er ikke alltid mulig, og det medfører overtidjobbing. Så det kan medføre en mengde overtid, men det vil forbedre sluttfasen din. Samtidig vil det totalt sett være mer gunstig økonomisk totalt sett.

15. Hvordan er tidsforbruket sammenlignet med tradisjonell drift?

I utgangspunktet skal det tidsforbruket gå ned i og med at man fjerner en del hindringer, fagene får jobbe alene og at man tar med seg erfaringene på en bedre måte. Byggetiden går definitivt ned.

Prosjekter er også personavhengig. Noen er innstilt på å jobbe fort og dra lasset, mens andre liker best bare å dilte med, og da blir framdriften deretter.

16. Tømmer: Hvordan/Hvilken måte mener du at Takt og IP kan fungere sammen?

IP og Takt skal gå sammen. Forskjellen fra vanlig framdriftsplanlegging er at med Takt er framdriften mer satt. Så da er det snakk om hvis man ligger bak planen og skal komme deg tilbake på planen – hvordan man jobber for å få til det. Så IP her vil komme inn for å planlegge hvordan man hele tiden kan ligge riktig i forhold til planen, og ikke hvor langt man kan komme. IP kan også ha mer fokus på kvalitetsarbeid i og med at framdriften i større grad er satt ved bruk av Taktplanlegging.

17. Har du eventuelle innspill på hvordan Takt kan fungere bedre?

Takt kan fungere bedre om man har en god mengde med bufferaktiviteter som ikke har etterfølgende avhengigheter. Om man har god oversikt over dette får man på den måten en slags overbemanning hvor man kan hente folk fra for å ta inn eventuelle avvik, eller bruke disse på områder som kanskje får ekstra mye å gjøre.

Skal man få til dette med bufferaktiviteter må man se dette i forhold til en helhet på et større prosjekt. Her på prosjektet er det bare en rekke med rekkehus som er det som skal bygges etter Taktplanleggingsprinsippet, og derfor vanskelig og ha en slik løsning med bufferaktiviteter.

2.3 Intervju tømmerbas

1. **Bemanning:** (Hvordan) påvirker taktplanleggingen kontrollen og oversikten over arbeidet?

Stor fordel med taktplan at du har stor oversikt over alle fag, ikke bare ditt eget. På den måten gjør det at det er lettere å se om noen ligger bak, og dermed korrigere. For egen del: Problemet er å ha rett bemanning. Om en er borte, så er det ingen som kan settes inn. Tenke alternativer rundt dette.

2. ***På hvilke måter løser dere avvik og innjobbing av avvik?***

En mulighet er overtid. Selv om det ikke er ønskelig i utgangspunktet. I dette tilfelle er det kveldsjobbing som er alternativet. Om man hadde hatt mannskap og ta av, mannskapbuffer, så kunne man ha løst det på den måten.

3. ***Fører taktplanlegging til bedre struktur i forbindelse med ferdigstillelse og sluttfasen? Hvordan? (Mindre hektisk, fordeler stresset i stedet for å få alt på slutten?)***

Hver enkelt ser lengre fram i tid enn det man er vant med. Mot den vanlige ukeplanen man får utlevert på fredagene, så har man taktplanen å følge. På den måten ser man hele bildet for mer detaljert planlegging fram i tid.

Ikke mindre hektisk akkurat i den fasen man er inne i nå, kanskje mer hektisk. Dette på grunn av at man i utgangspunktet ligger bak, og så blir man stresset av å prøve å nå målene hele tiden. Flere at man blir liggende bak hele tiden å jage etter å komme på planen. Faren kan være at man skylder på andre for at man henger bak. Legger skylden på andre vogner for at man ligger etter, når det kanskje er eget fag som har skylden. Handler om å løse problemet mer i fellesskap, ute på plassen om det skulle oppstå konflikter i forhold til planen.

4. ***Hva har taktplanlegging å si i forhold til kvaliteten underveis av arbeidet?***

Vil si at det er ganske likt. Syns ikke det er så stor forskjell på dette.

5. ***Hva har taktplanlegging å si i forhold til kvaliteten på det ferdige produktet?***

Fordelen: Faste personer går på samme aktiviteten hele tiden. Sånn sett kanskje kvaliteten blir bedre. Slipper så mye utskifting og rokkeringer.

6. ***(Tømmer/maler): Hva tror du takt har å si for akkorden? Hvilke effekter gir det?***

Så lenge taktplanen fungerer, så er det optimalt. Hvis det ikke fungerer så blir det krasj. Om taktplanen hadde fungert 100 % hadde det klart hjulpet på akkorden.

Effekter: Møtte litt motbør til å begynne med. Men når mannskapet kommer inn i systemet og ser det fungerer, vil folk se at det er lønnsomt.

7. Hva har takt å si for hindringer fra andre fag?

For min egen del har det mye å si. Bedre oversikt når man kan kontrollere og se om de andre vognene og fagene også er på taktplanen.

8. Har takt noe å si for forbedringsarbeider?

Ingen store forskjeller fra tidligere. Ganske likt.

9. Hvilken nytte har takt i forhold til logistikk og ryddighet?

I forhold til logistikk er det veldig enkelt. Man kan i forkant gå inn å se mer nøyaktig når varene skal komme til bestemt tid. Er da avhengig av at man faktisk ligger på planen for at varene ikke skal komme for tidlig. Om man kontrollerer vareleveranser opp mot den taktplanen og har kontroll på om man ligger på plan, kan man enklere sørge for at leveransene skjer til rett tid, og eventuelt gjøre tiltak.

10. Hva har takt å si for oversiktligheten i forhold til eget arbeid(planlegging og utførelse)?

Det er et hjelpemiddel for oss som planlegger.

11. Hva tror du takt har å si for trivselen på arbeidsplassen?

Har selv følt at det har vært litt stress når man ligger bak. Men i utgangspunktet er det en fordel. Forskjell på hva folk syns om det. Om man blir liggende bak hele tiden vil folk syns det er slitsomt. Tror at trivselen kan bli høyere med tanke på konflikter. Når det er bare et fag inne i leiligheten om gangen, får man jobbe i fred. Samtidig blir ryddigheten bedre, og dette gjør også utslag på trivselen.

12. Hvilke forbedringer ser du som følge av Takt?

Du ser lengre fram enn det du har gjort til vanlig. Bedre oversikt.

13. Hva ser du på som den største fordelene med takt?

Bedre oversikt, kan planlegge lengre fram i tid.

14. Hva ser du på som den største ulempen/utfordringen med takt?

At alle fag klarer å holde takten. Hvis et fag kommer ut av takten kan dette ha konsekvenser for resten av vognene. Kunne tenkt meg og hatt mer luft mellom aktivitetene om det er mulig. Da tror jeg det er større sjanse for at vi lykkes.

15. Hvordan er tidsforbruket sammenlignet med tradisjonell drift?

Føler kanskje ikke det er veldig stor forskjell. Her kan man se det mer nøyaktig ved å gå inn og sammenligne timeverkene som er brukt mot de tidligere byggetrinnene.

16. Tømmer: Hvordan/Hvilken måte mener du at Takt og IP kan fungere sammen?

To ting som må henge sammen. Hvis man står overfor utfordringer og "konflikter", kan man løse dette der og da ute på byggeplassen, og dermed dra inn prinsippet med IP.

17. Har du eventuelle innspill på hvordan Takt kan fungere bedre?

Viktig at man får med alle sammen på det. Alle må ha troen på at dette skal fungere. Møtte litt motbør før man begynte fra noen, og det kan smitte over til flere. Da må man være ganske god til å overbevise andre om at dette er bra om mange er negativ i utgangspunktet. Mer luft mellom aktivitetene om det er mulig.

Taktplanlegging kommer sikkert for å bli.

2.4 Intervju malerbas

1. Bemanning: (Hvordan) påvirker taktplanleggingen kontrollen og oversikten over arbeidet?

Synes det er ganske oversiktlig og greit. Ganske ny i taktplanleggingen, så tror at systemet må kjøres inn slik at alle som jobber med det har erfaring med det fra før. Har oversikt over hvor man henger etter og ser hvordan man ligger an.

2. På hvilke måter løser dere avvik og innjobbing av avvik?

Ved å øke bemanningen. Har vært dårlig til å se over framdriftsplanen. Hadde jeg vært flinkere til å sjekke den, hadde jeg hatt mer kontroll på selve planleggingen. Har blitt litt prøving og feiling til å begynne med.

3. Fører taktplanlegging til bedre struktur i forbindelse med ferdigstilling og sluttfasen? Hvordan? (Mindre hektisk, fordeler stresset i stedet for å få alt på slutten?)

Tror det blir bedre fordi man har en god oversikt over arbeidet. Synes det har vært mer stress og mer hektisk med Taktplanlegging underveis i prosjektet, men på slutten mot overlevering tror jeg det blir bedre fordi du slipper det stresset som pleier å være rett før overlevering da du ofte må jobbe mye overtid for å komme i mål. På den måten blir sluttstresset fordelt mer utover i tid, og ikke alt på slutten.

4. Hva har taktplanlegging å si i forhold til kvaliteten underveis av arbeidet?

Noe av det samme. Hvis vi hadde blitt bedre på Takt, og blitt mer drillet i flere prosjekt, så tror jeg at det hadde gitt bedre utslag.

5. Hva har taktplanlegging å si i forhold til kvaliteten på det ferdige produktet?

Litt usikker. Tror ikke det har så mye å si nå.

6. (Tømmer/maler): Hva tror du takt har å si for akkorden? Hvilke effekter gir det?

Avhengig av ganske mange kvadratmeter tilgjengelig for å få til en bra akkord. Men det er veldig ryddig og oversiktlig, så tror at det kan bli bedre med Taktplanlegging i forhold til det med akkord.

7. Hva har takt å si for hindringer fra andre fag?

Ettersom at der er ryddig og enfaglig, så vil det ikke være noen hindringer. Men hvis først ett fag henger etter, vil man få en dominoeffekt. Tror det er færre hindringer fra andre fag.

8. Har takt noe å si for forbedringsarbeider?

Nei. Har ikke noe spesifikt system for forbedringsarbeider.

9. Hvilken nytte har takt i forhold til logistikk og ryddighet?

Har egentlig ikke hatt noe å si her. Har vært en del stress, og da har det blitt litt nedprioritert. Ikke avhengig av noe spesielle vareleveringer som har ting å si for logistikken. Med hensyn til ryddigheten har det generelt sett vært bra på hele prosjektet.

10. Hva har takt å si for oversiktligheten i forhold til eget arbeid(planlegging og utførelse)?

Oversiktligheten er veldig bra. Veldig positivt.

11. Hva tror du takt har å si for trivselen på arbeidsplassen?

Hvis vi får bort den stressfølelsen som er nå for tiden, kan det kanskje være bedre. Må prøves ut mer for å svare mer konkret på det spørsmålet. Kanskje litt mer stress underveis nå.

12. Hvilke forbedringer ser du som følge av Takt?

Slipper de hektiske sluttfasene. Om oppsatt Taktplan fungerer, er vi ferdige i god tid før overlevering. Da har man tid for å rette opp eventuelle utbedringer uten å måtte bruke overtid natten før overleveringen. Det er positivt.

13. Hva ser du på som den største fordelene med takt?

Oversikten.

14. Hva ser du på som den største ulempen/utfordringen med takt?

Avhengig av at vognene går slik de skal. At ikke varer blir stående igjen etter andre fag og blir stående i veien.

15. Hvordan er tidsforbruket sammenlignet med tradisjonell drift?

Føler kanskje at det noe av det samme. Totalt sett i prosjektet blir det jo litt maskinelt den produksjonen med gjentakelser, så det vil kanskje gå raskere etter hvert. Blir ferdig med ting raskere.

16. Tømmer: Hvordan/Hvilken måte mener du at Takt og IP kan fungere sammen?**17. Har du eventuelle innspill på hvordan Takt kan fungere bedre?**

Hvis alle UE'er blir involvert i planleggingen, og ikke bare Entreprenøren som sitter og bestemmer hvordan framdriftsplanen skal se ut, så ser jeg ikke noe negativt med Taktplanlegging.

UE kan være med i startfasen av Taktplanleggingen for å få være med på planleggingen.

2.5 Intervju elektrikerbas

1. Bemanning: (Hvordan) påvirker taktplanleggingen kontrollen og oversikten over arbeidet?

Veldig lett å se hva som skal gjøres til enhver tid. Enkelt å holde oversikten. Enklere og plassere folket etter når man skal være ferdig med de forskjellige arbeidene.

2. På hvilke måter løser dere avvik og innjobbing av avvik?

Ofte overtid. Kunne eventuelt leid inn ekstra mannskap ved større prosjekter.

3. Fører taktplanlegging til bedre struktur i forbindelse med ferdigstilling og slutfasen? Hvordan? (Mindre hektisk, fordeler stresset i stedet for å få alt på slutten?)

Det har fungert bra så langt med flyten som har vært. Lettere å se hva man må være ferdig med til riktig tidspunkt. Alle har mulighet til å se på planen hva man har igjen med aktiviteter, og dermed vil eventuelt etterslep bli oppdaget på et tidligere tidspunkt slik at man slipper den dosen med overtid på slutten av byggetiden. Blir mer systematisk. Avhengig av at alle sammen følger opp.

4. Hva har taktplanlegging å si i forhold til kvaliteten underveis av arbeidet?

Spørs om det blir mye stress eller ikke. Tror ikke det har hatt så mye å si. Har hatt faste personer på operasjonene på de forskjellige leilighetene. På den måten blir det likt i leilighetene og kanskje bedre kvalitet på arbeidet.

5. Hva har taktplanlegging å si i forhold til kvaliteten på det ferdige produktet?

Hvis Takt fungerer optimalt vil det kanskje ha en positiv virkning.

6. (Tømmer/maler): Hva tror du takt har å si for akkorden? Hvilke effekter gir det?

Ikke jobbing med akkord, men med like arbeidsoperasjoner bruker man kanskje kortere tid etter hvert.

7. Hva har takt å si for hindringer fra andre fag?

Man kan se hvilke fag som står i veien, og samarbeide om det er noe som haster. Har fungert greit med enfagligheten. Alle fag må være ferdig i tide for at det ikke skal bli kollisjoner. Enfagligheten har fungert bra her, bortsett fra at man har hengt litt etter grunnet tidligere byggetrinn.

8. Har takt noe å si for forbedringsarbeider?

Ikke noe spesielt å si for dette. Har ingen spesielle rutiner for forbedringsarbeider. Men kjører man med samme personell i leilighetene ser man måter å gjennomføre jobben på en bedre måte etter hvert som man jobber seg bortover i leilighetene.

9. Hvilken nytte har takt i forhold til logistikk og ryddighet?

Så lenge alle gjør jobben sin skal det fungere bra. Lett å spore opp hvem som eventuelt ikke har ryddet etter seg. Man vet til enhver tid hvem som har rotet.

10. Hva har takt å si for oversiktligheten i forhold til eget arbeid(planlegging og utførelse)?

Har bedre oversikt over hva som skal være ferdig, hva man faktisk har utført og hva man burde ha startet på. Synes det er lettere å ha kontroll over hvor langt man er kommet i forhold til planen med Taktplanlegging. Var vanskeligere å forstå og se hvor man skulle være hen med den planen man brukte tidligere. Har ikke så mye å si for bestillingene våre, da det ikke er noen store varer som blir stående i leilighetene og som er i veien for andre fag.

11. Hva tror du takt har å si for trivselen på arbeidsplassen?

Må være i forhold til om det fungerer bra eller ikke. I forhold til arbeidsfordeling og bemanning så vil kanskje trivselen være bra. Enfagligheten er positivt for trivselen. Hvis man har riktig bemanning, får fordelt arbeidet riktig og blir ferdig til riktig tid, blir det fort et godt miljø på arbeidsplassen.

12. Hvilke forbedringer ser du som følge av Takt?

Mer oversiktlig. Lettere å følge med på prosjektet og hvor man ligger hen i forhold til planen. Har på tidligere byggetrinn måtte stå og jobbe med skjultanlegg samtidig som tømreren begynte å gipse veggene.

13. Hva ser du på som den største fordelene med takt?

Oversiktligheten. Vet hva man skal gjøre fra dag til dag. Hvert fag får gjøre seg ferdig med sine oppgaver før neste fag slipper til.

14. Hva ser du på som den største ulempen/utfordringen med takt?

Hvis ett av fagene havner bak planen, så blir det litt stress. Hvert enkelt firma sitt ansvar og følge opp i forhold til bemanning osv for å holde planen. Vil gå utover de neste vognene om de ikke utfører arbeidet etter planen. Men hvis planen fungerer, så er det jo optimalt. Verst om tømrere eller malere blir forsinket, da dette vil gå utover alle de andre fagene, da ikke de andre fagene får gjort noe før de er ferdige.

15. Hvordan er tidsforbruket sammenlignet med tradisjonell drift?

Blir ofte mer effektivitet på folk når man føler at man har det travelt. Så tror kanskje tidsforbruket blir lavere med Takt. Skal gå veldig bra hvis man greier å følge planen, eller greier og jobbe inn igjen om man kommer bak. I og med at alle sammen på byggeplassen vet hvor alle fagene skal ha kommet, og at man kan se tidlig om man ligger bak, og dermed treffe tiltak med en gang så man unngår unødige heftelser.

16. Tømmer: Hvordan/Hvilken måte mener du at Takt og IP kan fungere sammen?

17. Har du eventuelle innspill på hvordan Takt kan fungere bedre?

Hadde vi ikke hatt forsinkelser fra tidligere trinn, så hadde dette gått veldig bra tror jeg. Enklere å kunne ta igjen det tapte med en slik plan (Taktplan). Kan kanskje få til en enda mer detaljert plan om hvert enkelte fags prosjektleder kommer inn tidlig i planleggingsfasen.

2.6 Intervju rørleggerbas

1. Bemanning: (Hvordan) påvirker taktplanleggingen kontrollen og oversikten over arbeidet?

En del enklere. Ser bedre hvor mye tid en har. Dukker det opp avvik går det fort litt lengre tid enn planlagt likevel. Det kan dukke opp uansett.

2. På hvilke måter løser dere avvik og innjobbing av avvik?

Som regel blir det hentet inn ekstra mannskap. Bemanning framfor overtid når det lar seg gjøre.

3. Fører taktplanlegging til bedre struktur i forbindelse med ferdigstilling og sluttfasen? Hvordan? (Mindre hektisk, fordeler stresset i stedet for å få alt på slutten?)

Litt bedre kanskje, men som regel er det litt stressende på slutten uansett. Ser veldig greit ut så langt i hvert fall. Håper på at det skal bli litt mindre stressende i sluttfasen på rekke G.

4. Hva har taktplanlegging å si i forhold til kvaliteten underveis av arbeidet?

Stort sett den samme. Må ha samme kvaliteten på arbeidet. Avvik oppdages kanskje litt tidligere.

5. Hva har taktplanlegging å si i forhold til kvaliteten på det ferdige produktet?

Har hatt litt bedre tid på de leilighetene som allerede er ferdige, slik at man kan gå over selv og dermed slippe å få punkter som man må rette opp etter befaringene.

6. (Tømmer/maler): Hva tror du takt har å si for akkorden? Hvilke effekter gir det?

7. Hva har takt å si for hindringer fra andre fag?

Har mye å si. Er man ikke ferdig, blir man gående i veien for hverandre. Blitt bedring på dette punktet.

8. Har takt noe å si for forbedringsarbeider?

Tror ikke det. Har prøvd å hatt en mann på samme operasjonene, slik at han har "spesialisert" seg på dette med det utstyret han trenger osv.

9. Hvilken nytte har takt i forhold til logistikk og ryddighet?

Fungerer bra, da alle fagene skal rydde etter seg.

10. Hva har takt å si for oversiktligheten i forhold til eget arbeid(planlegging og utførelse)?

Greit å holde oversikten. Man vet at når man kommer inn i leiligheten, så er alt klart til at vi kan gjøre jobben vår. Letter å planlegge arbeidet når det skal være klart og hvilke deler som må være klart.

11. Hva tror du takt har å si for trivselen på arbeidsplassen?

Så lenge alle er i rute og man har leiligheten for seg selv er det bra. Men hvis det ikke er ryddet eller ikke har rukket å gjøre deg ferdig kan det fort bli det motsatte. Passer man på å følge planen så skal trivselen være bra.

12. Hvilke forbedringer ser du som følge av Takt?

Du får med deg det du trenger i hver enkelt leilighet når det er klart til deg der. På den måten kan du for hver leilighet hente akkurat det materiellet du vet du trenger akkurat der. Alt er ferdig og klargjort til oss til vi skal begynne der.

13. Hva ser du på som den største fordelene med takt?

At det er klargjort til vi kommer. Oversiktligheten gjør at vi kan bestille opp varene til det tidspunktet vi trenger dem i forhold til Takten. Da slipper vi mellomlagring, og det er en stor fordel. Da kan vi bare bære dette rett inn i leiligheten. For eksempel dusjene.

14. Hva ser du på som den største ulempen/utfordringen med takt?

Å klare og holde Takten. Blir ting avglemt av gjøremålene kan det bli mer stress, selv om det egentlig ikke skal skje.

15. Hvordan er tidsforbruket sammenlignet med tradisjonell drift?

Så lenge vi har områdene klar til når vi skal ha dem er det en stor fordel i forhold til tiden. Tror tidsforbruket på rekke G er mindre enn de andre rekkene.

16. Tømmer: Hvordan/Hvilken måte mener du at Takt og IP kan fungere sammen?**17. Har du eventuelle innspill på hvordan Takt kan fungere bedre?**

Det har fungert bra til nå, så tror det vil fungere greit nå når vi nærmer oss slutfasen også. Synes Takt fungerer greit for vår del.

2.7 Intervju formann tømmer

1. Bemanning: (Hvordan) påvirker taktplanleggingen kontrollen og oversikten over arbeidet?

Veldig oversiktlig bemanningsmessig å ha den Taktplanen som den er satt opp. Strukturert og fin plan der man ser behovet ditt framover i tid.

2. På hvilke måter løser dere avvik og innjobbing av avvik?

Man oppdager avvik opp imot planen tidlig om man ikke greier å holde framdriften. Da må man enten bemanne opp, omorganisere eller jobbe overtid for å komme inn på planen igjen. Viktig at laget er satt opp optimalt med riktig mann på riktig plass i forhold til vognene. Hver mann har sin spisskompetanse. Laget sin oppgave og fordele oppgavene på best mulig måte seg i mellom.

3. Fører taktplanlegging til bedre struktur i forbindelse med ferdigstillelse og sluttfasen? Hvordan? (Mindre hektisk, fordeler stresset i stedet for å få alt på slutten?)

Klarer man å kjøre med den Takten som er satt opp, skal man få bedre struktur når man nærmer seg ferdigstillelsen. Viktig at det da ikke har opparbeidet seg en hale med etterslep som man har for vane, men at alt blir tatt med og løst med en gang med hjelp av Taktplanleggingen. Dette kan være en utfordring.

4. Hva har taktplanlegging å si i forhold til kvaliteten underveis av arbeidet?

Tror ikke det har noen stor innvirkning.

5. Hva har taktplanlegging å si i forhold til kvaliteten på det ferdige produktet?

Tror ikke det. Har hatt brukbar kontroll på dette med de rutinene vi har hatt på dette punktet tidligere også. Småfeil blir kanskje oppdaget på et tidligere tidspunkt og korrigert dette tidligere. "Overleveringer" av mindre områder gjør at du kanskje oppdager en feil tidlig i stedet for at det kunne blitt en følgefeil på flere områder før det hadde blitt oppdaget.

6. (Tømmer/maler): Hva tror du takt har å si for akkorden? Hvilke effekter gir det?

Skal egentlig være positivt for akkorden. Både laget og administrasjonen greier å se bedre hva som er produsert og produseres til enhver tid. Da ser du også hvordan du ligger an og kan korrigere hvis det er noe som er feil.

7. Hva har takt å si for hindringer fra andre fag?

Hindringer oppdages tidligere, blir tatt tak i tidligere og blir løst med en gang. Ellers hindrer det hele driften. Unngår at folk jobber oppå hverandre.

8. Har takt noe å si for forbedringsarbeider?

Tror det er positivt. Får en hyppigere diskusjon om forbedringsarbeider i og med at de ser hvor mye de presterer og hva de må gjøre for å greie å holde Takten.

9. Hvilken nytte har takt i forhold til logistikk og ryddighet?

Setter høyere krav til planleggingen og logistikken. Også høyere krav til ryddigheten ute på plassen. Det skal være ryddig når du kommer og det skal være like ryddig når du forlater området.

10. Hva har takt å si for oversiktligheten i forhold til eget arbeid(planlegging og utførelse)?

Bli mer oversiktlig når arbeidsoppgavene er mer oppdelt, så du har bedre kontroll på hva som skal gjøres i den vognen du er i.

11. Hva tror du takt har å si for trivselen på arbeidsplassen?

Såfremt at det fungerer så er det positivt. Fungerer det ikke er det negativt, som alt annet som ikke fungerer.

12. Hvilke forbedringer ser du som følge av Takt?

Får komprimert byggetiden ved at du slipper å få store områder som står tomme der det ikke foregår arbeider. Jevnere arbeidsflyt på byggeplassen for de forskjellige fagene. Har samtidig bedre oversikt over produksjon og bemanning.

13. Hva ser du på som den største fordelene med takt?

Det samme som det foregående svaret (på spørsmål 12).

14. Hva ser du på som den største ulempen/utfordringen med takt?

Sårbart for uforutsett arbeid. Det kan være i form av fravær, vær etc. Da får det konsekvenser for hele toget.

15. Hvordan er tidsforbruket sammenlignet med tradisjonell drift?

Vil tro at det er positivt om Takt er lagt opp riktig, både på eget arbeid og totalt sett.

16. Tømmer: Hvordan/Hvilken måte mener du at Takt og IP kan fungere sammen?

Alle må engasjere seg i aktivitetene og planlegge hva som skal være med i de forskjellige vognene, og prøve å optimalisere dette. Likedan ser man på en lettere måte hva som skal produseres de neste ukene. Kan korrigere hindringer på et tidligere tidspunkt med bruk av Takt og IP.

Fra svaret på spørsmål 2: Viktig at laget er satt opp optimalt med riktig mann på riktig plass i forhold til vognene. Hver mann har sin spisskompetanse. Laget sin oppgave og fordele oppgavene på best mulig måte seg i mellom.

17. Har du eventuelle innspill på hvordan Takt kan fungere bedre?

Viktig at alle fagene er involvert i planlegging fra starten av, slik at hele bygget blir planlagt med Taktplanlegging. Når alle fag er engasjert i dette, vil planen bli mest mulig realistisk til å begynne med.

Viktig at det er planlagt med bufferaktiviteter som kan hjelpe deg mot sårbarheten om noe uforutsett skulle oppstå, eller om man av en eller annen grunn gjør at man kommer bakpå i forhold til planen. På den måten kan man korrigere med disse bufferaktivitetene.

2.8 Intervju fagarbeider tømmer

1. Bemanning: (Hvordan) påvirker taktplanleggingen kontrollen og oversikten over arbeidet?

Har ikke så mye med dette å gjøre til vanlig.

2. På hvilke måter løser dere avvik og innjobbing av avvik?

Har ikke så mye med dette å gjøre til vanlig

3. Fører taktplanlegging til bedre struktur i forbindelse med ferdigstilling og sluttfasen? Hvordan? (Mindre hektisk, fordeler stresset i stedet for å få alt på slutten?)

Føler kanskje det er ganske likt, men tror at det fører bedre oversikt for funksjonærene. Et godt planleggingsverktøy for funksjonærene. Med riktig bemanning blir det lettere. Sårbart og mer hektisk ved fravær.

4. Hva har taktplanlegging å si i forhold til kvaliteten underveis av arbeidet?

Både og. Hvis det fungerer, får man være alene i området. Da vil det være positivt. Det har ikke alltid fungert like godt om man har hengt etter planen, og da kan det bli dårligere.

5. Hva har taktplanlegging å si i forhold til kvaliteten på det ferdige produktet?

Fungerer enfagligheten kan det virke positivt på det ferdige produktet.

6. (Tømmer/maler): Hva tror du takt har å si for akkorden? Hvilke effekter gir det?

Jeg var i utgangspunktet negativ til Taktplanlegging på grunn av datoene var satt når alle skulle inn i leilighetene. Men når man ser at planen var fleksibel og kunne endres om man så at ting måtte forandres, så ble jeg mer positiv. På den måten kunne det virke positivt for akkorden. Akkorden gikk litt ned mot jul, noe som er naturlig.

7. Hva har takt å si for hindringer fra andre fag?

Når man får jobbe alene så er det lite hindringer og da fungerer det kjempefint. Men om noen henger bak og ikke blir ferdig til angitt tid, vil man bli hindret av at man da blir jobbende i samme område.

8. Har takt noe å si for forbedringsarbeider?

Ikke som jeg merker. Det flyter som før føler jeg.

9. Hvilken nytte har takt i forhold til logistikk og ryddighet?

Hver enkelt skal rydde etter seg, og det er bra. Få ut alt som ikke skal være der.

10. Hva har takt å si for oversiktligheten i forhold til eget arbeid(planlegging og utførelse)?

Har sikkert noe for seg, men har ikke merket noe selv.

11. Hva tror du takt har å si for trivselen på arbeidsplassen?

Er helt klart positiv virkning hvis Takt fungerer. Man får en mer forutsigbar dag, man vet hele tiden hva man skal. Da blir man også motivert og produktiv når man kan gå og produsere det man skal til enhver tid.

12. Hvilke forbedringer ser du som følge av Takt?

Ser ingen klare forbedringer ute på byggeplassen, men hører at det er en mye bedre plan for de på kontoret for planleggingen. Det tror jeg på.

13. Hva ser du på som den største fordelene med takt?

Som svaret på spørsmål 12.

14. Hva ser du på som den største ulempen/utfordringen med takt?

Om ting ikke går som planlagt vil man jo kolliderer i hverandre.

15. Hvordan er tidsforbruket sammenlignet med tradisjonell drift?

For meg selv: likens. Har vært ganske god på å planlegge tidligere i prosjektet også. Men er det et godt verktøy for funksjonærene for planleggingen er det kjempefint.

16. Tømmer: Hvordan/Hvilken måte mener du at Takt og IP kan fungere sammen?

I og med at Taktplanleggingen er justerbar om man ser problemer, så fungerer det jo. Ute på plassen løser vi eventuelle hindringer med andre fag der og da.

17. Har du eventuelle innspill på hvordan Takt kan fungere bedre?

Hadde man vært mindre folk så man kunne arbeidet mer hensiktsmessig, kunne man jobbet mer effektiv. Prøve å få med seg mest mulig arbeid i en vogn. Har også en HMS-messig gevinst. Får på den måten variasjon i arbeidet. Det vil også gi seg utslag økonomisk sett. Det er da viktig at man har en fast arbeidsstab som får jobbet inn rutine.

Litt mer luft mellom aktivitetene. Hvis noen da er syk, så slipper man å ty til brannslukking med en gang fordi det kanskje ordner seg likevel med litt mer slakke.

Bilag 3 Spørreundersøkelser

3.1 Svar spørreundersøkelse del 1



Svar spørreundersøkelse Horneberg B3 del 1

Rekke G blir bygd ved taktplanlegging. Formålet med denne spørreundersøkelsen er å få et inntrykk av hvordan det er å jobbe med taktplanlegging framfor tradisjonell framdriftsplanlegging.

Resultatet fra denne spørreundersøkelsen skal brukes som datagrunnlag for en masteroppgave om taktplanlegging skrevet av NTNU-student Petter Mordal.

Undersøkelsen er anonym.

Vennligst svar så godt du kan på spørreundersøkelsen.

På forhånd takk for hjelpen.

FAG	Tømmer	Maler	Elektro	Rør	Murer
Sett kryss	6	1	3	3	

Alder og kjønn:

Antall år i byggebransjen:

Din funksjon i prosjektet (bas, fagarbeider etc.):

Har du vært med på byggingen av de andre rekkehusene (rekke A- F)?

JA	NEI
12	1

Hvordan er arbeidsdagene med taktplanlegging?

Mye mindre stress	Mindre stress	Likt	Mer stress	Mye mer stress
		10	3	

Begrunnelse for avkryssing: (mer stress: har ikke jobbet med taktplanlegging før)

Hvordan syns du planleggingen av arbeidet ditt går med taktplanlegging?

Mye mindre forutsigbart	Mindre forutsigbart	Likt	Mer forutsigbart	Mye mer forutsigbart
		8	5	

Begrunnelse for avkryssing: (mer oversikt)

Hvordan tror du fleksibiliteten til framdriften er med taktplanlegging?

Mye mindre fleksibel	Mindre fleksibel	Likt	Mer fleksibel	Mye mer fleksibel
	6	6	1	

Begrunnelse for avkryssing: (god oversikt over jobben)

Hvordan føler du effektiviteten i arbeidet er med taktplanlegging?

Mye mindre effektiv	Mindre effektiv	Likt	Mer effektiv	Mye mer effektiv
	1	8	4	

Begrunnelse for avkryssing:

Hvordan syns du på overgangen til taktplanlegging har vært?

Svært negativ	Litt negativ	Ingen forskjell	Litt positiv	Svært positiv
	1	4	8	

Hvis negativ, hva er grunnen til det?

Hvis positiv, hva er grunnen til det?

- *Bedre oversikt, kontroll på UE*
- *Oversikten på jobben*

Om du kunne valgt; hvilken type framdriftsplanlegging ville du foretrukket?

Tradisjonell framdriftsplanlegging	Taktplanlegging
4	9

Begrunnelse for valg:

Hva ser du på som de største fordelene med å jobbe i takt?

- *Litt mer forutsigbart, bedre flyt*
- *Økt produksjon, lettere å planlegge*
- *Hvis det fungerer er det fint om kun et fag er i leilighetene av gangen*
- *Bra effektivisering av arbeidet*
- *Høres bra ut i teorien hvis alt går bra*
- *Hvis erfarne arbeidsfolk som har gått på en del prosjekt sammen gjennom tid, og blir rutinererte sammen vil jobbing i takt være greit*
- *At man får jobbe alene på rommene*
- *Lettere å ha oversikt på når man må være ferdig i forhold til de andre fagene*
- *Man har hele tiden oversikt over framdriften til alle fag*
- *Mer forutsigbart, blir lettere å samarbeide med de andre fagene*

Hva ser du på som de største ulempene med å jobbe i takt?

- *Mindre variasjon, belastningsskader*
- *Krever nok mannskap, lett å komme bak ved sykdom*
- *Mer stress*
- *Alle er mer avhengig av hverandre*
- *Føles mer sårbart hvis noen er borte*
- *Vanskelig ved gjennomtrekk av folk*
- *Veldig avhengig av bemanning. Om en er syk må man evt. endre arbeidsoppgaver til de andre på prosjektet*
- *Avhengig av høy bemanning, mer sårbart mot fravær*

Andre kommentarer/synspunkter om taktplanlegging:

- *Møtte motgang fra fagarbeidere om taktplanlegging, økt press*

3.2 Svar spørreundersøkelse del 2



Svar spørreundersøkelse Horneberg B3 del 2

Rekke G blir bygd ved taktplanlegging. Formålet med denne spørreundersøkelsen er å få et inntrykk av hvordan det er å jobbe med taktplanlegging framfor tradisjonell framdriftsplanlegging.

Resultatet fra denne spørreundersøkelsen skal brukes som datagrunnlag for en masteroppgave om taktplanlegging skrevet av NTNU-student Petter Mordal.

Undersøkelsen er anonym.

Vennligst svar så godt du kan på spørreundersøkelsen.

På forhånd takk for hjelpen.

FAG	Tømmer	Maler	Elektro	Rør	Murer
Sett kryss	2	1	2	4	

Alder og kjønn:

Antall år i byggebransjen:

Din funksjon i prosjektet (bas, fagarbeider etc.):

Har du vært med på byggingen av de andre rekkehusene (rekke A- F)?

JA	NEI
9	

Hvordan er arbeidsdagene med taktplanlegging?

Mye mindre stress	Mindre stress	Likt	Mer stress	Mye mer stress
	1	3	5	

Begrunnelse for avkryssing: - *Forsinkelse på prosjektet gir utslag. – Tror det krever en periode med tilvenning av arbeidsmetode*

Hvordan syns du planleggingen av arbeidet ditt går med taktplanlegging?

Mye mindre forutsigbart	Mindre forutsigbart	Likt	Mer forutsigbart	Mye mer forutsigbart
		4	4	1

Begrunnelse for avkryssing: - *Mer oversikt over når ting skal være gjort ferdig og når ting skal være klart for oppstart. – Lettere å holde oversikt over hva de andre fagene gjør.*

Hvordan tror du fleksibiliteten til framdriften er med taktplanlegging?

Mye mindre fleksibel	Mindre fleksibel	Likt	Mer fleksibel	Mye mer fleksibel
	3	3	2	1

Begrunnelse for avkryssing: - *Litt avhengig av hvem man jobber med (hvilket firma), men er greit å avtale endringer underveis i prosjektet. – Ser for meg at dette ikke endres stort, framdriften vil være lik uansett.*

Hvordan føler du effektiviteten i arbeidet er med taktplanlegging?

Mye mindre effektiv	Mindre effektiv	Likt	Mer effektiv	Mye mer effektiv
		4	5	

Begrunnelse for avkryssing: - *Kan som oftest komme inn og gjøre ferdig jobben når man først er der uten å måtte ta en ekstra runde. – Får planlagt tid til å jobbe alene i en leilighet, så ikke fagene går oppå hverandre.*

Hvordan syns du på overgangen til taktplanlegging har vært?

Svært negativ	Litt negativ	Ingen forskjell	Litt positiv	Svært positiv
		5	4	

Hvis negativ, hva er grunnen til det?

Hvis positiv, hva er grunnen til det? – *Oversiktlig, letter å følge andre fag sin framdrift. – Litt mer oversiktlig, lettere å vite hva og hvor de andre fagene skal jobbe. – God oversikt.*

Om du kunne valgt; hvilken type framdriftsplanlegging ville du foretrukket?

Tradisjonell framdriftsplanlegging	Taktplanlegging
2	7 (3*bas)

Begrunnelse for valg: - *Mer oversiktlig, slipper at flere fag holder på samtidig på samme sted. Bruker mer tid på flytting. – Trenger flere prosjekt for å kunne se effekten.*

Hva ser du på som de største fordelene med å jobbe i takt?

- *At alle har sin avsatte tid til å gjøre seg ferdig på. Om man ikke blir ferdig, må man treffe tiltak for å komme seg på planen igjen slik at det blir klart for neste fag. (Bas)*
- *Mer oversiktlige dager/uker.*
- *Får være for seg selv i leiligheten.*
- *Økt produksjon hvis alle fag holder takten. (Bas)*
- *Framdrift.*
- *Høres bra ut hvis det går på skinner.*
- *Hvis det funker, så er det bra at det kun er et fag i leiligheten om gangen.*
- *Oversikten underveis. (Bas)*

Hva ser du på som de største ulempene med å jobbe i takt?

- *Du har mer tidspress på å få ferdig det du skal gjøre med tanke på at andre fag skal inn å jobbe der du selv holder på.*
- *Bruker mye tid på flytting mellom leilighetene.*
- *Lite fleksibelt, alle må holde takten.*
- *Stress.*
- *Stress.*
- *Virker sårbart hvis uforutsette hendelser oppstår, eller hvis planleggingen er for dårlig.*
- *Mye stress som kan føre til dårligere utført arbeid.*
- *Mer stress, men med mer erfaring med Takt blir det nok bedre.*

Andre kommentarer/synspunkter om taktplanlegging:

3.3 Samlet oversikt spørreundersøkelse

FAG	Antall svar del 1	Antall svar del 2
Tømrer	6	2
Rør	3	4
Elektro	3	2
Maler	1	1
Totalt	13	9

Vært med på byggingen
av de andre
rekkehusene (uten
takt):

	Antall svar del 1	Antall svar del 2
JA	12	9
NEI	1	0

1: Hvordan er arbeidsdagene med
taktplanlegging?

	Mye mindre stress	Mindre stress	Likt	Mer stress	Mye mer stress
Del 1			10	3	
Del 2		1	3	5	
1. undersøkelse [%]			77 %	23 %	
2. undersøkelse [%]		11 %	33 %	56 %	

2: Hvordan syns du planleggingen av arbeidet ditt går med
taktplanlegging?

	Mye mindre forutsigbart	Mindre forutsigbart	Likt	Mer forutsigbart	Mye mer forutsigbart
Del 1			8	5	
Del 2			4	4	1
1. undersøkelse [%]			62 %	38 %	
2. undersøkelse [%]			44 %	44 %	11 %

3: Hvordan tror du fleksibiliteten til framdriften er med
taktplanlegging?

	Mye mindre fleksibel	Mindre fleksibel	Likt	Mer fleksibel	Mye mer fleksibel
Del 1		6	6	1	
Del 2		3	3	2	1
1. undersøkelse [%]		46 %	46 %	8 %	
2. undersøkelse [%]		33 %	33 %	22 %	11 %

4: Hvordan føler du effektiviteten i arbeidet er med taktplanlegging?

	Mye mindre effektiv	Mindre effektiv	Likt	Mer effektiv	Mye mer effektiv
Del 1		1	8	4	
Del 2			4	5	
1. undersøkelse [%]		8 %	62 %	31 %	
2. undersøkelse [%]			44 %	56 %	

5: Hvordan syns du på overgangen til taktplanlegging har vært?

	Svært negativ	Litt negativ	Ingen forskjell	Litt positiv	Svært positiv
Del 1		1	4	8	
Del 2			5	4	
1. undersøkelse [%]		8 %	31 %	62 %	
2. undersøkelse [%]			56 %	44 %	

6: Om du kunne valgt; hvilken type framdriftsplanlegging ville du foretrukket?

	Tradisjonell planlegging	Taktplanlegging
Del 1	4	9
Del 2	2	7
1. undersøkelse [%]	31 %	69 %
2. undersøkelse [%]	22 %	78 %