



Forord

Denne masteroppgaven er utarbeidet vårsemesteret 2014/2015 ved Norges Miljø- og Biovitenskapelige Universitet som en avslutning på mastergraden innen Industriell Økonomi. Omfanget av gradsoppgaven er 30 studiepoeng.

Intern veileder ved instituttet har vært Tor Kristian Stevik. Veiledere fra Statsbygg har vært Morten Haveraaen og Sesn Tesfu. Problemstillingen har blitt utarbeidet i samråd med både intern veileder og representanter fra Statsbygg.

Vi vil bruke anledningen til å takke Tor Kristian Stevik for et godt samarbeid, han har motivert oss og fått oss til å stille kritiske og nyttige spørsmål relatert til oppgaven. Det har vært en krevende jobb, men nokså lærerikt og interessant. Vi har tilegnet oss mye kunnskap og faglig forståelse innen bruk av Lean i byggebransjen.

Vi vil også takke våre veiledere fra Statsbygg som har vært til stor hjelp for å komme i kontakt med riktig personell, og for å finne et passende prosjekt for oss å sammenligne. Videre vil vi takke Lars Abrahamsen ved Sykehusbygg og Torgeir Wiig fra Veidekke for intervju og essensiell informasjon om bruken av Lean på Kunnskapscenteret. I tillegg vil vi rette en takk til Jo Sigurd Lang Ree, ifra Statsbygg som har bidratt med mye nyttig informasjon i tilknytning til Odontologibyggget i Bergen. Vi vil også bruke anledningen til å takke Marc Schick fra Porsche Consulting i Tyskland for nyttig informasjon angående Porsche takt, og Hans Thomas Holm ifra Statsbygg for å hjelpe oss med å komme i kontakt med vedkommende.

Sammendrag

Stans og stopp i byggebransjen er et betydelig problem. Produktiviteten har kontinuerlig falt siden midten av 90-tallet. Det er et behov i bransjen for å vurdere hvordan man idag utfører arbeidsoperasjoner, samt lære av andre bransjer som har oppnådd suksess i samme periode. Teorien fra andre bransjer bør tas i bruk for å endre situasjonen i byggebransjen og metoder og verktøy bør tilpasses slik at man får best mulig utnyttelse av de. Industribransjen i regi av Toyota har gjennom mange år utarbeidet Lean filosofien og gjort stor suksess med å eliminere sløsing i sitt produksjonssystem. Tanken er å bruke denne teorien og metodene for å implementere disse i byggebransjen.

Filosofien i Toyota Production System har videre blitt utviklet og tilpasset byggebransjen av Porsche Consulting for å bygge i takt.

Oppgaven tar for seg casestudie av to prosjekter, Odontologibyggget i Bergen som er bygget etter Statsbyggs interne prosedyrer og protokoller og Kunnskapscenteret som er bygget etter Helsebygg og Veidekkes tilnærming til Lean Management og Porsche takt. En omfattende del av oppgaven er litteraturstudie basert på eksisterende teori om emnet og dokumentanalyse av Statsbygg og Helsebyggs interne dokumenter. Informasjon er hentet inn ved intervjuer av nøkkelpersoner i prosjektene. Teorien om Porsche takt er hentet ifra Porsche Consulting.

Analysen av Odontologi i Bergen viser at det ble engasjert flere entrepriser enn først planlagt, noe som ga tverrfaglige kollisjoner. Prosjektet ble ledet med en hierarkisk ledelseskultur, uten særlig involvering av lavere ledd i organisasjonen. Prosjektet er utført i samsvar med Statsbygg interne styringsdokumenter, men det ble brukt noen hjelpemidler som kan minne om Lean verktøy. Prosjektet ble levert til avtalt tid og innenfor avtalt budsjett.

Analysen av Kunnskapscenteret viser at samhandlingen møtte på utfordringer grunnet mangel på samlokalisering og grensesnitt mellom teknisk- og bygg entreprenør. Produksjonen ble forsinket grunnet sene tegninger, noe som førte til sent råbygg og ga

tidspress utover i prosjektet. Taktplaner ga utfordringer, og mangel på erfaring gjorde gjennomføringen vanskelig. Bygget var et pilotprosjekt for Porsche taktsystemet for flere av de involverte og kompleksiteten skapte problemer med gjennomføringen. Prosjektet har vært et tapsprosjekt for entreprenørene, men ble levert til avtalt tid og innenfor avtalt budsjett for byggherren.

Implementering av nye systemer gir utfordringer, Lean er et bredt begrep og alle bedrifter har sin egen tolkning av filosofien og metodene. Gapet mellom de ulike aktørene blir for stort noe som er ugunstig for prosjektet. Riktig bruk av takt planlegging krever detaljert og massiv planlegging. Dette må trenes på og utføringen vil bli enklere med erfaring. Lean er fortsatt under utvikling i byggebransjen og vil med videre forskning kunne optimaliseres.

Oppgaven er bygd på et Lean prosjekt. Det anbefales å forske videre på temaet og samle resultater for å kunne generaliserbare og standardisere.

Abstract

Interruptions and stops has become a big problem within in the construction industry. The productivity has continuously fallen since the mid 90s. It is necessary for the construction sector to raise concern with the productivity and to learn from other sectors. Theories from other sectors should be taken into consideration in hope to change the productivity in the construction sector, the goal is to optimise the tools and theories from other sectors.

The industry sector has developed a Lean production system that aims to minimize and eliminate all waste in the production industry. The goal is to create something similar within construction.

The Toyota Production System has been developed over the last decade and Porsche Consulting have now come up with a similar model for the construction industry to build within tact time.

This thesis will look at the study of two projects. One is OiB and the other one is KS. OiB is built after Statsbygg own standards and procedures while KS is built after Lean Management and Porsche tact. A big part of this thesis is the study of the two projects based documents and existing theory giving by Porsche Consulting.

The analysis of OiB shows that it what was more contractors than originally planned. Therefore the project had a lot of conflicts related to 20 contractors. The project was lead by hierarchical leading structure, without any further involvement of workers. The project is built upon the the procedures of Statsbygg. The project was built within agreed time and budget. The analysis of KS shows that the cooperation between the different contractors had a alot of challenges. This was because the two different contractors had different theories about Lean, one was the entrepreneur and the other was the consultant. The production got late because the drawings was late, this resulted with further delays within the building. This incident caused a lot of stress, and the lack of experience didnt make it any easier. Majority of people involved in this project used Porsche tact for the very first time. Both of the contractors have lost money on on this project, but the builder contractor got the building done within agreed time and budget.

Implementing of new systems gives a lot of challenges, lean is a wide term and all organisations have their own way of interpreting it. The gap between the parties in this project caused alot of challenges. Correct use of tact planning claims detailed and massive planning. This needs to be trained on and will become easier with experience. Lean is still in development within the construction industry and further research is needed in order for it to be optimized.

This thesis is built on a Lean project. It is recommended that this topic is researched on furthermore in to order generalize and standardize the theories and thought we have foud in this thesis.

Innholdsfortegnelse

Forord.....	1
Sammendrag	2
Abstract	4
1.0 Innledning.....	10
1.1 Bakgrunn	10
1.2 Avgrensning.....	12
2.0 Metode	15
2.1 Generelt om metode.....	15
2.2 Reliabilitet og validitet.....	15
2.3 Kvalitativ og kvantitativ analyse	16
2.4 Anvendte metoder	17
2.5 Litteraturstudie.....	17
2.6 Kildekritikk.....	18
2.7 Casestudie	19
2.8 Dokumentasjonsanalyse	19
2.9 Intervju	19
2.10 Oppgavens reliabilitet og validitet	20
2.11 Feilkilder	21
3.0 Teori.....	22
3.1 Historie og TPS.....	22
3.2 Lean Production	24
3.2.1 Spesifiser kunde verdi	25
3.2.2 Identifisere verdistrømmen.....	25
3.2.3 Skape flyt	26
3.2.4 Pullstyring.....	27
3.2.5 Perfeksjon.....	28
3.3 7 typer “Waste” (MUDA).....	28
3.3.1 Overproduksjon.....	28
3.3.2 Venting	29
3.3.3 Unødvending transport	29
3.3.4 Urasjonell bearbeiding	29
3.3.5 Unødvendig lager	30
3.3.6 Unødvendig bevegelse (unødvendig forflytning av mannskap).....	30
3.3.7 Feil og avvik (produksjonsfeil)	30
3.3.8 Ubrukt arbeids kreativitet	31

3.4 Lean Construction.....	32
3.4.1 Transformasjon.....	33
3.4.2 Flyt	33
3.4.3 Verdiskapning.....	34
3.4.4 The Last Planner System.....	35
3.5 Porsche takt.....	39
3.5.1 Bakgrunn.....	39
3.5.2 Flyt	40
3.5.3 Taktplanlegging	42
3.5.4 Pull.....	43
3.5.5 Null feil prinsippet	44
3.6 Porsches vurdering av de 7 sløsingene	45
3.6.1 Lagerbeholdning.....	46
3.6.2 Plass.....	46
3.6.3 Transport	46
3.6.4 Venting	47
3.6.5 Produksjonsfeil/Retting av feil	47
3.6.6 Bevegelse.....	47
3.7 Flyteeffektivitet vs ressurseffektivitet.....	48
3.8 BIM	52
3.9 VDC	54
3.10 Involverende planlegging	56
3.10.1 Hindringsanalyse	57
3.10.2 Arbeidsdeling i tid.....	57
3.10.3 Plansystem.....	58
3.10.4 Møtestruktur	59
3.11 Lean Management.....	61
3.12 PA- bok.	64
3.13 Verktøy	65
3.13.1 Multifunksjonelle arbeidsgrupper	65
3.13.2 Parallell ingeniørarbeid	65
3.13.3 Relasjonsbygging	65
3.13.4 Visuell kontroll.....	66
3.13.5 Standardisering.....	66
3.13.6 A3.....	67
3.13.7 Kanban.....	67

3.13.8 Gemba Walk	67
3.13.9 JIT (Just in Time)	68
3.13.10 Jidoka.....	68
3.13.11 Kaizen	68
3.13.12 Morgenmøter	69
3.13.13 Poka Yoke	69
3.13.14 Kundefokus.....	69
3.13.15 Informasjon, kommunikasjon og prosess struktur.....	69
3.14 Kritikk av lean	70
4.0 Resultater	72
4.1 Casestudie	72
4.1.1 Odontologibyggget i Bergen - Bygd etter den tradisjonelle metoden.....	72
4.1.2 Kunnskapssenteret	93
5.0 Diskusjon	105
5.1 OiB	105
5.2 KS.....	113
6.0 Konklusjon/Anbefalinger	123
6.1 Det optimale.....	123
6.2 Konklusjon	125
6.3 Veien videre.....	126
7.0 Litteraturliste.....	129
8.0 Vedlegg	132

Figurliste:

Figur 1: Arbeidsproduktivitet - relativ vekst.....	10
Figur 2: Bildet av systemet i Toyota Production System	23
Figur 3: Figur av 5 kjerneprinsipper i Lean. Lean Enterprise Institute 2014.....	24
Figur 4: Pullstrying. Henter ifra Modig og Åhlstrøm 2012	27
Figur 5: The Last Planner System.....	36
Figur 6: 5R. Porsche Consulting	39
Figur 7: Bil vs Bygg. Porsche Consulting 2011	39
Figur 8: Just In Time system. Porsche Consulting 2011.....	40
Figur 9: 10 steg for Porsche takt. Porsche Consulting 2011.....	41
Figur 10: Sonevis inndeling. Porsche Consulting 2011	41
Figur 11: Takt tid før endring. Porsche Consulting 2011	42
Figur 12: Takt tid etter endring. Porsche Consulting 2011.....	43
Figur 13: Tog som passerer et bygg. Porsche Consulting 2011	43
Figur 14: Null feil prinsippet. Porsche Consulting 2011	44
Figur 15: Verdiskapende aktiviteter. Porsche Consulting 2011	45
Figur 16: Sløsing definert av Porsche. Porsche Consulting 2011	45
Figur 17: Flyteeffektivitet vs Ressurseffektivitet. Modig og Åhlstrøm 2012	49

Figur 18: Abstraksjonsnivå	50
Figur 19: effektivitetsmatrise. Modig og Åhlstrøm 2012	52
Figur 20: BIM. Informasjonsflyt 2007	53
Figur 21: Vico software 2012.....	54
Figur 22: VDC. Veidekke 2011	55
Figur 23: Sunn aktivitet . Ballard 2000	57
Figur 24: Arbeidsdeling i tid. Veidekke 2011.....	58
Figur 25: Plansystem. Veidekke 2011.....	58
Figur 26: Møtestruktur. Veidekke 2011	59
Figur 27: Strategiske møter. Veidekke 2011	60
Figur 28: Operative møter. Veidekke 2011	60
Figur 29: Lean ledelse. Dennis 2009.....	62
Figur 30: Tradisjonell ledelse. Dennis 2009.....	62
Figur 31:PDCA syklusen. Lean home building.	63
Figur 32: OiB	72
Figur 33: Statsbyggs prosjektmodell. Statsbygg 2009.....	74
Figur 34: PM-bok prosesser. Statsbygg 2009	75
Figur 35: Inndeling av grensesnitt. Statsbygg 2009.....	91
Figur 36: KS	93
Figur 37: Samhandlingsplan. Helsebygg 2011.....	98
Figur 38: Organisasjonsstruktur. Helsebygg 2011.....	100
Figur 39: TB1. Helsebygg 2011	101
Figur 40: BIM i 4D	108
Figur 41: 5R i logistikk.....	112

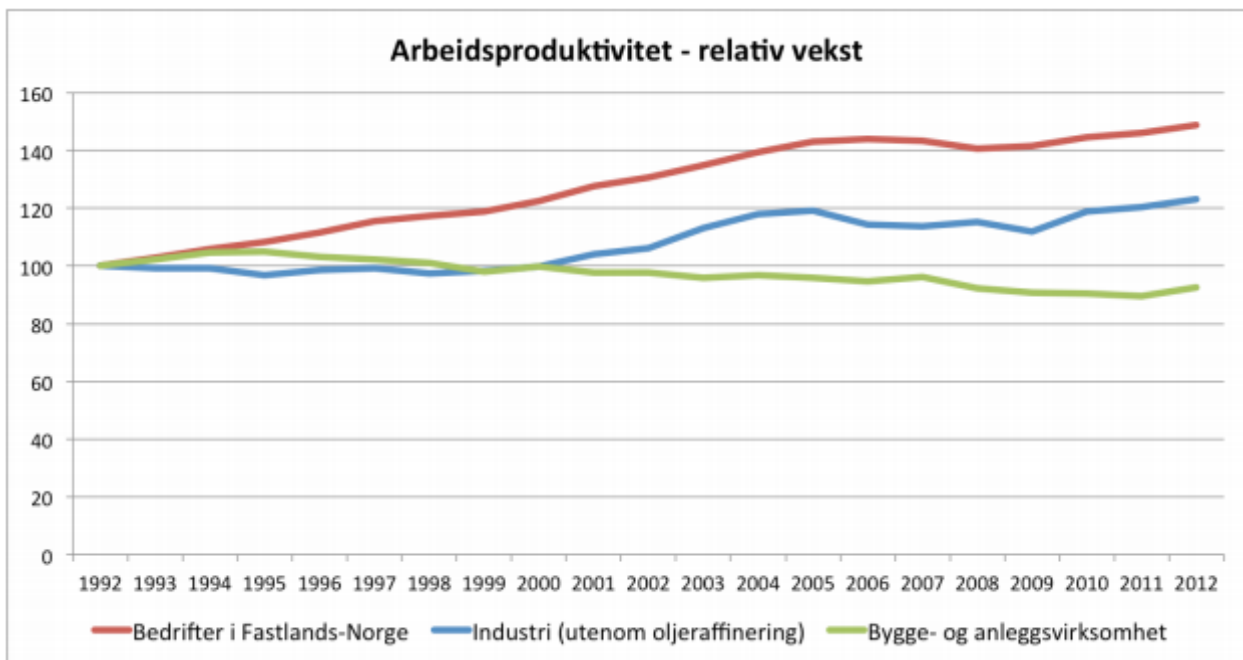
Tabelliste:

Tabell 1:Sammenheng mellom kvalitativ og kvalitativ analyse.....	17
Tabell 2: Kritisk suksesskriterium. Statsbygg 2009.....	79
Tabell 3: Suksesskriterium. Statsbygg 2009	80
Tabell 4: Grensesnitt i prosjektet. Statsbygg 2009.....	83
Tabell 5: Fremdriftplan i MsProject. Statsbygg 2009	88

1.0 Innledning

1.1 Bakgrunn

Det har de siste årene vært en felles oppfattelse at produktiviteten i byggenæringen har falt de siste 10-15 årene. Fellesforbundet (2012) viser i en undersøkelse at så lite som 66% av tiden brukt på norske byggeplasser kan regnes som effektiv arbeidstid. Undersøkelser foretatt av SSB (Sintef 2013) styrker denne påstanden og viser at produktiviteten i den norske byggebransjen har vært negativ de siste årene.



Figur 1: Arbeidsproduktivitet - relativ vekst

Figuren over viser hvordan produktiviteten i byggebransjen har kontinuerlig falt siden midten av nitti tallet frem til 2012 i forhold til industri og andre bedrifter. Det vil si at vi idag bruker lengere tid på å produsere et bygg enn hva vi gjorde for over 20 år siden. Hva som er forårsakende til denne trenden er vanskelig å stadfeste, men i en stortingsmelding (Kommunal- og Regionaldepartementet, 2012) legges det frem at grunnene kan være blant annet disse:

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

Johan Vatnan (2011) viser til tall fra 2006 som viste at produktiviteten hadde falt med 25%, og legger til at det ikke har vært noe utvikling siden. Vatnan (2011) nevner at mangel på utvikling i bransjen er en av grunnene til at produktiviteten forsetter å synke, det legges ikke nok penger i forskning og utvikling samt at byggherrer ikke stiller høye nok krav til entreprenøren for å kunne snu trenden.

Industri har derimot hatt positiv endring i produktivitet. Bil industrien spesielt har økt produktiviteten sin det siste århundre grunnet nyutvikling av teknologi og benyttelse av metoder og verktøy for å øke verdiskapningen. Toyota markerer seg spesielt med en åtte ganger større fortjeneste enn gjennomsnittet til industrien (Liker, 2004).

Toyota har ikke kun implementert verktøy og metoder i sitt produksjonssystem, men endret hele sin filosofi gjennom årene. Tanken bak Toyota Production System er å eliminere all slags sløsing for å effektivisere prosesser som gir merverdi til kunden (Ohno 1988). Dette er en filosofi som blir kalt Lean Production og har sine røtter i Toyota og utviklingen i samlebåndproduksjon, men har i senere tid smittet over til andre industrier og bransjer. Byggebransjen er en av mange som har sett potensialet i systemet og prøvd å tilpasse det til eget bruk. I byggebransjen har konseptet røtter i USA og er kjent gjennom boken "The Machine That Changed The World" av James Womack m.fl (1990). Dette systemet har de siste årene fått feste i den skandinaviske byggebransjen og flere norske bedrifter bruker nå avarter av dette som et styringssystem på sine prosjekter.

Behovet for endring i byggebransjen er stor, man har i mange år jobbet etter samme modell. Hvis man kan implementere vellykkede modeller fra andre bransjer vil dette være en start på en lang og spennende reise for byggebransjen. Det er derimot viktig å være tålmodige og forstå at dette er en prosess som må gjennom hele bransjen for å kunne lykkes. Det er en hel kultur som må legges om og det vil ta tid før man leverer de resultatene man ønsker.

1.2 Problemstilling

Forskning viser at omfanget av stans og stopp i produksjonen er et betydelig problem i byggebransjen per dags dato. En annen problemfaktor er treffbarheten av aktiviteter som skal gjennomføres til planlagt tid. (*«Andersen, L.A, 2012. Organisering av prosjekterings- og byggefasen. Trondheim: NTNU Samfunnsforskning.»*)

Rapporten til Lars Andersen presenterer og drøfter ulike verktøy som skal redusere variabiliteten til problemene nevnt ovenfor. Det er diskutert flere verktøy deriblant: Lean Construction – Last Planner (LC-LP), Lean Production og «Porsche takt».

Spørsmålet man da stiller seg er hvilket av disse verktøyene som passer best i byggebransjen og hvorfor? Vi mener at det kan være lurt å se på disse verktøyene hver for seg og i en mulig kombinasjon hvor vi drøfter og ser på en så optimal løsning for byggebransjen som mulig.

«Porsche takt» er en tilnærming til Lean Production, men krever stort samsvar mellom de ulike aktørene for å få jevn flyt i byggeprosjektet. Stopp hos en aktør gir stopp i prosjektet.

Hovedmål:

- Evaluere Kunnskapssenterets bruk av Lean Construction. Sammenligne Kunnskapssenteret opp mot Odontologibyggget i Bergen som ble bygget etter den “tradisjonelle” metoden. Se på fordeler og ulemper ved bruk av Lean og om Porches tilnærming «Porsche takt» (evt. med modifikasjoner) kunne vært tatt i bruk som en mer optimal løsning? *Analysere hvordan lean management ble anvendt under utbygging av Kunnskapssenter.*

1.3 Avgrensning

På grunn av begrenset tid, og de ressurser som er til rådighet, må denne oppgaven begrenses.

Oppgaven kommer til å ta utgangspunkt i teorier som belyser ulike tilnærminger til Lean og Porsches tilnærming "Porsche takt". Videre vil den omhandle Lean tilnærmingen som Helsebygg midt- Norge har brukt samt tilnærmingen til Veidekke Entreprenør har tatt utgangspunkt i med tanke på involverende planlegging. Det finnes mye teori innenfor området Lean og beslektede forbedringssystemer. Mange forbedringssystemer som er beslektet med Lean inneholder i grove trekk de samme retningslinjene, men med noe ulike navn. Ved å ta med mange av disse teoriene i denne oppgaven, vil oppgaven fort bli lite oversiktlig og ustrukturert, og man vil kanskje ikke kunne svare på de spørsmålene som er utgangspunktet for oppgaven. Derfor er disse beslektede teoriene utelatt fra denne oppgaven. Lean er en fellesnevner for alle underkategoriene av Lean som finnes. Veidekkes involverende planlegging er en tilpasset versjon av Lean Construction som er en underliggende form av Lean Management. Videre i denne oppgaven vil det derfor være begrepet Lean og Lean Construction som blir brukt.

Videre tar oppgaven for seg to casestudier, det ene prosjektet er OiB og det andre KS. I begge disse prosjektene vil vi i denne oppgaven primært se på gjennomføringsfasen (byggefase), men også noen elementer fra prosjekteringsstadiet. Dette er gjort med hensyn på at det vil bli for tidkrevende å gå i detalj på hele prosjektforløpet fra start til slutt. Vi vil til slutt komme med en anbefaling på veien videre, og på temaer som kan være greie å se på i lys av denne oppgaven. Lean krever massiv planlegging, og bidrag fra alle parter i et prosjekt, det er derfor viktig å forstå at Lean må impliseres i alle ledd for at det skal ha best mulig effekt.

Begge de nevnte prosjektene er ikke tilfeldig valgt ut. De er valgt fordi de gir et godt sammenligningsgrunnlag. Selv om størrelsen på byggene er ulike har denne oppgaven som mål å primært se på Lean tankegangen, dette resulterer i at ulike verktøy vil bli nevnt, men det vil ikke være hovedfokuset. Noen aktører har i skrivende stund kommet et godt stykke på vei når det kommer til Lean tankegangen og det å få på plass et system som fungerer, og andre er akkurat i startfasen. Det vil derfor være

Interessant å se på de forskjellene som er å spore i de to prosjektene vi skal se på.

Primær dataene som er lagt til grunn for analysen er innhentet ved hjelp av intervjuer og rapporter. Det er derfor for det meste snakk om kvalitativ data. Grunnen til at kvalitativ data er lagt til grunn er fordi det gir en dypere forståelse av innholdet. Intervjuer trenger alltid kritisk belysning, og det må tas hensyn til at intervjuobjekter snakker “ut ifra hukommelse”.

I denne oppgaven ligger det en begrensning i den informasjonen som er tilgjengelig, og som vi besitter. Noe av informasjon vi har fått fra de ulike aktørene har vært konfidensiell og på den måten er det vanskelig for oss å si noe om det som skjuler seg bak det “konfidensielle”. I tillegg til dette er det verdt å nevne at det er en juridisk sak mellom to aktører som foregår enda. Siden det har gått rettens vei så holdes det tilbake en del informasjon rundt saken, dette er informasjon vi ikke har noen mulighet til å få tilgang til på nåværende tidspunkt. Vi har så godt det lar seg gjøre bearbeidet den informasjonen vi har tilgjengelig.

2.0 Metode

Metodekapittelet inkluderes i denne masteroppgaven for å dokumentere hvordan arbeidet med oppgaven har blitt gjennomført.

2.1 Generelt om metode

I dette kapittelet beskrives ord og uttrykk som er relevant for metodene benyttet i denne masteroppgaven. Forskningsmetodene skal gi leseren forståelsen av hvor viktig informasjonsinnhenting til en oppgave er, og hvordan den er bearbeidet. For å komme til målet må først målet identifiseres, målet med oppgaven vår er å få svar på forskningsspørsmålene stilt i innledningen. For å gjøre dette må vi samle inn empiriske data. Disse dataene samles for å øke kunnskapen og etter bearbeidelse reflekteres over i diskusjon og deretter utarbeide en konklusjon. Dette gir grunnlag for videre utvikling og er basis i teoridannelse og en evig syklus av forskning. (Kvale & Brinkmann, 2009)

Olav Dalland (2000) skriver følgende:

”Metoden er redskapet vårt i møte med noe vi skal undersøke. Metoden hjelper oss til å samle inn data, det vil si den informasjonen vi trenger til undersøkelsen vår.” (Dalland, 2000)

Og i boken ”Metodevalg og metodebruk” av Holme og Solvang (1996) beskrives metode på følgende måte:

”En metode er således et redskap, en framgangsmåte for å løse problemer og komme fram til ny erkjennelse. Alle de midler som kan være med å fremme dette målet, er en metode” (Holme & Solvang, 1996)

2.2 Reliabilitet og validitet

Reliabilitet handler om en gitt informasjon er pålitelig eller ikke. Informasjonen i denne oppgaven, men også informasjon generelt skal i utgangspunktet kunne prøves eller testes

(Samset, 2008). Hvis samme måling gjentas under de samme forhold og resultatet er likt er det et tegn på god reliabilitet (Olsson, 2011).

Informasjonens validitet er noe som er knyttet til troverdighet, og det å "treffe blink". 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. I figuren under ser vi sammenhengen mellom reliabilitet og validitet. (Olsson, 2011).

I et casestudiet likt vårt vil reliabiliteten forsikres gjennom grundig dokumentering av fremgangsmåte. Validiteten er to delt, Den indre og den ytre validiteten. Den indre omhandler kvalitet og troverdighet. Den ytre er en undersøkelse av hvor representative funnene er. (Andersen S.S., 2013)

2.3 Kvalitativ og kvantitativ analyse

Forskningsdesign og metode må være hensiktsmessig til forskningsspørsmålet som stilles. Det skiller her mellom kvantitative og kvalitative metoder. Kvalitative metoder er mindre formaliserte og har som mål å skape en forståelse for problemet men undersøker. Forskerens tolkning av resultater og problemstilling er sentral i en kvalitativ metode, intervju er eksempel på en kvalitativ tilnærming. Kvantitative metoder er mye mer formaliserte og strukturerte. Kvantitative metoder gir grunnlag for å omforme store mengder data til tall og mengde måling for å utføre statistiske analyser. Spørreundersøkelser kan være eksempel på en kvantitativ metode. Metodene kan også kombineres da de kvalitative metodene kan bidra til å forstå meningen med tallene fra kvantitative metoder (Olsson, 2011). I figuren under presenteres forskjellen på kvalitativ og kvantitativ metode (Dalland 2012). I denne oppgaven ønsket vi å fordype oss i en case vi valgte ut og henter ut empirisk data fra denne casen, med bakgrunn i dette valgte vi en kvalitativ metode for vår tilnærming. (Holme & Solvang, 1996)

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

Tabell 1: Sammenheng mellom kvalitativ og kvantitativ analyse

2.4 Anvendte metoder

Her presenteres begrunnelse av anvendte metoder for oppgaven. Oppgaven baseres på litteraturstudie, dokumentanalyse gjennom casestudie og intervju.

2.5 Litteraturstudie

Litteraturstudie har blitt gjennomført etter grundig litteratursøk. Å ha grunnlaget i relevant litteratur er essensielt for å kunne reflektere over forskningsspørsmålet. Relevant litteraturen må identifiseres, vurderes, analyseres og evalueres for å oppnå målet med studie. Litteratursøket foretas for å gjøre seg kjent med hva som har blitt sagt om forskningsemnet tidligere. Det er dette som gir grunnlag for oppgaven og en mulighet for å reflektere over hvilket spørsmål som bør stilles til forskningen. (University of Canberra, 2012)

Litteratursøket i vår oppgave er grunnlaget for teorien som presenteres. Lean er et bredt begrep og vi begrenser vår litteratursøk til det som er relevant for vår oppgave. Litteraturstudie har

gitt oss et grunnlaget for å kunne vurdere bruken av Lean på Kunnskapsenteret og forståelse for tanken bak Lean og Porsche takt.

Litteratursøket er gjort på forskjellige plattformer, den viktigste har vært Universitetets eget bibliotek og dems databaser (BIBSYS). Relevant litteratur har blitt funnet gjennom BIBSYS i form av bøker og tidsskrifter om emnet. Universitetet og bibliotekets ansatte kvalitetssikrer selv stoffet som presenteres. For å finne relevante artikler om emnet har det blitt brukt Google Scholar, dette er Googles egne søkemotor for vitenskaplige artikler og kvalitetssikret gjennom rangering av lesere. Mye relevant litteratur er hentet ifra veileder Tor Kristian Stevik og hans personlige bibliotek, veileder har selv kvalitetssikret dette stoffet og gitt oss det som har vært relevant for vår oppgave. Informasjon om prosjektene og evalueringsrapporter har blitt hentet ifra kontaktpersoner for prosjektene. Gjennom Lars Abrahamsen har vi mottatt Helsebyggs Midt-Norges evaluering av prosjektet, av Lars Andersen har vi mottatt NTNU-Sammfunnsforskings evaluering av bruken av Lean på prosjektet.

2.6 Kildekritikk

For å vurdere kildene brukt i oppgaven må man se på flere aspekter. Disse må vurderes opp mot hvor relevant informasjonen er får vår oppgave. Kildene kan vurderes ved følgende aspekter:(Flood, 2012)

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

Flood (2012) nevner fremgangsmåte for kildekritikk, han presenterer her forkortelsen TONE som står for troverdighet, objektivitet, nøyaktighet og egnethet. Dette er kriterier kildene må vurderes opp mot for å kunne fremstå som sikre kilder.

2.7 Casestudie

Casestudie foretas for å gi innsikt og forståelse for oppgaven og ha et grunnlag for å diskutere hva som har skjedd. Her studeres et eller flere prosjekter gjennom analyse av data, for så å trekke sammenhenger mellom teori og praksis. (Olsson, 2011). Casestudie har som mål å være informativ om det gitte fagfeltet man undersøker. (Dalland, 2000)

I vårt casestudium studeres to prosjekter, Odontologibygget i Bergen og Kunnskapscenteret i Trondheim. Innhentet informasjon må bearbeides og denne bearbeidelsen har vært stort omfang av oppgaven og tidsforbruket. Casestudie har vært essensielt for å kunne relatere praksis med teori. Hovedelementet i casestudie er å få innsikt i hvordan Lean har blitt brukt på prosjektet Kunnskapscenteret og styringsfilosofien i begge prosjektene. Casestudie er oppgavens kjerne og gir oss erfaringen for å kunne diskutere og gi anbefalinger for videreutvikling.

2.8 Dokumentasjonsanalyse

Dokumentasjonsanalysen har blitt gjort ved gjennomgang av casestudiets interne dokumentasjon. Dokumentasjonen mottatt og analysert i sammenheng med oppgaven omhandler styringssystemet og samarbeidsplanene for prosjektet. Dette omfatter styringsrapportene, kontraktsstrategiene og fremdriftsrapporter. Sammenligning av de forskjellige rapportene opp mot hverandre og analysere forskjellen på styringsfilosofi gir grunnlag for diskutere forskjeller mellom Lean prosjekt kontra tradisjonelt prosjekt.

2.9 Intervju

For å få et mer detaljert innblikk i hvordan prosessene har fungert og hvor godt samsvar det var mellom teori og praksis har det blitt gjennomført intervjuer. Hovedtyngden i intervjuene er prosjektlederne for byggherre i begge prosjekter og prosjektleder entreprenør for KS. I tillegg til dette har vi intervjuet teknisk prosjektleder ved KS, byggeledere for begge prosjekter og prosjektintegrator for KS. Byggeleder er det laveste ledernivået vi har intervjuet siden det er dem som er nærmest byggeprosessen.

Ved å intervjuere ledere fra de ulike aktørene vil vi få et bredere syn på prosessene og få innblikk i hvordan de ulike partene opplevde de forskjellige prosessene. Intervjuene har vært på ulike ledernivåer for å få et fordypet syn i alle prosesser og innsikt fra forskjellige vinkler.

Det ble utarbeidet en intervjuguide hvor relevante spørsmål til problemstillingen ble presentert. Intervjuformen har vært personlig møte eller videokonferanser. Intervjuene med Statsbygg har blitt foretatt ved personlige møter ved dems lokaler. Intervjuene med Helsebygg Midt-Norge og Veidekke har blitt utført gjennom Skype samtaler. Alle intervjuobjekter ble før intervjuet spurt om tillatelse til å gjøre lydopptak, for å få best mulig gjengivelse av intervjuet i etterkant. Transkribent av intervjuene er vedlagt oppgaven.

Intervjuet foregikk som en samtale, spørsmålene ble tilpasset informanten for å gi best mulig nytte. Alle informanter ble stilt delvis like spørsmål for å skape et solid sammenligningsgrunnlag. Spørsmålenes rekkefølge ble tilpasset for å holde flyten i samtalen og unngå avbrytelser slik at informanten fikk representert sine synspunkter, tolkninger og vurderinger på en rettferdig måte.

2.10 Oppgavens reliabilitet og validitet

Litteratur som danner grunnlag for teorien bak oppgaven er søkt opp gjennom datatbaser og kvalitetssikret ved referanser i litteraturlisten. Teorien basere seg på bøker, forskningsrapporter og artikler tidligere skrevet om emnet. Alt dette er kvalitetssikret gjennom eksterne og interne databaser for universitetet.

Resterende teori har blitt sendt av Statsbygg og Helsebygg Midt-Norge, blant annet prosjektteorien og teori om Porsches taktplanlegging. Teorien om taktplanlegging har blitt sendt ifra Helsebygg Midt-Norge og Marc Shick ifra Porsche Consulting. Dette er konfidensielle filer og ikke sporbare elementer, men Porsche Consulting er en såpass stor og seriøs aktør innenfor emnet at stoffet som er sendt over kan antas å ha god reliabilitet og validitet. Denne delen av teorien har vært essensielt for oppgaven og informasjonen har vært veldig viktig for å kunne danne seg et bilde av Porsches metoder.

For å kvalitetssikre arbeidet utført har vi benyttet oss av triangulering av informasjonen. Det vil si at vi har innhentet informasjon ved å kombinere forskjellige metoder og data. Dette

kompanserer for eventuelle svakheter i et system gjennom å kvalitetsikre dette gjennom et annet system. (Olsson, 2011)

I oppgaven vår ser vi på et prosjekt hvor det har blitt brukt Lean og et prosjekt hvor man har jobbet etter den tradisjonelle metoden. Prosjektene vurderes her derfor opp mot seg selv og hvordan de ulike metodene har fungert på det gitte prosjektet. Med dette kan vi konkludere med at den ytre validiteten kan være noe svak.

Reliabiliteten til intervjuene er vanskelig å vurdere. Vi intervjuer en håndfull individer for å sikre oss informasjon, populasjonen er såpass liten at usikkerheten og feilmarginene kan være store. Man får et godt innblikk i hvordan de ulike informantene har opplevd prosjektet og dems synspunkter på ulike problemstillinger. Bruken av kvalitativ metode gir oss god dybde og bredde i oppgaven. Ved å bruke kjente metoder for informasjonshenting og analyser har validiteten forsøkt å bli ivaretatt.

2.11 Feilkilder

Oppgaven begrenses til studie av to caser, dette gjør at resultatet blir sårbart og vil på denne måten kunne skape feilkilder fordi en ikke kan generalisere eller konkludere på bakgrunn av to prosjekter. En annen viktig faktor er at de involverte personene knyttet til de to prosjektene påvirker resultatet ved deres egen tilnærming til hendelser som har skjedd. Personer skiftes ut i tillegg til å ha forskjellige roller og tidshorisonter i et prosjekt. Casestudie er basert på intervjuer. Intervju er preget av en persons oppfatning og den personens synspunkter. Intervju kan ofte tolkes på forskjellige måter, kommunikasjons misforståelser mellom intervjuobjekt og intervjuer er en potensiell feilkilde.

3.0 Teori

I dette kapitlet presenteres relevant teori. Hensikten med dette er å gi leseren en forståelse av hva som ligger bak tankesettet i Lean-metodikken, og hvilke verktøy som brukes til å eliminere sløsing samt skape flyteffektivitet. Flyteffektivitet fokuserer på tiden det tar fra man identifiserer et behov til behovet er oppfylt (Modig og Åhlstrøm 2012)

Lean konseptet går i bunn og grunn ut på å kvitte seg med sløsing av ressurser i produksjonen (Howell, 1999). Lean konseptet konsentrerte seg i utgangspunktet mot bilindustrien og samlebåndsproduksjon, og kom derfor noe senere innenfor byggebransjen etter Toyotas suksess (Koskela 1999).

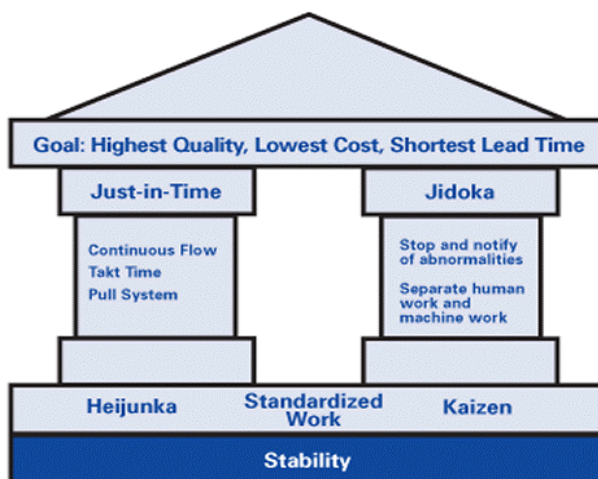
Ordet Lean direkte oversatt fra engelsk betyr mager eller slank, og blir på norsk ofte betegnet som "trimmet bygging". Lean er en prosessfilosofi som går ut på å kvitte seg med all sløsing, det vil si at alle aktiviteter som ikke skaper verdi for kunden sløyfes bort. Tanken er at en slik implementering vil redusere produksjonstid, ressursinnsats og kostnader. Innenfor lean kategoriseres det ulike typer sløsing. Med sløsing menes venting, lagring, transport, urasjonell bearbeiding, overproduksjon, defekter og unødig bevegelser (Ohno 1988).

Lean Production har sitt opphav fra Toyota Production System som er det ledende produksjonssystemet innenfor industri i verden og har sin opprinnelse fra Japan. For å forstå Lean filosofien må en forstå grunnprinsippene i TPS. Formålet med TPS er å hindre overproduksjon, oppnå flyt i produksjonen og hindre sløsing. Det sentrale i dette systemet er filosofien om komplett eliminering av "waste". Toyotas produksjonssystem handler ifølge Kennedy (2003) om noe mer enn bare å implementere verktøy i produksjonen, det handler om å forandre hele tankemønsteret.

3.1 Historie og TPS

Mens bilindustrien i USA arbeidet med å effektivisere sine fabrikker innen samlebåndsproduksjon, og fokuserte på ressurseffektivitet, arbeidet grunnleggerne av Toyota med sin egen versjon av produksjonsflyt. Sakichi Toyoda og hans sønn Kiichiro tenkte nytt, og valgte å se på masseproduksjonen fra et nytt perspektiv. Istedenfor å dytte produksjonen fremover med fare for å overse eventuelle feil slik det ble gjort i den

amerikanske samlebåndsproduksjonen grunnet et konstant fokus på fremdriften, formulerte de hovedelementene ved Toyota Production System (TPS). TPS innebar ”Just in time” og ”pull” systemet, som besto i at avdelinger på samlebåndet skulle dra (pull) til seg materialer etter hvert som de trengte de i motsetning til at samlebåndene skulle dytte (push) materialene ut. Prinsippet om Jidoka gikk ut på at alt skulle flyte jevnt gjennom hele fabrikk. Jidoka er et kjerneprinsipp i TPS og fokuserer også på feilsøking og det å kunne stoppe produksjonen ved feil (Taylor & Brunt, 2001).



Figur 2: Bildet av systemet i Toyota Production System

Ingeniøren Taiichi Ohno bygget videre på det fundamentet Sakichi og Kiichiro Toyoda hadde startet, og var opptatt av å eliminere sløsing under produksjon (Howell 1999). Taiichi Ohno forsto at det å ta igjen vestens bilindustri og Ford ikke kunne gjøres ved å kopiere det de gjorde, men heller å finne en annen måte å produsere på, og skape en jevn flyt. Etter å ha studert Fords produksjonslinjer og produksjonsprinsipper over tid fant Toyota-teamet ut at nøkkelen måtte være å produsere en del av gangen kombinert med Fords samlebånd. Det avgjørende og kritiske for å gjøre det bedre var å redusere kostnadene ved å skape balanse og flyt i produksjonen. Over tid og innenfor studie av Ford produksjonen oppdaget Toyota-teamet at store deler av aktivitetene til Ford ikke tilførte produktene noe verdi. Det var muda (waste) langs hele linja. Ohno var klar og bestemt på å overvinne å nå målet sitt om å skape noe enda bedre enn Ford. Han var klar på å takle alle hindre som ved det å produsere en rekke produkter i et lite volum ved å benytte enkle maskiner som var plassert systematisk i forhold til produksjonsrekkefølgen (Taylor & Brunt, 2001). Fabrikkarbeidere ble beordret til å stoppe samlebåndet dersom de oppdaget en feil. Ohno mente det ville koste mindre å

korrigerer feilen med en gang, enn å oppdage feilen ved prosessens slutt. Han ville unngå sløsing av tapt tid ved å eventuelt måtte gjøre arbeidet om igjen (Howell 1999).

Selve begrepet "Lean Manufacturing" og "Lean Production" ble i 1988 benyttet for første gang, og fikk sitt gjennombrudd i 1991 gjennom boken «The machine that changed the world» (Womack, Jones og Roos, 1991).

3.2 Lean Production



Figur 3: Figur av 5 kjerneprinsipper i Lean. Lean Enterprise Institute 2014

(Lean Enterprise Institute 2014)

Ifølge Womack og Jones (1996) er det fem grunnleggende prinsipper som skal bidra til effektivisering av prosesser og eliminering av alle former for sløsing. De 5 prinsippene er nødvendig for at de som velger å implementere Lean skal kunne oppnå de resultatene de ønsker. De 5 prinsippene vist i figuren nedenfor blir av Womack og Jones sett på som kjernepunktene i Lean. Alle de 5 prinsippene må ivaretas for at Lean "systemet" skal ha en positiv effekt for produksjonsbedriften.

Konseptet Lean Production er i stadig utvikling, men kjernen i Lean består fortsatt i å (Womack and Jones 1996):

1. Spesifisere verdien fra kundens ståsted.
2. Identifisere verdistrømmen, og eliminere alle trinn som ikke skaper verdier.
3. Skape en jevn og stabil flyt gjennom de gjenværende verdiskapende aktivitetene, slik at produktet flyter jevnt mot kunden.
4. Benytte "pull" fremfor "push". La kunden trekke verdien ut av produksjonen.
5. Arbeide kontinuerlig mot forbedring ved å gå gjennom denne prosessen flere ganger slik at perfekt verdi skapes uten sløsing.

3.2.1 Spesifiser kundeverdi

Et grunnkonsept i Lean filosofien er å spesifisere verdi for kunden. Verdi er definert som evnen til å levere nøyaktig det produktet eller den tjenesten som kunden etterspør, med minimal leveringstid (Joosten et al., 2009). Verdi defineres altså av kunden, og det er tilbyder av produktet eller tjenesten som skaper verdi for kunden (Womack og Jones 1996).

Aktiviteter som ikke skaper verdi for kunden er sløsing og bør derfor elimineres. Et praktisk eksempel er en pasient i et sykehus. For pasienten vil alt som hjelper pasienten med å bli frisk, bli sett på som verdiskapende, mens alt annet vil fra pasientens perspektiv bli sett på som sløsing. For å spesifisere korrekt verdi bør kunden(e) i større grad involveres (Womack og Jones 1996). Gjør man det vil det føre til at man kan være sikrere på at produktet eller tjenesten som tilbys skaper verdi for kunden og er riktig spesifisert. I sykehus eksemplet vil det å følge en pasient gjennom pasientforløpet fra begynnelse til slutt gjøre det mulig å spesifisere verdi bedre, og finne ut hvilke prosesser som kan elimineres.

3.2.2 Identifisere verdistrømmen

Verdistrømmen består av alle aktivitetene fra begynnelse til slutt som er nødvendig for å gjøre om råvarer (start produkt) til ferdigstilte produkter. Verdistrømmer knyttet til et produkt består i hovedsak av tre typer aktiviteter;

1. Aktiviteter som direkte skaper verdi for kunden
2. Aktiviteter som ikke direkte skaper verdi for kundene, men som må være tilstede for at tilbyder skal kunne tilby produktet for eks. bruk spesielle teknologier og produksjonsutstyr el.

3. Aktiviteter som ikke skaper verdi for kundene, og som kan fjernes umiddelbart.
(Womack og Jones 1996).

Det er nettopp den 3. typen aktivitet som Lean i hovedsak ønsker å eliminere. Den 2. typen aktiviteten kan elimineres ved å vurdere å ta i bruk mer effektiv teknologi og utstyr, hvis det er mulig og ikke er for ressurskrevende. Når man har en oversikt over hvilke aktiviteter som skaper verdi for kunden og de som ikke skaper verdi, vil det være mulig å oppnå bedre flyt i prosessene ved å eliminere de ikke verdiskapende aktivitetene. Hele tanken er å analysere hvert trinn slik at flyt og samspill mellom trinnene ivaretas, og at det oppleves som en enkel prosess og ikke oppstykkede trinn (Jones og Mitchell 2006:16). Joosten m.fl. (2009:343) belyser at problemer vil kunne forplante seg videre i en verdikjede hvis ikke man har et fokus på å ta i bruk Lean i alle trinnene, et system er ikke sterkere enn det svakeste leddet. Flyteffektivitet fokuserer på tiden det tar fra man identifiserer et behov til behovet er oppfylt (Modig og Åhlstrøm 2012), klarer man å gjøre å identifisere et problem tidlig, og gjøre noe med problemet raskest mulig vil det føre til at prosessen blir "leanere".

3.2.3 Skape flyt

Ved bevisstgjøring av de to foregående prinsippene kan en danne grunnlaget for å skape bedre flyt mellom de resterende verdiskapende aktivitetene. Oppnåelse av flyt ligger i å eliminere de hindringene som forårsaker forsinkelser i prosessene. Et vanlig problem hos bedrifter idag er at aktiviteter blir plassert i enheter ut i fra hvilken type aktivitet det er. Dette betraktes som en effektiv måte å organisere aktiviteter på. På grunn av omstillingen av aktivitetene fører dette til lange ventetider (Womack og Jones 1996:21-22). Forflytting av produkter fra avdeling til avdeling er fortrinnsvis ineffektivt, det fører til venting og unødvendig bevegelse av produktene, dette strider imot 7 wastes i TPS. Redusering av gjennomløpstiden kan innfris ved å skape en kontinuerlig flyt i tillegg vil problemene knyttet til plassering av aktiviteter i like enheter bli mindre. For å oppnå kontinuerlig flyt må maskiner, utstyr og aktivitetene plasseres på en måte som gjør at produktene arbeides på kontinuerlig uten forstyrrelser, og dermed unngår at de ligger og venter på neste prosess (Womack og Jones 1996:21-4). I følge Modig og Åhlstrøm (2012) er det 3 lover som fører til negativ flyteffektivitet:

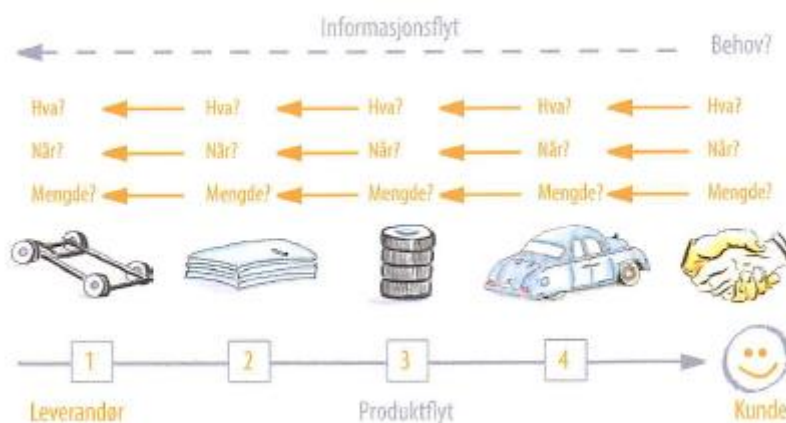
1. Littles lov: $\text{Gjennomløpstid} = \text{flytenhetene i prosessen} \times \text{syklustid}$

2. Flaskehalser.
3. Variasjon.

For å oppnå bedre flyteffektivitet må disse 3 faktorene optimaliseres.

3.2.4 Pullstyring

Pull går i hovedsak ut på at produksjon og levering av produkter styres av etterspørsel fra kunden i stedet for at tilbyder styrer etterspørselen, produktet blir med andre ord dratt ut av produksjonen av kunden (Womack og Jones 1996:24).



Figur 4: Pullstyring. Henter ifra Modig og Åhlstrøm 2012

Figuren ovenfor illustrerer godt poenget om at kunden styrer etterspørselen. Det er først når etterspørselen er tilstede at produksjonen blir stimulert.

Evnen til å kunne tilpasse seg til svingninger i markedet og etterspørsel og samtidig tilby kunden det produktet det ønsker til rett tid er viktig i pullstyring. En slik etterspørselsstyring vil redusere lagerbeholdningen siden produksjonen er styrt av faktisk etterspørsel, i stedet for prognoser og tiltenkt mengde som ofte kan vise seg å være unøyaktige. For optimal pullstyring må alt arbeid, informasjon og materiale planlegges såpass nøye at det er klart til tidspunktet det behøves (Jones og Mitchell 1996:24). Det er derfor nødvendig å vite hvordan etterspørselen er til en hver tid for å kunne dekke behovet kundene etterspør.

3.2.5 Perfeksjon

Perfeksjon er den avsluttende prosessen som Womack og Jones mener skal til for effektivisering av prosesser og eliminering av alle former for sløsing. Perfeksjon skal sikre at det kun er de aktivitetene som skaper verdi i verdistrømmen, som er til stede (Womack og Jones 1996:25-6). Det essensielle er å fokusere på kontinuerlig forbedring innen de fire foregående prinsippene for å unngå at sløsing oppstår ved senere anledninger. Kontinuerlig forbedring er i følge Jones og Mitchell (2006:16) mulig ved å standardisere prosessene og gjøre de mer transparente slik at forbedring i foregående prosesser skaper grunnlag for forbedring i neste prosess. Kontinuerlig forbedring er kjent som Kaizen på japansk.

3.3 7 typer "Waste" (MUDA)

Lean er en filosofi som systematisk streber etter å eliminere alle former waste. I følge Womack og Jones (2003) defineres waste som en enhver menneskelig aktivitet som absorberer ressurser, men som ikke gir sluttproduktet noe merverdi. I følge Toyota med Taiichi Ohno i spissen (1988) karakteriser Toyota 7 typer waste som: (1) overproduksjon; (2) venting; (3) unødvendig transport; (4) urasjonell bearbeiding; (5) unødvendig lagring; (6) unødvendig forflytning av mannskap; (7) feil og avvik (produksjonsfeil). En åttende type waste ble lagt til av Jeffrey Liker (2004) hvor han mente at det var ett (8) ubrukt arbeids kreativitet.

3.3.1 Overproduksjon

Når en produserer mer av en vare enn hva som er nødvendig slik at man får overflødighet med varer kalles det overproduksjon (Ljunggren 2011). Overproduksjon kjennetegnes ved at vare- eller produktmengden hopper seg opp og dermed må settes på lager. Ved lagerbeholdning fører det igjen til andre typer sløsing som ekstra mannskap, transportkostnader og lagerplass. Ved overproduksjon er det fare for at man har brukt tid på varer som det i utgangspunktet ikke var behov for, ressursene knyttet til produksjonen av disse varene kunne ha blitt brukt andre steder. Ved å produsere flere varer enn det som er nødvendig kan føre til ubalanse i arbeidet. I tillegg kan det oppstå forvirring rundt prioritering av varer. Overproduksjon er i følge Toyota den største kilden til sløsing.

3.3.2 Venting

Venting er dødtid hvor det ikke pågår noen verdiskapende aktiviteter. Venting oppstår hovedsaklig når det er store tilvirkningspartier, eller at avstanden og oppsettet av en produksjonsprosessen er ineffektiv. Overproduksjon eller lang transport mellom de ulike leddene er noe årsakene til at produksjonsprosessen blir ineffektiv. Ved andre tilfeller oppstår venting hvis en arbeider venter på utstyr, planer eller instruksjoner.

Venting er en konsekvens av dårlig kommunikasjon og oppstår når tidsplanleggingen er for dårlig. Ufortsette hendelser fører ofte til forsinkelser som går utover tidplaner og fremdriften. Venting vil oppstå ved høy omstillings- og forberedelsestid. Den beste måten å utnytte ventetiden på er å trene ansatte. Tiltak for å redusere disse tidene er viktig å innføre for å unngå lang ventetid (Ljunggren 2011).

3.3.3 Unødvendig transport

Unødvendig transport går ut på unødvendig transport av informasjon, materialer eller produkter (Ljunggren 2011). Dette oppstår i stor grad på grunn av dårlig oversikt og planlegging over hva man har av materialer og utstyr. Flytting av varer eller materialer inn og ut av et lager eller mellomlager er sett på som unødvendig transport. Dessuten vil materialer som er i bevegelse ofte påta seg slitasje, og ses på unødvendig flytting. Hvis en planlegger godt nok kan en plassere maskiner og utstyr nærmere hverandre slik at man unngår lang unødvendig flytting. Det skal sies at transport er et element som kan være vanskelig å redusere fordi det kan kreve fysiske endringer i utformingen av produksjonen, og det er vanskelig å bestemme hvilke deler av prosessen som bør ligge nærmere hverandre. Når et produkt flyttes mellom de ulike stadier i produksjonsprosessen er det også en viss fare for at det vil oppstå forsinkelser, skader eller tap på produktene.

3.3.4 Urasjonell bearbeiding

Urasjonell bearbeiding er gjerne flaskehalsene i prosessene (Modig og Åhlstrøm 2012), og bidrar ikke til å gi noe mer verdi til varen eller tjenesten enn det planlagte. Tid blir brukt på steg i prosessen som kunne vært unngått og bidrar til å skape ineffektive prosesser som fører til dårlig flyteffektivitet. Eksempler på urasjonell bearbeiding er når bedrifter tar i bruk høyteknologiske verktøy, når de heller kunne klart seg med enklere og rimeligere verktøy. Mindre og mer fleksibelt utstyr trenger mindre plass.

En annen form for urasjonell bearbeiding er når aktiviteter utføres på et produkt gjentatte ganger. Dette kan skyldes dårlig kommunikasjon innad i verdikjeden eller ugunstig plassering av prosessaktivitetene i forhold til hverandre.

3.3.5 Unødvendig lager

Lager er kostbart, og er en konsekvens av overproduksjon og stans i prosessen. Lagring fører til unødvendig kapitalbinding av varer, og er ofte et tegn på feil i verdikjeden. Lagring, som enten består av råvarer, varer i arbeid eller ferdigvarer, skaper verken inntekt for produsenten eller verdi for kunden. I tillegg er det sløsing av ressurser og investert kapital. Unødvendig lager vil føre til opphoping av varer som danner kø, man får lange ledetider og det må påberegnes ekstra materialhåndtering (Ljunggren 2011). I lageret er det ikke uvanlig med kostnader relatert til ødelagte varer, transportering og forsinkelser. Pullstyring kan redusere risikoen for store lager fordi etterspørselen styrer forsyningen, og er dratt ut av produksjonen.

Tjenesteytende bedrifter er i mye mindre grad utsatt for denne typen sløsing fordi “de lever av det”, det er spesielt i samlebåndsproduksjonen denne typen sløsing forekommer oftes.

3.3.6 Unødvendig bevegelse (unødvendig forflytning av mannskap)

Unødvendig bevegelse er de bevegelsene som ikke bidrar til verdiskapning for produktet eller tjenesten som skal leveres (Ljunggren 2011) Strengt tatt er en enhver menneskelig bevegelse som ikke bidrar til noe produktivt sett på som sløsing. Dette er alt fra det å strekke og tøy seg, eller det å gå. Unødvendig bevegelse kan føre til at ansatte blir slitne, noe som i neste omgang fører til dårligere produktivitet. Det har sammenheng med dårlig planlegging som kan føre til at man må lete etter utstyr, informasjon og annet materiale. Hvis utstyr i tillegg er plassert langt fra hverandre kan det oppstå unødvendig bevegelse.

3.3.7 Feil og avvik (produksjonsfeil)

Feil og avvik oppstår fordi varen eller tjenesten ikke tilfredsstillter de krav og forventinger kunden har i forkant (Ljunggren 2011). Å rette opp feil ved å gjøre en jobb to ganger er kostbart. Produkter eller tjenester som inneholder feil eller er defekte fører til ekstraarbeid på grunn av korrigerings, og knytter seg opp med ressurser. Det kan skape forsinkelser og frustrasjon for kunden. I tillegg vil det brukes ekstra ressurser som kunne ha blitt brukt på

andre områder. Kvalitetssikring er derfor viktig for å unngå denne type sløsing. Færre feil vil i tillegg føre til bedre kvalitet på varer og tjenester.

3.3.8 Ubrukt arbeids kreativitet

Dette handler om å tape tid ved å ikke involvere eller høre på ansattes; ideer, ferdigheter, forbedringer og erfaringer. (Liker 2004).

Det er gjennom flere studier bevis som tilsier at Lean Production har en positiv effekt på følgende aspekter (Koskela 1992):

1. Redusere ikke verdiskapende aktiviteter (også kalt waste)
2. Øke output verdien gjennom systematisk vurdering av kundens behov
3. Reduserer variabiliteten
4. Redusere syklus tid
5. Forenkle en prosess ved å minimisere steg
6. Øke output fleksibiliteten
7. Øke prosess åpenheten
8. Ha fokus over hele prosjektet
9. Kontinuerlig prøve å forbedre en prosess
10. Balansere strøm forbedringene med omgjørings forbedringer
11. Benchmark

Erfaringer viser at disse prinsippene er universelle: at de gjelder både fysisk produksjon og informasjons produksjon, som design. De gjelder også masse produksjon og enkelt produksjon (Koskela 1992).

3.4 Lean Construction

Røttene til Lean Construction kan spores tilbake til 1890 tallet og Frank Gilbreth. Gilbreth så potensialet i å implementere filosofier fra produksjonsbedriften i bygge bransjen for å effektivisere arbeidet som ble gjort. Gilbreth la merke til at anleggsarbeiderne brukte mye unødvendig tid på arbeid som bidro lite til produktiviteten. Arbeiderne måtte bøye seg ned for å løfte vær enkelte murstein og hentet selv mursteinene de senere skulle sette opp. Gilbreth kom med flere forbedringer og fant ut at det var mer effektivt å sette mursteinene på en plattform slik at arbeiderne ikke trengte å bøye seg og kunne spare tid og krefter, han brukte også arbeidere med mindre erfaring og lavere lønn til å hente mursteiner slik at fagarbeiderne kunne konsentrere seg om sin jobb. Frank Gilbreth blir ofte kalt industri ingeniørens far og en av de største navnene innenfor utvikling av effektivitets studie. (Forbes & Ahmed 2011)

Gilbreths filosofi var bare en forsmak på Lean, og utviklingen av denne filosofien kom mye senere. Lean som filosofi har sine røtter i produksjon og spesielt i bilproduksjon, Ford og Toyota, hvor den ble brukt lenge før denne ble videreført til byggenæringen hvor den fortsatt er under utvikling. Uansett stor industriell utvikling i det forrige århundre og utvikling av ny teknologi i byggenæringen sliter bransjen med effektivisering av sitt arbeid. Instituttet for Lean construction definerer Lean construction slikt: «et produksjonsstyringsbasert leveringssystem med vekt på pålitelig og rask levering. Det ultimate målet er å fullføre prosjektet samtidig som man maksimerer verdien, minimerer sløsing og strever etter perfektjon. Samt at prosjektet er til fordel for alle prosjektets aksjonærer». (LCI 2002A)

Den virkelige starten på Lean construction og utviklingen av den har kommet de to siste tiårene, mye av æren for utarbeidelse av Lean construction gis til Lauri Koskela. I en rapport (Koskela 1992) representerer han tanken om å implementere filosofien fra produksjon industrien med utgangspunkt i Toyotas suksessfulle arbeidsmodell i bygge industrien.

Lauri Koskela (Koskela, 1992) mente årsakene til hvorfor Lean konseptet ikke hadde like mye spredning innen konstruksjon industrien som det hadde innen andre industrier var at casene og teoriene ofte ble hentet fra, og rettet mot, visse typer produksjon, og at disse casene og teoriene var vanskelig å se i lys av et byggeprosjekt. Dessuten var det ikke vesentlig

internasjonal konkurranse innen byggebransjen på denne tiden og det akademiske miljøet var trege med å engasjere seg innen bransjen.

Koskela drar sammenhenger mellom byggenæringen og produksjonsvirksomhet og karakteriserer et byggeprosjekt som en produksjonsprosess. Tanken var ikke bygd på å utvikle ny teknologi, men heller å utvikle prinsipper for å få en best mulig produksjons flyt. I rapporten deles hele byggeprosessen opp i fire delprosesser flytting, venting, produksjon og inspeksjon. Koskela mente at produksjon var den eneste verdiskapende prosessen og resten av prosessene hadde lite verdi for sluttproduktet og var sløsing. Prosessene hadde sin nødvendighet men prioriteringen var å redusere tidsforbruket og redusere verditapet grunnet disse så mye som mulig. (Koskela 1992)

Koskela representerer implementeringen av Lean Construction på en grundig måte i sin doktoravhandling (Koskela 2000). Denne representasjonen utviklet seg til det som er kjent som TFV, som er tre ulike konsepter for produksjon:

- Transformasjon
- Flyt
- Verdiskapning

3.4.1 Transformasjon

Transformasjonsprosessen beskriver hvordan input blir til output. Som i en tradisjonell produksjon vil mannskap og materiale være inputen og produktet være outputen. Denne prosessen kan igjen deles opp i flere delprosesser hvor outputen fra første delprosessen blir inputen i neste delprosessen osv. Koskela ønsket da å minimere kostnadene for hvert av disse delprosessene, for at det skulle være mulig er det viktig at alle disse er uavhengige av hverandre. Det er sjeldent tilfelle og for å få til uavhengighet brukes da ofte buffere.

3.4.2 Flyt

Med flyt menes da produktets flyt fra en prosess til en annen. Den totale flyten betegnes da som prosessen for råmaterialet til å bli et ferdigprodukt. For å få best mulig flyt i prosjektet må sløsing elimineres og alle prosessene må ha en verdiskapende effekt, her kommer det da inn reduksjon av leveringstid og variabilitet. Leveringstid er definert som følgende:

Leveringstid = Behandlingstid + Kontrolltid + Venting + forflytningstid

Her er behandlingstiden den eneste verdiskapende prosessen, de gjenstående prosessene kan defineres som sløsing av tid og bør elimineres så godt det lar seg gjøre. Koskela representerer 6 prinsipper for å redusere sløsing i flytprosessen.

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 gjennomskiktigheten ved å synliggjøre flyten av aktiviteter.

3.4.3 Verdiskapning

Verdiskapning måles i produktets verdi for kunden. Kundens krav må oppfylles og han/hun må være i fokus gjennom alle faser i prosjektet (Koskela 2000). Koskela legger her frem en modell for å sikre at verdiskapningen blir ivaretatt. Her deler han verdisyklusen opp i fem deler:

- Mottak av kravspesifikasjoner: Må sørge for at hele kravspesifikasjonen er blitt mottatt og forstått.
- 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.
- Endelig kravspesifikasjon: Sikre at alle krav og ønsker til leveransen er ivaretatt for alle involverte i kundekretsen.
- Evnene til produksjonssystemet: Kontrollere at produksjonssystemet evner å produsere det som er nødvendig.
- Verdiskapning: Sikre ved målinger at verdier er generert for kunden.

Koskela mener alle disse tre (FTV) teoriene er nødvendige å følge for å få best mulig resultat. De bør brukes samtidig og transformasjonsprosessene bør sees i et flyt perspektiv der ikke alle delprosesser er verdiskapende, men delvis uunngåelige (Koskela 2000). TFV-teorien er en byggestein i utviklingen av Lean Construction, en annen sentral del er The Last Planner System utarbeidet av Glenn Ballard og Greg Howell.

Ballard og Howell så på likheten mellom byggenæringen og produksjonsnæringen og hvordan man kunne implementere Toyotas planleggingsfilosofi inn i bygge bransjen.

Det er mye som kan sammenlignes mellom produksjons- og byggenæringen, men det er vesentlige forskjeller. To karakteristiske trekk i et byggeprosjekt som gjør dem unike er definert slik (Ballard and Howell 1998):

1. Bygge prosjekter er stasjonære så de kan ikke flyttes gjennom arbeidsstasjoner som i produksjonsbedrifter. Dette betyr at «arbeidsstasjonene» må gjennom «produktet».
2. Hvert eneste prosjekt er unikt med sine egne spesifikasjoner, leveringsprotokoller, styring og deltakere. Ulikt produksjonsprosjekter er det ofte flere forskjellige aktører som deltar på et byggeprosjekt og ofte har disse ikke hatt erfaringen av å jobbe sammen tidligere.

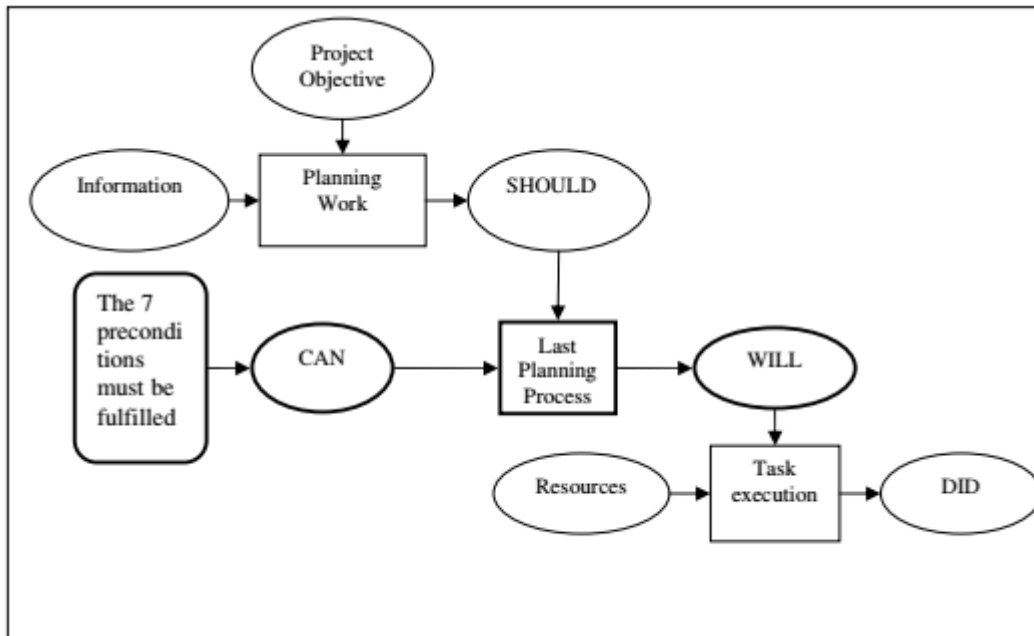
For at man skal klare å gjennomføre et prosjekt etter Koskelas TFV-teori med disse punktene tatt i betraktning kreves det god planlegging og engasjement. Dette var bakgrunnen for LPS.

3.4.4 The Last Planner System

Avgjørelser i et byggeprosjekt tas av forskjellige mennesker på forskjellig nivåer i organisasjonen til forskjellig tid gjennom hele prosjektet. Hierarkisk planlegging høyt oppe i organisasjonen vil ha fokus på globale mål og hindringer og ønsker å ivareta prosjektets helhet. Her legges det mål og direktiver for arbeidere lengere ned i organisasjonen, samt settes det tids- og kvalitetsrammer som ideelt bør følges. Det er uheldigvis ikke alltid disse planene kan følges når det kan skje mye uforutsett på en byggeplass. Det er ikke ofte planene kan følges knirkefritt og noen oppgaver kan ta mye lengere tid en hva som ble antatt høyere opp i organisasjonen. Den beste planen utføres da av den som kjenner arbeidet best. Her kommer The Last Planner inn, det er da det siste leddet i kjeden og den som kjenner til de fysiske og psykiske utfordringene knyttet til arbeidet som skal utføres. På byggeplasser vil dette ofte være formannen eller baser (Ballard 2000).

For at denne type planlegging skal være mulig er det viktig å ha en stabil og trygt arbeidsmiljø. I LPS gjøres det ved å lære seg å forplikte seg til arbeidet man gjør. Altså forplikter(will) man seg til å gjøre arbeidet som bør (should) gjøres så langt det lar seg gjøre (can). Det vil si at man må velge gjennomførbare oppgaver å planlegge deretter. Hvis disse reglene ikke blir fulgt vil det føre til at mye av tiden går til ikke produktivt arbeid og mye av

det verdiskapene arbeidet blir på etterslep. En uoversiktlig og ufullstendig plan vil føre til demotivert arbeidskraft med mindre vilje til å møte og overkomme hindringer (Ballard 1994).



Figur 5: The Last Planner System

Figuren over kan kort forklares slikt, prosjektet starter med et mål, etter å ha motatt nødvendig informasjon fra de forskjellige aktørene som f.eks. leverandørene kan man utarbeide en plan for ting som bør gjøres. Etter å ha vurdert hva som bør gjøres, gjør man en vurdering av hvilken oppgave som har alle forutsetninger tilrettelagt og kan gjøres. Deretter kommer LPS inn som avgjør hva som vil bli gjort basert på sin ekspertise og vurdering av situasjonen. Ressurser er derfor allokert og arbeidet er gjort i henhold til "The Last Planner".

LPS utsetter planleggingen så mye som mulig for å unngå hindringer så langt det lar seg gjøre, men noen hindringer vil det alltid oppstå. Ballard (2000) representerer her syv forutsetninger for å hindre uforutsette hendelser i å oppstå under prosjektet.

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 ryddig
7. De ytre forholdene må være i orden i form av vær, godkjenninger m.m

Hvis disse forutsetningene ikke blir holdt vil det kunne føre til at arbeidet ikke blir utført og gi stopp i prosessen. Ved LPS hvor planleggingen kommer så sent gir det mulighet for at disse forutsetningene kan hentes inn når det først er behov for dem. Resurser som informasjon, mannskap, utstyr og materiale trengs ikke før aktiviteten krever dette. Dette vil si at LPS er et pull-system, altså at de ressursene som trengs hentes inn når det først er behov for dem. (Ballard 2000)

To prinsipper i LPS som er viktig å nevne er Flyt og kontroll. Disse prinsippene ivaretas ved kontinuerlig oppfølging og kontroller. Produksjonsenhetskontrollen fokuserer på progressiv forbedring av arbeidet som blir fordelt over arbeidslaget ved kontinuerlig læring og forbedring. Kontrollen skal i hovedsak koordinere arbeidsutførelsen innad i arbeidslaget. Arbeidsflytkontrollen skal derimot koordinere arbeidsflyten mellom de forskjellige arbeidslagene. Denne kontrollen gir bedre flyt gjennom de forskjellige arbeidslagene og riktig oppfølging av arbeidsoppgavene. Det er dette som blir kalt «lookahead» prinsippet. «Lookahead» er viktig for å kunne omsette hovedplan til gjøremål, det er derfor viktig med samsvar mellom arbeidsflyt og kapasitet (Ballard 2000).

Ballard (2000) foreslår fire nivåer av planlegging med LPS

- Hovedplan (må gjøres)
- Faseplan (bør gjøres)
- “Lookahead” Plan (kan gjøres)
- Ukentlig arbeidsplan (vil bli gjort)

Hovedplanen er den strategiske planen for hele prosjektet og omfatter da milepælene for prosjektet. Tradisjonelt utarbeides dette av byggeherren før anbudsprosessen.

I faseplanen involveres entreprenørene, det utarbeides så en plan for en eller noen få faser av prosjektprosessen i samsvar med hovedplanen. Dette er en mer detaljert plan enn hovedplanen og forklarer også sammenhengen mellom aktivitetene. Koordineringen av aktivitetene blir forbredt i faseplanen.

Etter å ha kontrollert de syv forutsetningene nevnt tidligere utarbeides “lookahead” planen. Dette er grunnlaget for logistikkplanen. “Lookahead” planen kan være rullende og utarbeides ofte for 3-6 uker av gangen. Den må også oppdateres i slutten av hver uke.

Ukentlige arbeidsplan/ukesplanen er planen The Last Planner utarbeider på basis av hvilken aktivitet som oppfyller de syv forutsetningene. (Ballard, 2000; Bertelsen 2007).

3.5 Porsche takt

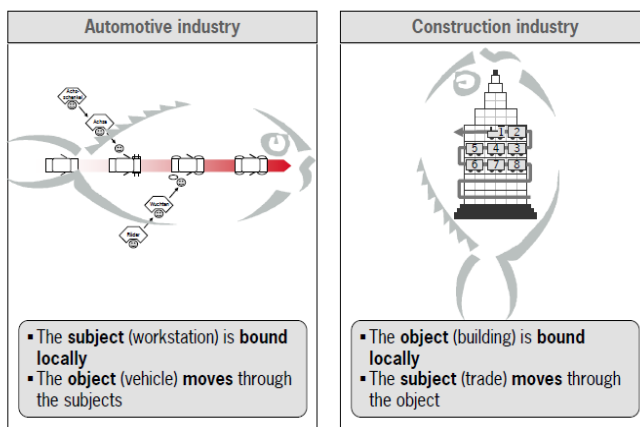
3.5.1 Bakgrunn

Porsche var nær konkurs på begynnelsen av 1990-tallet, da produksjonskostnadene var høye og salget gikk kraftig ned. Ledelsen tok da et kraftig grep på sin produksjonslinje og implementerte filosofien bak Lean Production inspirert av den japanske bilgiganten Toyota. Porsche fokuserte på de syv typene sløsing hentet fra TPS. Bevisstgjøringen rundt aktivitetene resulterte i 63 % færre feil per bil, og kostnadene ble redusert med 53 % per produserte bil. Porsches resultat av implementeringen av Lean ga gode resultater ved å kvitte seg med aktiviteter som ikke ga verdiskapning. Porsche har siden 1992 mer enn 4 dobbelt antall biler produsert per ansatt. (Porsche Consulting 2010)

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. I byggebransjen er forholdet mellom "subjekt" og "objekt" snudd på hodet. I Produksjonsindustrien er det tradisjonelt sett "objektet"/produktet

som som strømmer gjennom "subjektet"/arbeidsstasjonene. Byggeprosjekter er stasjonære og her er det da "subjektet" som strømmer gjennom "objektet". Porsche visualiserer denne prosessen som et tog som kjører gjennom byggkonstruksjonen som vist i figuren .

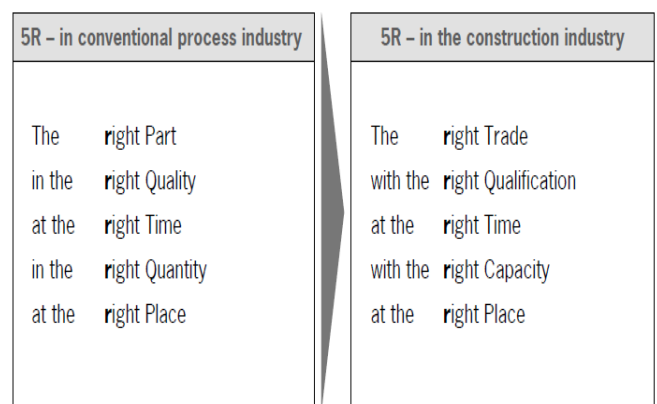
Comparison automotive industry and construction industry



Figur 7: 5R. Porsche Consulting

5R in process design

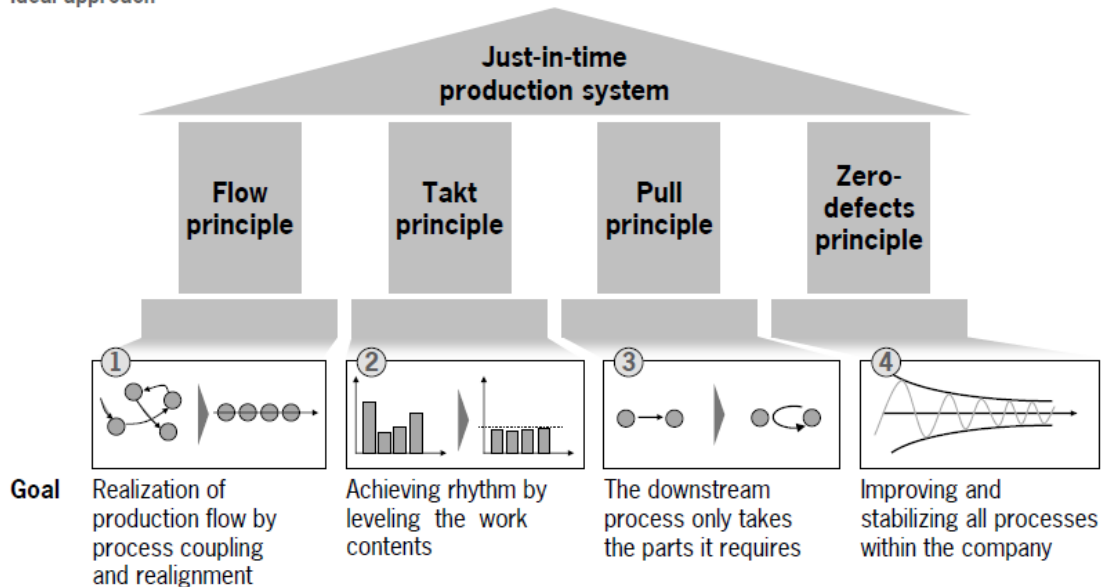
Example



Figur 6: Bil vs Bygg. Porsche Consulting 2011

De forskjellige vognene i toget representerer her de forskjellige fagområdene. Man må planlegge riktig slik at de rette fagfolk hentes inn til rett tid. I likhet med TPS er også Porsche takt et pull system. Pull systemet er en av 4 prinsipper Porsche baserer sin filosofi på. De tre andre er da flyt, takt og null feil prinsippet.

Ideal approach



Figur 8: Just In Time system. Porsche Consulting 2011

3.5.2 Flyt

Et av de første stegene for å oppnå en god flyt og rytme er å nøye planlegge taktene.

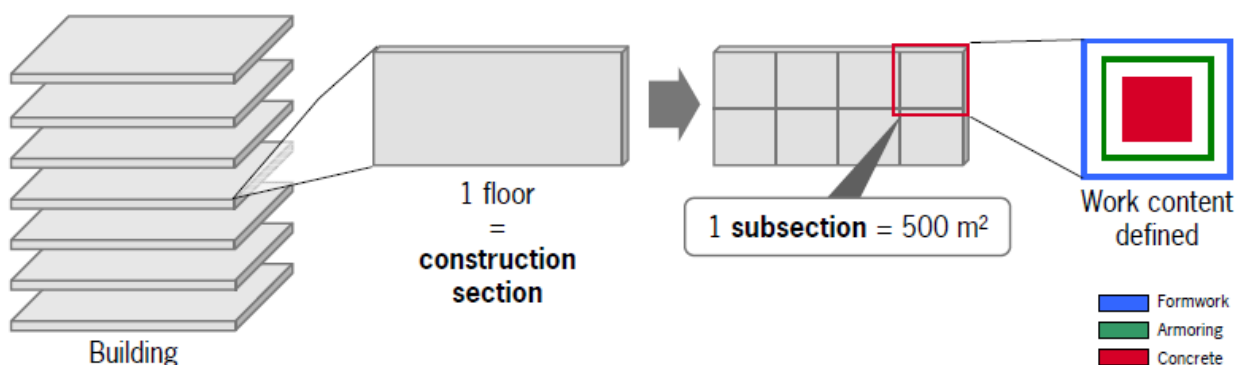
Nedenfor vises en stegvis prosess for å gjøre en takt mest mulig smertefri. En kontinuerlig flyt på en byggeplass kan være en utfordring med sin oppstykkende natur og mangel på standardiserte aktiviteter.

Summary of the approach

Step	Content	Step	Content
1	Identification of repeatable and non-repeatable elements	6	Compilation of a work content chart
2	Identification of construction sections	7	Definition of a takt and adjustment of capacities
3	Division of construction sections in subsections	8	Preparation of a production schedule _{FEIN}
4	Definition of the trade sequence	9	Adjustment of the production schedule _{FEIN} with subcontractors
5	Definition of the work content of each trade	10	Definition of the frozen zone

Figur 9: 10 steg for Porsche takt. Porsche Consulting 2011

Filosofien til Porsche er å finne ut hvilke deler av bygget som ikke har gjentakende aktiviteter og hvilke som har gjentakende aktiviteter. For eksempel kan man se på en resepsjon, restaurant og lignende på et hotell som ikke gjentakende aktiviteter og etasjer med hotellrom som gjentakende aktiviteter. Det deles deretter opp i kontrollområder ut i fra dette. Kontrollområdene må være like i størrelse og arbeidsinnhold, samt må 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. Figuren under gir et eksempel på hvordan en slik fordeling kan være. (Porsche-- Consulting 2011)



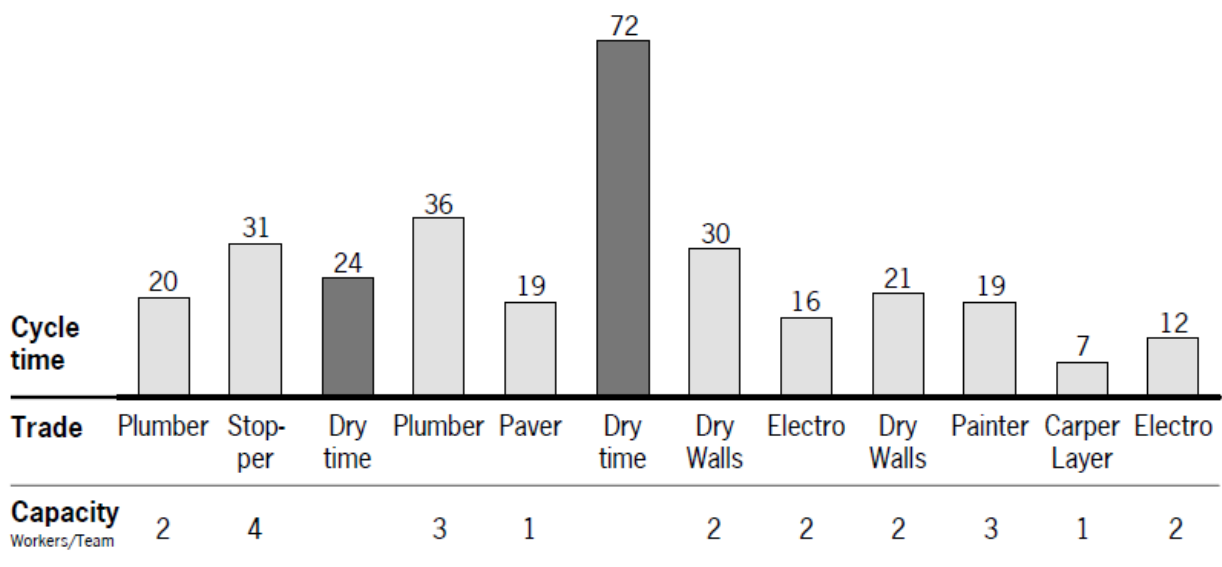
Figur 10: Sonevis inndeling. Porsche Consulting 2011

De seksjonene som er ulike hverandre og ikke gjentakende må kartlegges. I et byggeprosjekt er det ikke alle seksjoner man kan legge inn i et slikt taktsystem, og disse må tydeliggjøres. Det er viktig at arbeidere er kjent med disse områdene og at disse er godt kartlagt under planleggingsprosessen. Alle aktiviteter vil bli gjennomført av de samme arbeiderne og tiden kan da skrues nå toget møter på ikke repeterende aktiviteter. (Andersen, 2012)

3.5.3 Taktplanlegging

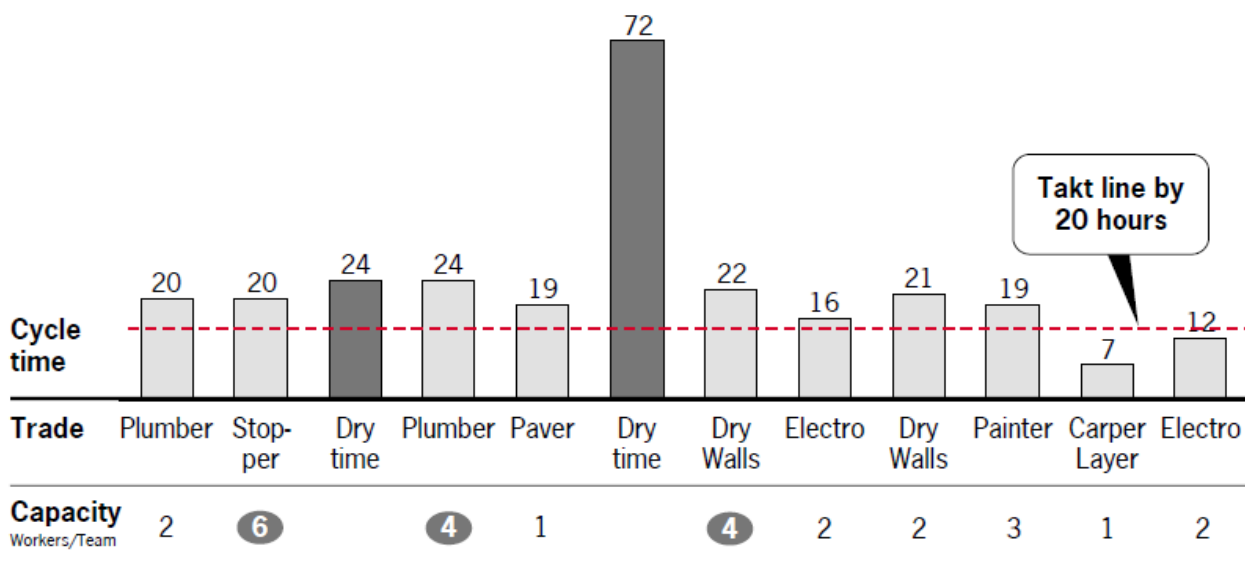
I en byggeprosess vil det være ulike aktiviteter som krever ulik tid og ressurser. Det vil derfor være helt avgjørende å fordele ressurser slik at man oppnår en god flyt og takt i arbeidsprosessen. Prinsippet i Porsche takt går ut på å sette riktig mengde og ressurser til hvert fagområde slik at de oppnår samme rytme og "takt", slik figuren nedenfor viser. Figurene nedenfor viser hvordan en gjennomtenkt god flyt kan oppnås ved nøye taktplanlegging. De aktivitetene som ikke styres av arbeidskraft og kapasitet, må tas hensyn til og gis flere takter. 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. Justering gjøres i form av bemanningen i hver enkelt vogn (Andersen, 2012; Porsche-Consulting 2011).

6 Compilation of a work content chart
In h/(section/team)



Figur 11: Takt tid før endring. Porsche Consulting 2011

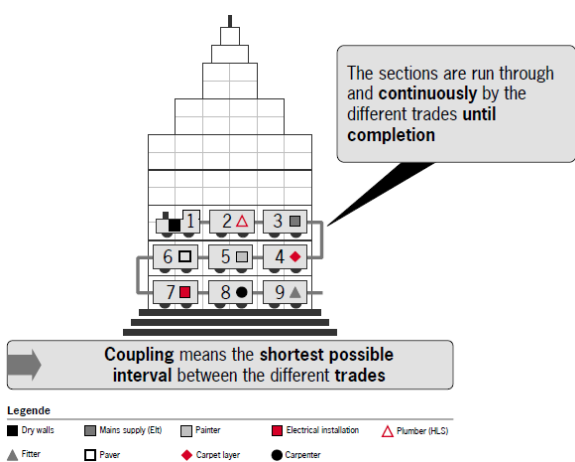
Work content chart after adjustment of the takt
In h/(section/team)



Figur 12: Takt tid etter endring. Porsche Consulting 2011

3.5.4 Pull

Pull prinsippet øyner en ferdigstillelse av konstruksjonen ved kontinuitet, hvor hvert team jobber med sitt fagområde i en seksjon. Som figuren viser vil de ulike fagene i tur og orden jobbe med sitt felt før de overleverer arbeidsområde til neste fagfelt. Ferdigstilling av hvert fag i et område er signalet til det neste fagområde om å trekke inn. Det vil da også være signalet for å hente inn ressurser og materialet som er nødvendig for det feltet. Pull-prinsippet brukes også



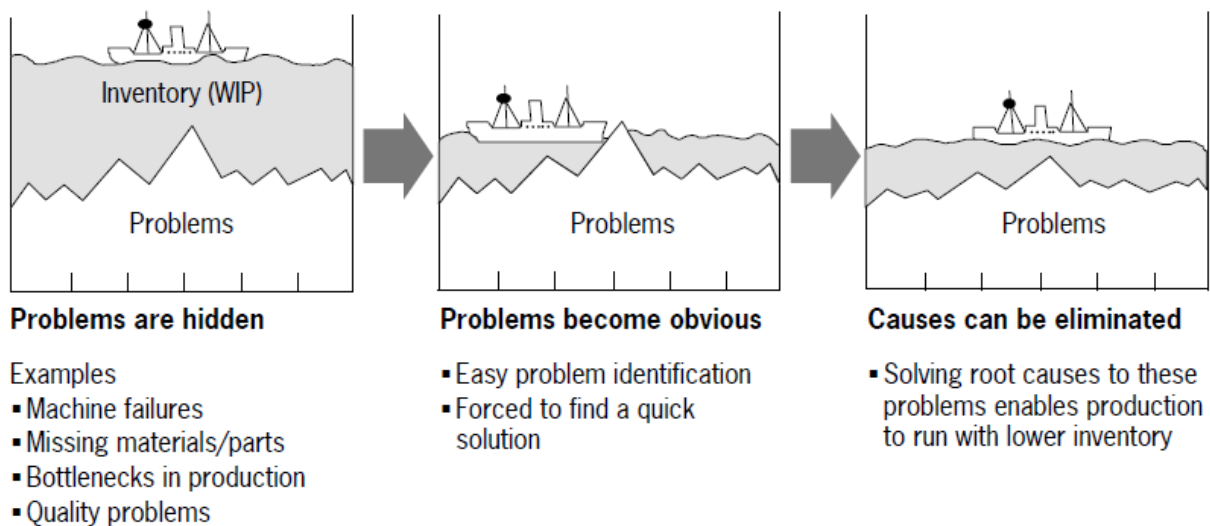
Figur 13: Tog som passerer et bygg. Porsche Consulting 2011

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 (Porsche-Consulting 2011).

3.5.5 Null feil prinsippet

Null feil prinsippet har som hensikt å redusere feilene som oppstår i et prosjekt gjennom kontinuerlig forbedring og stabilisering av alle prosesser i en produksjon, også kalt Kaizen. Dette oppnås ved å ha jevnlig kontroll slik at feilen finnes på et tidligst mulig stadiet. Vognen som passerer gjennom en arbeidsstasjon gir klarsignal til neste vogn etter at den er ferdig med sitt arbeid. Før neste vogn igangsetter sitt arbeid må de inspisere og godkjenne arbeidet som har blitt utført. Slik finnes feil tidlig og kan rettes på stedet av de som er ansvarlige for arbeidet og man unngår opphoping og følgefeil. (Porsche-Consulting 2011)

Reducing inventory in small steps



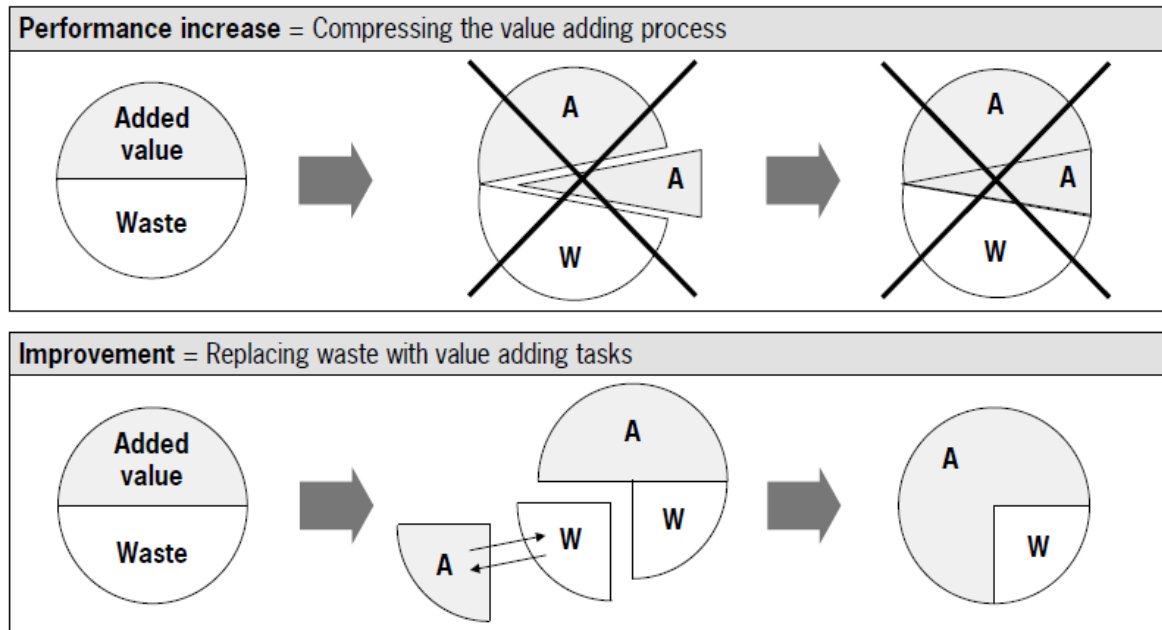
Figur 14: Null feil prinsippet. Porsche Consulting 2011

For å optimalisere prosessen må man kunne identifisere problemene. Det er viktig at problemer og feil blir eksponert slik at man kan finne en rask løsning og fortsette produksjonen mest mulig effektivt. Et ideelt resultat av denne prosessen vil være en mer stabil flyt og sannsynligvis en eliminering av fremtidige problemer.

3.6 Porsches vurdering av de 7 sløsingene

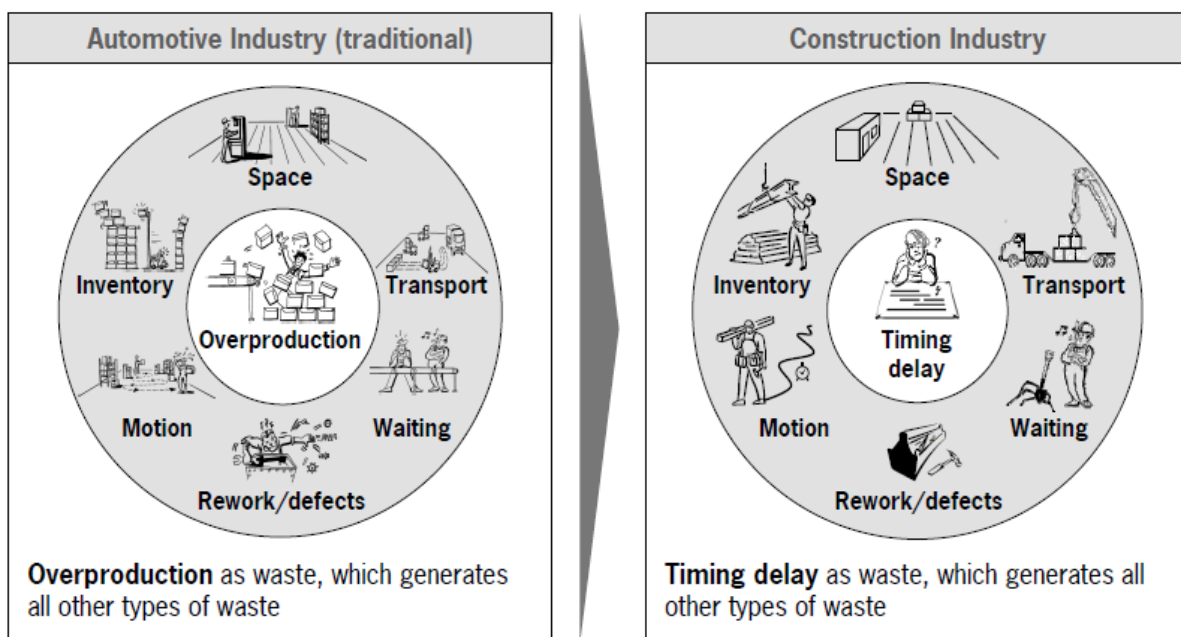
Et viktig ord fra det japanske språket er Muda som står for sløsing, og er et veldig sentralt begrep innenfor Lean. Med sløsing menes det enhver menneskelig aktivitet som krever ressurser uten å gi noe verdiskapning.

Eliminating waste versus performance increase



Figur 15: Verdiskapende aktiviteter. Porsche Consulting 2011

Transfer from waste types



Figur 16: Sløsing definert av Porsche. Porsche Consulting 2011

Porsche takt og Lean har ikke som hensikt å legge til flere ressurser og verdiskapning, men derimot å redusere sløsing og erstatte dette ut med verdiskapende aktivitet.

Porsche definere 6 type waste i byggebransjen alle disse kan sies å være grunnet "timing delay"/tidsforsinkelser som blir definert som hovedsløsing på en byggeplass. Sløsingene er definert under, samt erfaringer gjort av Porsche etter befaringer til tradisjonelle byggeplasser(Porsche-Consulting 2011):

3.6.1 Lagerbeholdning

Her menes ikke bare sløsing av material, men også tidsbuffer mellom prosessene.

- Tidsbuffer: Forsinkelser knyttet til unødvendige sikkerhets buffer.
- Material: Material skade pga. lagring, søkningstid etter riktig materiale, risiko for å skade eller skape hindringer i rømningsveier.

Porsche har erfart fra sin befaring til syv byggeplasser at de i gjennomsnitt hadde lagret materialet for mer enn 20 dager og lagret material til trapper for de neste 23 dagene. De erfarte også at større lagerbeholdning ofte førte til større risiko for at matriale forsvant.

3.6.2 Plass

Store lagerbeholdninger fører til stort plassforbruk. Porsche hadde følgende observasjoner fra byggeplassene de besøkte:

- Kaotisk lagring av matriale.
- Reorganisering av matriale når de ikke ble funnet.
- Dårlig visuelt inntrykk for forbipasserende.
- Høyere risiko for personalskade.

Porsche så også at lagringsplassen for ny matriale og avfallsområde utgjorde 150% av bygningens eget areal.

3.6.3 Transport

Transport er nødvendig på byggeplasser, men bidrar ikke til verdiskapning.

- kvalifisert personell trengs for håndtering av transportkjøretøy
- Tapt arbeidstid grunnet matrialets transportsyklus gjennom byggeplassen
- Risiko for material skader

- tilleggsrisiko for personskade
- Mye bruk og slitasje av maskineri

Porsche anslo at 22,9% av arbeidstiden på en byggeplass gikk til transportaktiviteter. Dette fordelt på transport av materiale (16,3%), transport av verktøy (6%) og transport for å rydde etter tidligere fagområder (0,6%)

3.6.4 Venting

Mangel på koordinering mellom de forskjellige prosessene fører til ventetid for arbeidere og maskiner.

- Dårlig utnyttelse av arbeidstid
- Dårlig utnyttelse av maskineri
- Demotiverende for de ansatte

Her ble det lagt merke til at ventetiden for å støpe et dekke var 140 minutter ved fem arbeidere tilstede. Man antok at 50% av arbeidstiden gikk til venting. Fagarbeiderene som skulle legge takstendere måtte vente en halv dag på de som skulle bygge ut veggene. På det meste ble det loggført ventetid på 60% av arbeidsdagen. (Porsche-Consulting 2011)

3.6.5 Produksjonsfeil/Retting av feil

Kulturen med å rette feil er mer utbredt enn tanken om å unngå feil.

- Dårlig kvalitetssikring på byggeplasser.
- Listen med feil kunne skrives ut som en bok ved endt prosjekt.
- Funn av mange feil under inspeksjon gir dårlig inntrykk på byggeherren.
- Retting av feil blir mer kostbar desto senere feilen identifiseres.

Undersøkelser viser her at i noen tilfeller kunne kostnaden være opp til 200 ganger mer hvis feilen ble funnet etter ferdigstilling enn ved oppstart. (Porsche-Consulting 2011)

3.6.6 Bevegelse

Dårlig intern logistikk gjør det nødvendig for fagarbeidere å gå lange avstander.

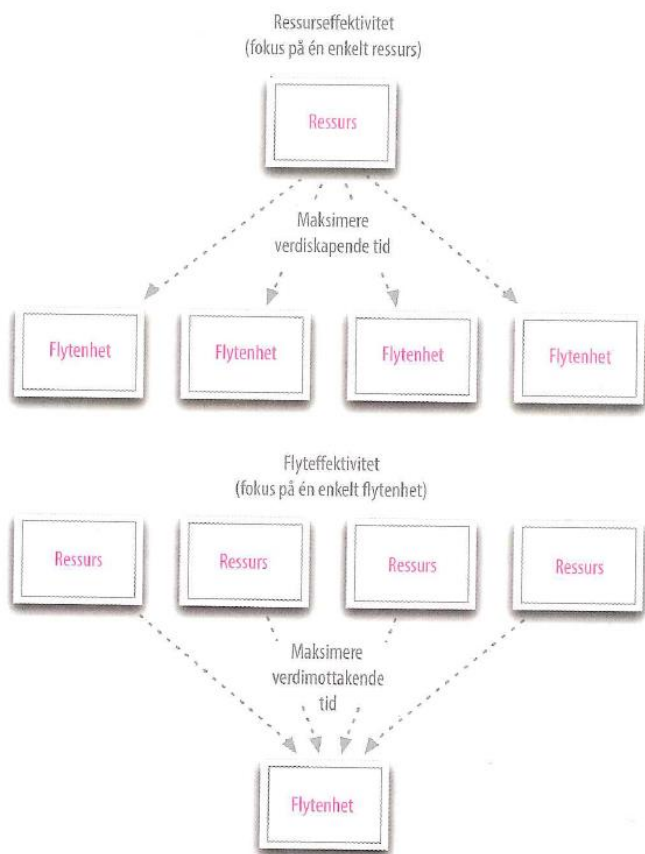
- Fagarbeidere gjør ikke verdiskapende arbeid når de går
- Koordinering mellom fagarbeidere er vanskelig pga lange avstander mellom dem på byggeplassen

- Mangel på motivasjon hos de ansatte
- Overbelastede arbeidere

En arbeider går i gjennomsnitt 4818 m/dag(8t). Ved en gjennomsnittsfart på 60 m/min tilsvarer dette 1 time og 20 minutter med gange per dag per arbeider. Dette vil si at i løpet av dagen bruker hver arbeider minst 1 time og 20 minutter på ikke verdiskapende arbeid sett bort ifra venting og resten av sløsingene beskrevet over. (Porsche-Consulting 2011)

3.7 Flyteffektivitet vs ressurseffektivitet

Grensesnittet mellom prosjektering og produksjon kan ses på som en “stafettpinneveksling” hvor det handler om å få til en god flyt så snart og tidlig som mulig etter at tegningene er overlevert. Dette er fase som er kritisk for en enhver entreprenør, fordi entreprenøren både har mannskap og maskiner ute på byggeplassen, klare til arbeid. Som vi har sett på tidligere handler det sentrale i lean, tanken om å skape god flyt gjennom organisasjonen. I denne sammenhengen er flyteffektivitet et sentralt begrep. I boken “Dette er Lean” (Modig og Åhlström, 2013) presenterer forfatterne tanker om flyteffektivitet kontra ressurseffektivitet. Vi mener at deres tilnærming er svært overbevisende, og fornuftig. De beskriver flyteffektivitet som summen av verdiskapende aktiviteter over gjennomløpstiden, og omhandler tiden fra et behov oppstår til dette er tilfredsstilt (Modig og Åhlström, 2013). I denne oppgaven ville vi betegnet flyteffektivitet som tiden brukt på de aktivitetene som byggherren (i oppdrag av kunden) ser på som verdiskapende sett i forhold til den totale tiden brukt til ferdigstillelse av en konstruksjon. Ressurseffektivitet vil si å utnytte ressursene optimalt, og det er denne formen for effektivitet de fleste bedrifter i skrivende stund, streber etter. Som vi har sett av effektivitetsmatrisen i teori kapitlet er etterstrebbelsen av høy flyt og høy ressurseffektivitet vanskelig å oppnå. I følge Modig og Åhlström, men også sett ifra “lean øyne” er en driftstrategi som prioriterer flyteffektivitet over ressurseffektivitet å foretrekke. Se figur nedenfor.

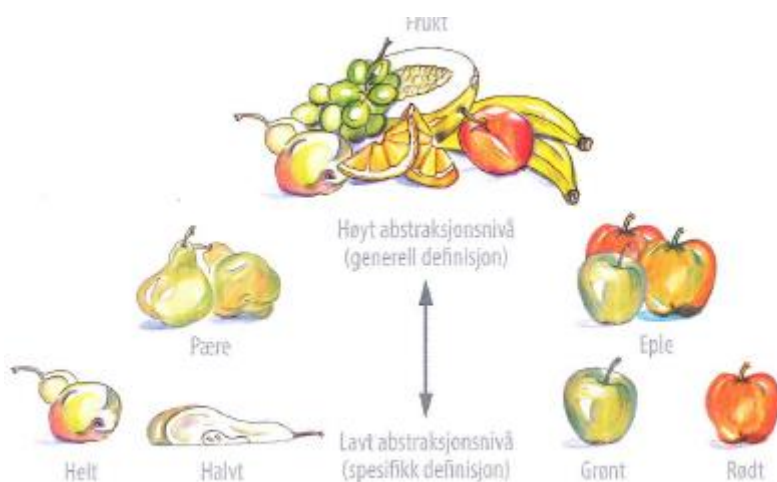


Figur 17: Flyteeffektivitet vs Ressurseffektivitet. Modig og Åhlstrøm 2012

En endring i fokus fra de vertikale prosessene til de horisontale prosessene er fundamentalt for en endring i organisasjonsstyring, fokuset for de fleste aktører er feil og man tenker for ofte på egen vinning i stedet for å jobbe sammen mot en bedre flyt i prosesser og merverdi til kunden/brukeren. Vi mener at dette er en gevinst Lean medfører. Endring i fokus til de vertikale prosessene er sterk knyttet til flyteeffektivitet. Her presenteres et eksempel i boken til Modig og Åhlstrøm (2013). De introduserer leseren for to kvinner som for diagnostert brystkreft, den ene kvinnen opplever den tradisjonelle metoden, hvor hun går gjennom sykehusets ressurseffektive metode for å kunne gi henne en endelig diagnose noe som tar 42 dager fra første møte til diagnosen er satt. Det andre eksemplet omhandler en kvinne som går igjennom en brystkreft klinikk som bruker en flyteeffektiv metode for å kunne diagnostere pasienten etter to timer. Dette eksemplet viser potensialet i å skifte fokus fra å optimalisere ressurser til å optimalisere flyten gjennom systemet.

Lean er å betegne en driftsstrategi som prioriterer flyteffektivitet over ressurseffektivitet. Vi tror at mange av forsinkelsene i byggeprosjekter idag skyldes et overveldene fokus på ressurseffektivitet, og ikke flyteffektivitet. Som nevnt tidligere finnes lean på ulike abstraksjonsnivå, problemet med å definere lean ut ifra metoder og verktøy er at de ofte er spesifikke til visse gjøremål og spesifikke i en viss type sammenheng, og dermed ikke nødvendigvis overførbare.

Den største fordelene som kan oppnås ved innføring av lean er fokuset i organisasjonen, som vist på figuren i teori kapitlet er målet med lean å flytte fokuset fra det vertikale til det horisontale. Målet er med andre ord å fokusere på en flytenhet og det å maksimere verdimottakende tid. For å få til dette må lean implimenteres på et strategisk nivå, altså som "frukt" og ikke som "et grønt eple" (se figur:abstraksjonsnivå), på den måten legger man om sin overordnede filosofi.

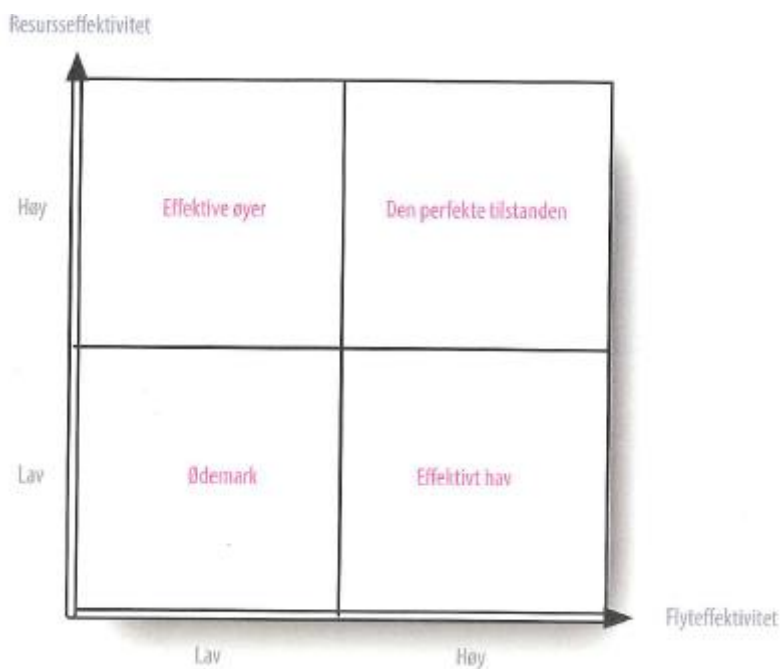


Figur 18: Abstraksjonsnivå

Et eks. på å endre fokuset fra ressurs til flyteffektivitet, kan forklare med følgende enkle eksempel. I et prosjekt hvor en bruker Porsche takt er det essensielle å ha fokus på flyten. Et stopp i en vogn, vil gi en domino effekt og gi stopp i hele toget. Gitt at takt tiden er bestemt til å være 10 timer, og at man har 5 personer tilgjengelig. Fra et ressurseffektivt ståsted ville fokuset vært på hvor lang tid de 5 personene ville brukt på en gitt arbeidsoperasjon og videre planleggingen vil ta utgangspunkt i denne tiden, her tar man ikke høyde for takttiden

og er fokusert på å utnytte sine ressurser på en sparsom måte. Fra et flyteffektivit ståsted ville man ha tenkt, hvis takt tiden er 10 timer (flyt tiden) hvor mange menn til trenger jeg for å opprettholde flyten, fra et flytperspektiv ville man ha hentet 1-2 arbeidere til for å opprettholde takt tiden. Igjen handler det om å flytte fokuset fra det vertikale til det horisontale, og det er faktisk så enkelt som gitt i eksemplet (selvsagt må de 7 forutsetningen ligger til grunn). Lean er kort og godt et "gammelt" fokus i en ny forpakning, som alle andre "gode" snekkere før i tiden hadde innebygd i seg.

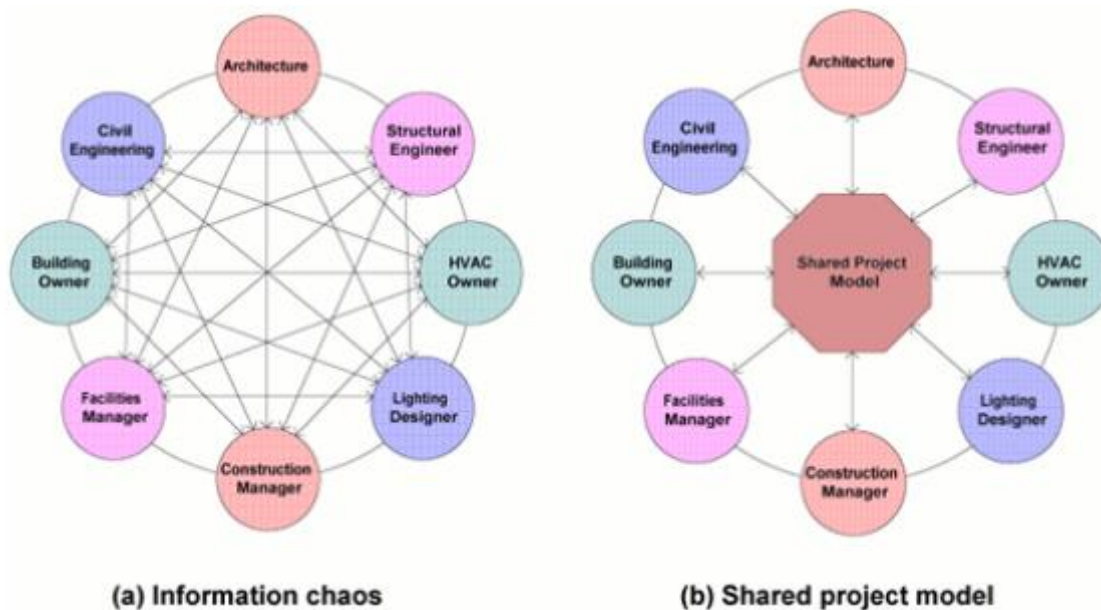
Essensen i lean er å snu organisasjonens fokus ved å ta utgangspunkt i flyteffektivitet, kontinuerlig forbedring (kaizen), reduksjon av sløsing og kundeverdi. Standardisering kan være en metode for å oppnå denne tankegangen. Standardisering av byggeprosessen vil sikre en bedre flyt gjennom hele prosjektet og gjøre arbeidsoperasjonene mer forutsigbare samt at kvaliteten vil være bedre. På denne måten vil bygge bransjen få større gevinst av Lean og prosessene vil bli mer flyteffektive når fokuset skifter mot å standardisere. Dette er en evolusjon industri og produksjonsbransjen har gjennomgått, fra å være en verkstedsgulvbasert verktøy til et prosessperspektiv og til slutt til et helhetlig forståelse av Lean og produktforløpet gjennom hele organisasjonen. Byggeprosessen må standardiseres før utbyggingen starter. Alle må til en hver tid være klar over hva de skal gjøre og hvordan de skal gjøre det. Man kan her trekke likheter mellom fagarbeidere på en byggeplass med montører på et produksjonsbånd. Alle montører ved et produksjonsbånd vet til en hver tid hva arbeidsoppgaven er og må følge flyten til produktet når de utfører sin arbeidsoppgave. Det er ikke rom for innovasjon når produktet er på båndet, her er oppgavene standardisert og alle aktiviteter som ikke gir merverdi til produktet vil være sløsing. Elementer av dette bør innføres i byggebransjen. På denne måten vil man få mindre start og stopp i produksjonen samt mer forutsigbarhet.



Figur 19: effektivitetsmatrise. Modig og Åhlstrøm 2012

3.8 BIM

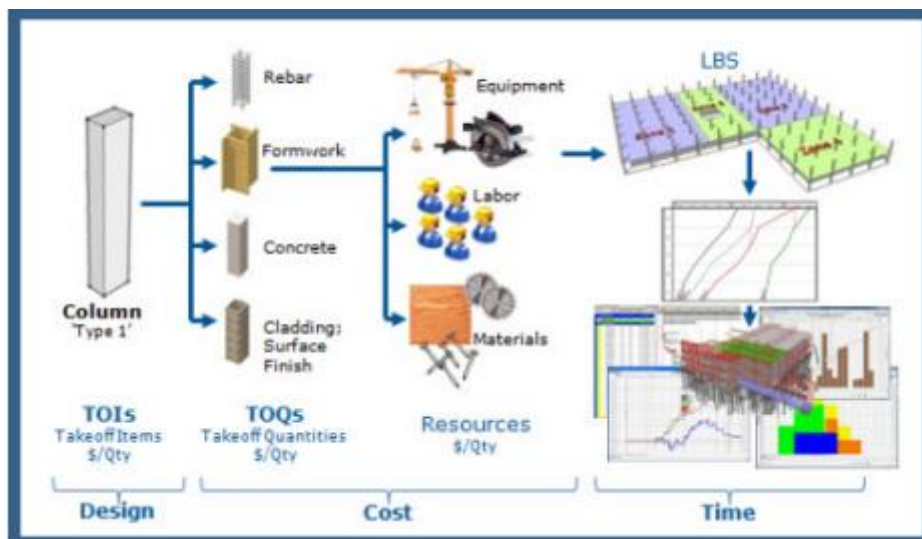
BIM er en forkortelse for bygningsinformasjonsmodell eller bygningsinformasjonsmodellering, dette er en metode for å modellere informasjonen som benyttes for et prosjekt. I praksis vil det si at BIM er en 3D datamodell av prosjektet som inneholder informasjon om objektene som blir benyttet. Tanken bak BIM er å eliminere kaoset som oppstår rundt informasjonsflyten i et prosjekt til å skape transparens og en felles plattform for alle deltakere. (Eastman 2011)



Figur 20: BIM. Informasjonsflyt 2007

BIM bruker en felles database for modellen som samtlige av aktørene har tilgang til, alt nødvendig informasjon gjøres tilgjengelig og modellen oppdateres løpende. BIM er et nyttig verktøy i prosjekteringsfasen, men like viktig for bygningsarbeidet og på byggeplassen. I tillegg til dette kan objektene inneholde dokumentasjon om forvaltning, drift og vedlikehold av bygget, noe som gjør modellen nyttig selv etter ferdigstilling. (Eastman 2011)

Med utgangspunkt i 3D BIM har det videre utvikles både 4D og 5D BIM. Her brukes ikke modellen kun til visualisering og informasjon, men man legger til faktorer som tid og kostnad. Hva den fjerde og femte dimensjonen er varierer fra brukeren og hvilken programvare som brukes. I 4D BIM kan tiden være den fjerde dimensjonen. Man legger til fremdriftsplaner i modellen og linker disse opp mot objektene. I 5D BIM vil i tillegg til tiden, kostnader knyttes opp mot material og utføring bli knyttet til modellen. (Aouad 2012)



Figur 21: Vico software 2012

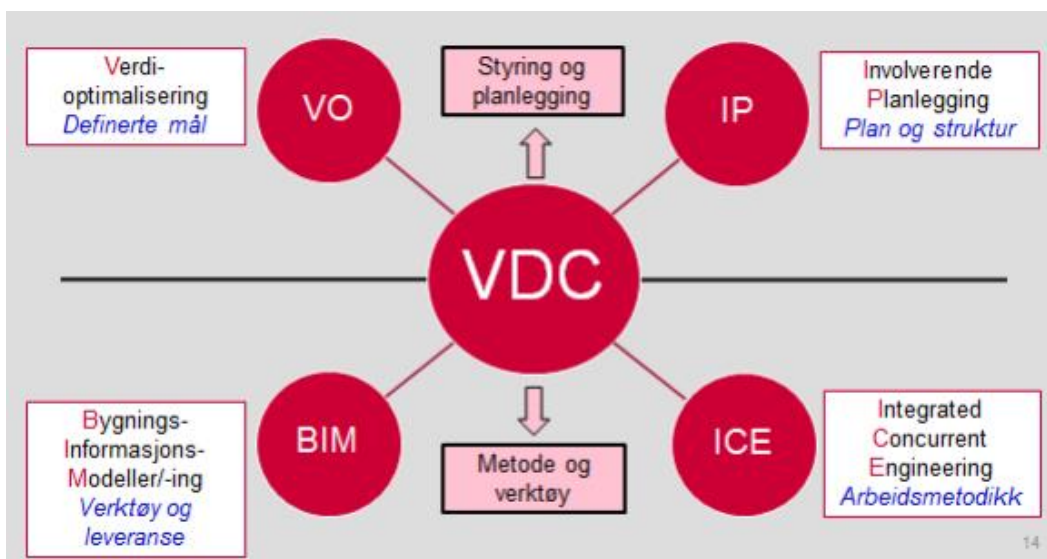
Ved bruk av BIM modeller er detalje planlegging særlig viktig. Modellen krever høy detaljgrad der alle objekter i prosjektet er lagt inn med riktig informasjon. BIM kan brukes gjennom egne programvarer utarbeidet spesielt for denne type modellering eller bruk av forskjellige 3D modelleringsprogramer som er konertert til IFC-filer. Uansett hvem programvare man bruker er det her viktig med oppfølging av modellen og kontinuerlig oppdatering slik at den til alle tider er synkronisert gjennom hele organisasjonen.

3.9 VDC

VDC er en en visjon om å øke måloppnåelsen ved å benytte seg av virtuelle hjelpemidler, teknologi, metoder og verktøy. Uttrykket VDC dukket opp i 2001 og er utarbeidet av Center of Integrated Facility Engineering(CIFE) ved Stanford University, USA. Kunz og Fischer (2009) ved CIFE definerer VDC slikt:

"The use of integrated multi-disciplinary performance models of designconstruction projects to support explicit and public business objectives." (Kunz & Fischer 2009)

Tanken bak VDC er tatt i fra TPS om å optimalisere hele prosesser og ikke bare enkeltaktiviteter, fokuset er på hva som er verdiskapende for prosjektet og minimere lite hensiktsmessige arbeidsoperasjoner. VDC er et konsept fortsatt under utvikling. Det er ikke definert noe fast innhold for hvilke metoder, verktøy og teknikker som inngår. Dette gir rom for at nye metoder og verktøy kan implementeres og konseptet kan tilpasses bedriften hvor den skal brukes (Li 2009). . Veidekke er en av mange norske bedrifter som benytter seg av dette konseptet. De bruker her teknologisk støtte fra BIM i samarbeid med ICE og sitt egne involverings verktøy IP. (Veidekke 2011)



Figur 22: VDC. Veidekke 2011

Målet med metoden er å håndtere tverrfaglige modeller for å fremme prosjektets mål, ikke bare med å utvikle et produkt, men med å utvikle organisasjonen og prosessene (Olofsson 2007). For å implementere metoden må bedriften gjennom tre faser; visualisering, integrering og automatisering.

I visualisering inngår 3-,4-/5D modellering og handler om å visualisere produktet man utvikler. En viktig del av visualiseringen er måling, med bakgrunn i modellen måles utviklingen og prosjektet, organsieringen og prosessene fulgt opp under byggeprosessen.

Integreringsfasen handler om å dele informasjon om produktet, organiseringen og prosessene ved å skape en automatisert database for prosjektet. Et eksempel på dette er kollisjonskontroller utført i BIM.

Hensikten med automatisering er å øke prosjekteringseffektiviteten, effektivisere prosjekteringsprosessen samt redusere produksjonsvarigheten. Man ønsker her å standardisere prosjekteringsløsninger og prosjektere for prefabrikering (Fischer & Kunz 2012).

3.10 Involverende planlegging

Involverende Planlegging, IP, og er et system utarbeidet av Veidekke. Dette er Veidekkes tilnærming til Lean i form av LC og The Last Planner System. Metoden brukes for å drive fremdriftsplanlegging basert på involvering av flest mulig ledd i en prosjektbasert byggeproduksjon. Involvering er hovedelementet i dette systemet, tanken er at alle skal være med på planlegging av sin egen hverdag for å skape økt eierskapfølelse for produktet. Veidekke forklarer IP som et system av disse elementene, hindringsanalyse, arbeidsdeling i tid, plansystem og møtestruktur. (Veidekke 2011)

Veidekke presenterer seks hovedpunkter som er grunnlaget for IP (Veidekke 2011):

1. At dem som skal gjøre arbeidet utformer planene i fellesskap.
2. At alle kjenner til og har innflytelse på deres egne arbeidsoppgaver.
3. At planene ikke anses som «ordre», men som forpliktende løfter til hverandre.
4. At det kun skal utføres sunne aktiviteter, og at alle hindringer er fjernet før aktiviteten utføres.
5. At den rullerende planleggingen blir mer detaljert desto nærmere tid det er til utførelse.
6. At de ulike plannivåene har ulike eiere.

3.10.1 Hindringsanalyse

Hindringsanalysen er en vurdering av forholdene for å kunne utføre sunne aktiviteter. Hindringene er definert som de syv forutsetningene satt av Ballard (2000). Disse forutsetningene må sikres for at en aktivitet skal være sunn. (Veidekke 2011)



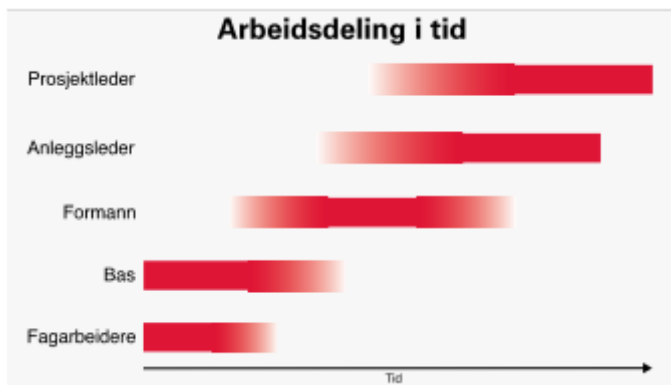
Figur 23: Sunn aktivitet . Ballard 2000

De syv forutsetningene for en sunn aktivitet er definert som følgende (Ballard 2000):

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 ryddig
7. De ytre forholdene må være i orden i form av vær, godkjenninger m.m

3.10.2 Arbeidsdeling i tid.

IP bryter med tradisjonell fremdriftsplanlegging ved å gi hvert ledernivå ansvar for å selv planlegge sine aktiviteter. Slik sikres det at den som vet mest om aktiviteten er med på å planlegge tidshorisonten. De ulike ledernivåene planlegger i forhold til den tidshorisonten som passer deres nivå. I figuren under gir Veidekke et grovt innblikk i hvilken tidshorisont de ulike ledernivåene passer inn i. Det er her essensielt at lederene klarer å forholde seg til sin tidshorisont for å kunne lykkes med IP. (Veidekke 2011)



Figur 24: Arbeidsdeling i tid. Veidekke 2011

3.10.3 Plansystem

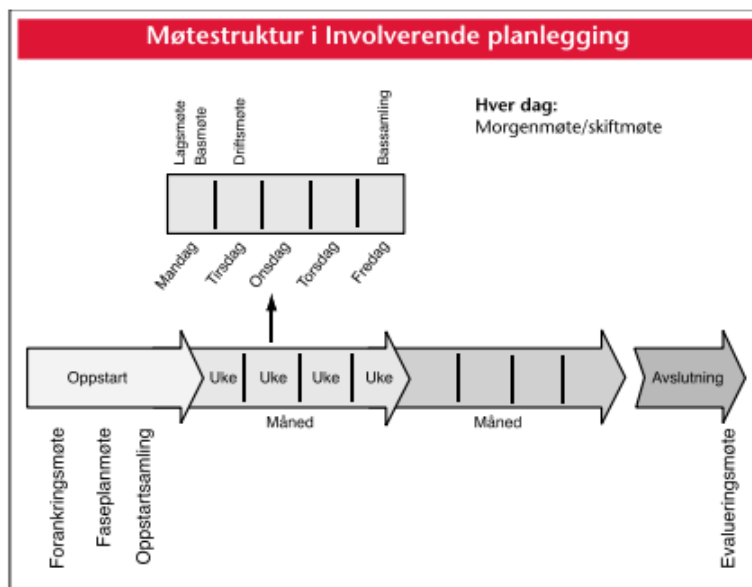
Plansystemet i IP kan deles i to nivåer, strategisk plan og operativ plan. Strategiskplan utarbeides i oppstartsfasen og gjøres kun en gang i løpet av prosjektet, operativ plan tar utgangspunkt i den strategiske planen og gjøres løpende gjennom prosjektet. Plansystemet tar utgangspunkt i Ballards (2000) fire nivåer av planlegging; hovedplan, faseplan, "lookahead" plan og ukentlig arbeidsplan. I figuren under definerer Veidekke (2011) de ulike plannivåene, hvordan planene skal settes opp og hvem som har ansvaret for utarbeidelsen. Plansystemet legger vekt på at flere ledernivåer skal involvere seg i planleggingen og at fagarbeidere inkluderes i en mye større grad en hva som var vanlig tidligere.

	Plan	Innhold	Tidshorisont	Anbefalt tidspunkt	Planeier
STRATEGISKE PLANER	Hovedframdriftsplan	Overordnet plan for hele prosjektet. Delt opp i fag/hovedfaser med milepæler. Hovedframdriftsplanen utarbeides av prosjektleder og anleggsleder i samarbeid med kunden. Planen bør som hovedregel ikke være på mer enn én A4-side. Planen vil kunne være et tilbuds- eller kontraktsdokument.	Prosjektet fra start til slutt	Lages som en del av tilbudet eller kontrakten	Prosjektleder
	Faseplan	Faseplanen detaljerer innholdet i hovedfasen. En plan per hovedfase. Eksempler på hovedfaser kan være grunn/råbygg, tett bygg og innredning. Planen detaljerer ned på et nivå som gjør at vi kan planlegge ressursbruken og rekkefølgen på hovedaktivitetene for de ulike fagene. Behov for Sikker jobbanalyser angis i planen.	En plan for hver hovedfase	4–6 uker før oppstart av fasen	Anleggsleder/driftsleder
OPERATIVE PLANER	Utkvikksplan	Utkvikksplanen er et vindu tatt ut av faseplanen. Den fokuserer på perioden 5–9 uker fram og foretar en ytterligere detaljering av faseplanen på aktivitetsnivå. Planen identifiserer og fjerner hindringer ved hjelp av de 7 forutsetningene.	Vindu uke 5–9	Rullerende Oppdateres hver uke	Anleggsleder/driftsleder
	Ukeplan	Ukeplanen fokuserer på perioden 2–4 uker fram og foretar en ytterligere detaljering av utviklingsplanen. Oppstarts- og sluttdato for hver aktivitet fastsettes. Planen identifiserer og fjerner hindringer ved hjelp av de 7 forutsetningene. Kun sunne aktiviteter slipper inn på uke 2 (kommende uke) i ukeplanen.	Vindu uke 2–4	Rullerende Oppdateres hver uke	Formann
	Lagsplan	Lagsplanen bemanner aktivitetene. Hver enkelt fagarbeider/hver enkelt gjeng planlegger sine arbeidsoppgaver i inneværende uke. Planen skal kun inneholde sunne aktiviteter. Planen kan for eksempel kommuniseres på en tegning.	1 uke (inneværende uke)	Rullerende Oppdateres hver uke	Bas

Figur 25: Plansystem. Veidekke 2011

3.10.4 Møtestruktur

Møtestrukturen har blitt tilpasset tidsplanleggingen og plansystemet. Møtestrukturen er delt i to, de strategiske møtene holdes i oppstartfasen og kun en gang, de operativmøtene holdes hver uke gjennom hele prosjektet. I figuren under er det utdrag av hvordan møte oppsette burde være i følge Veidekke. (Veidekke 2011)



Figur 26: Møtestruktur. Veidekke 2011

Møtetidspunktene er satt opp slik at de foregående møtene danner grunnlaget for de kommende. For eksempel vil uenigheter og utfordringer funnet i lagsmøte bli videre diskutert i driftsmøtet. Veidekke har videre utformet hva som bør være møte agenda og hvem som bør delta i hvilket møte. Alle møtene blir tilpasset prosjektet det jobbes med, men skal ta utgangspunkt i systemet lagd av Veidekke. I figurene under presenterer Veidekke møteagendaer for strategiske og operative møter. (Veidekke 2011)

	Møte	Innhold	Anbefalt tidspunkt	Grunnlag og resultat	Anbefalte deltakere med møteeier
STRATEGISKE MØTER	Forankringsmøte	Gi god informasjon, skape felles forståelse og utforme målsettinger vi er enige om – både for produktet og prosessen. Hvilke kriterier skal vi evaluere ut fra når vi er ferdige? Vurder på prosjektet hvordan det er mest hensiktsmessig å legge opp møtet.	Før oppstart av prosjektet	Grunnlag Krav og overordnede mål Resultat Felles forståelse	Distriktsleder, tillitsmann, prosjektledelse og baser fra Veidekke. Eventuelt de viktigste underentreprenørene
	Faseplanmøte	Informere sentrale prosjektdeltakere hos Veidekke og de viktigste underentreprenørene om involverende planlegging. Analysere den aktuelle fasen, dele den inn i hovedaktiviteter som tidsettes og plasseres i riktig rekkefølge (for eksempel gjennom lappeteknikk). Dette danner grunnlaget for faseplanen. Identifisere de viktigste risiki og behov for Sikker jobbanalyse (SJA). Det er vesentlig at prosjektledelsen har gjort gode forberedelser til møtet.	Før oppstart av hver fase	Grunnlag Hovedframdriftsplan Resultat En faseplan vi er enige om. Identifikasjon av fasens viktigste risiki	Prosjektleder, Anleggsleder/driftsleder , formann, bas, prosjektledere/saksbehandlere og baser for de viktigste underentreprenørene
	Oppstartsamling	Informere om prosjektet, herunder hva involverende planlegging innebærer. Gjennomgå hovedtrekkene i faseplanen. Behandle det som prosjektet har vektlagt i sine planer (forbedringsarbeid, HMS, kvalitet osv.). Det er vesentlig at prosjektledelsen har gjort gode forberedelser til møtet.	Ved oppstart av hver fase, eller når nye faggrupper kommer til byggeplassen	Grunnlag Omforent faseplan Resultat Felles forståelse	Anleggsleder , alle Veidekkes folk på byggeplassen. De viktigste underentreprenørene
	Evalueringmøte	Evaluere fasen eller prosjektet. Hva har fungert bra? Hva har vært utfordrende? Hva kan vi forbedre til neste fase eller neste prosjekt? Evalueringen bør gjøres sammen med de viktigste underentreprenørene og eventuelt kunden.	Ved avslutning av hver fase, og ved prosjektavslutning	Grunnlag Målinger og devalueringer Resultat Samlede erfaringer som tas med inn i neste fase eller neste prosjekt	Prosjektledelsen , alle Veidekkes folk på byggeplassen. Eventuelt de viktigste underentreprenørene og kunden

Figur 27: Strategiske møter. Veidekke 2011

	Møte	Innhold	Anbefalt tidspunkt	Grunnlag og resultat	Anbefalte deltakere med møteeier
OPERATIVE MØTER	Morgenmøte/skiftmøte	Kort møte hver dag før arbeidet starter. Stående møte på et fast egnet sted. Varighet 5–15 minutter. Skjedde det noe spesielt i går vi må snakke om? Er noen syke? Er alle de 7 forutsetningene på plass? Vet alle hva de skal gjøre? Spesielle risikoforhold vi må være oppmerksomme på i løpet av dagen?	Daglig, før arbeidet starter	Grunnlag Lagsplan Resultat Eventuelt oppdatert lagsplan	Veidekkes bas, fagarbeidere. Underentreprenører holder eget morgenmøte/skiftmøte
	Lagsmøte	Utgangspunktet er lagsplan som distribueres etter bassamlingen. Hver enkelt produksjonslinje gjennomgår hvilke aktiviteter som skal gjennomføres i inneværende uke. Kontroll av at alle planlagte aktiviteter er sunne. Hver enkelt planlegger før møtet sine egne aktiviteter. Jobbanalyse (se kap. 5.1) er et godt hjelpemiddel for å planlegge egen hverdag, både med hensyn til sikkerhet, kvalitet, utstyr, ergonomi og effektivitet.	Ukentlig, mandag morgen	Grunnlag Lagsplan (fra bassamling) Resultat Forpliktende lagsplan for inneværende uke	Veidekkes bas, fagarbeidere, formann
	Basemøte	Gjennomgå og oppdatere ukeplanen (2–4 uker fram) sammen med basene. Hver uke tas en ny uke fra utviklingsplan inn i ukeplan, samtidig som en uke går fra ukeplan inn i lagsplanen. Gjennomgå og detaljere nye aktiviteter som er tatt inn i ukeplanen fra utviklingsplanen. I den grad planen inneholder usunne aktiviteter, identifiseres og fjernes hindringene. Som hovedregel skal kun sunne aktiviteter slippe inn i uke 2 (kommende uke) i ukeplanen.	Ukentlig, mandag etter lagsmøtet	Grunnlag Utviklingsplan (fra driftsmøte) Resultat Sunne aktiviteter til lagsplan. Oppdatert ukeplan	Formann, driftsleder/ anleggsleder og baser fra Veidekke og underentreprenørene
	Driftsmøte	Gjennomgå og oppdatere utviklingsplanen (5–9 uker fram). Hver uke tas en ny uke fra faseplan inn i utviklingsplan, samtidig som en uke går fra utviklingsplan inn i ukeplanen. Gjennomgå og detaljere ut nye aktiviteter som er tatt inn i utviklingsplanen fra faseplanen, og status på aktiviteter som tidligere ikke er gjort sunne. Fokus på å identifisere og fjerne hindringer.	Ukentlig, tirsdag	Grunnlag Faseplan (fra faseplanmøte) Resultat Sunne aktiviteter til ukeplan. Oppdatert utviklingsplan	Anleggsleder/driftsleder , formann, prosjektledere/ saksbehandlere for underentreprenørene.
	Bassamling	Gjennomgå inneværende ukes faktiske produksjon. Ved avvik iverksette tiltak. Ut fra dette utarbeide lagsplan for kommende uke. Planforslaget kan for eksempel kommuniseres på tegninger.	Ukentlig, fredag	Grunnlag Inneværende ukes faktiske produksjon Resultat Lagsplan for kommende uke	Formann, driftsleder/ anleggsleder og baser fra Veidekke og underentreprenørene

Figur 28: Operative møter. Veidekke 2011

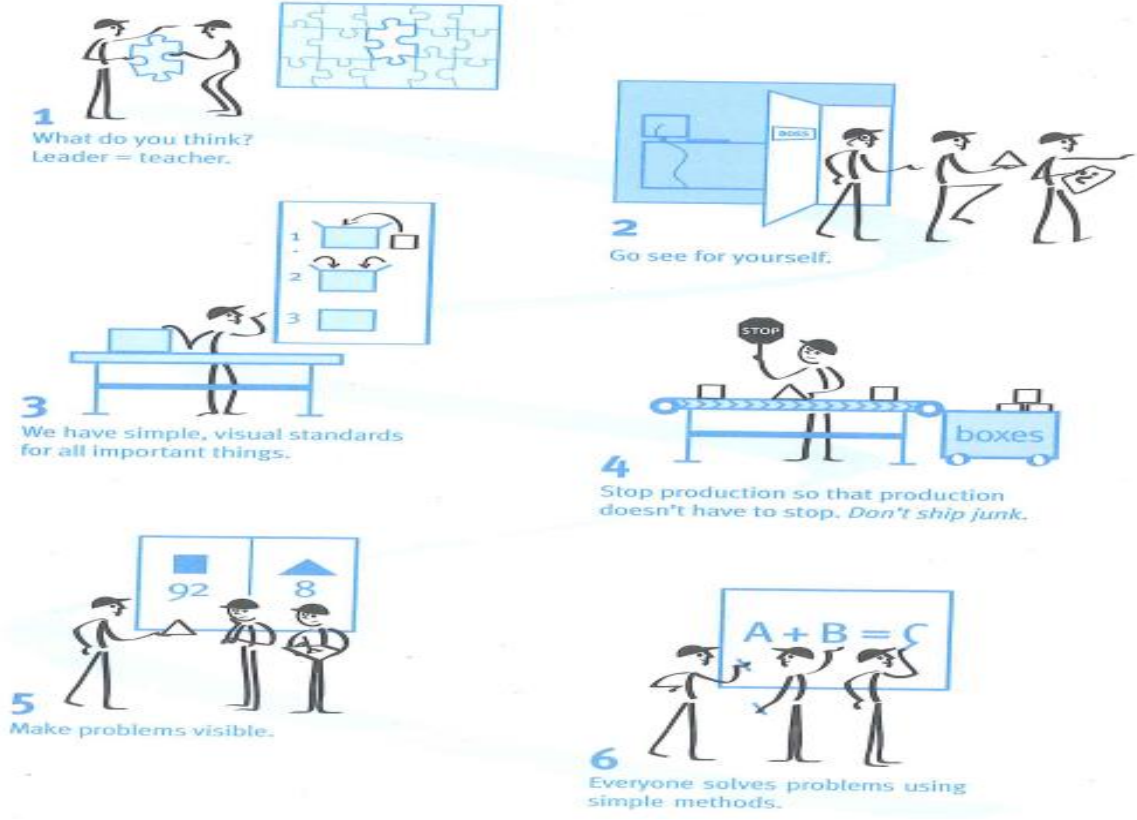
3.11 Lean Management

Lean management er et uttrykk for ledelses filosofien bak suksessen til TPS og hvordan ledelsen i en bedrift skal tilpasse seg roller for å kunne skape endringer for å effektivisere prosesser og strebe etter kontinuerlig forbedring (Dennis 2006). Pascal Dennis (2006) uttrykker problemet med å implementere Lean i bedriften ofte er at man introduserer verktøyene på et lavt abstraksjonsnivå slik at systemet ikke gir full utnyttelse. Verktøyene er en viktig del av prosessen som gir et styringssystem, men tankegangen og filosofien må ligge i grunn for å kunne benytte seg av systemet optimalt. man må være kjent med verktøyene på en lav abstraksjonsnivå og man må tenke i samsvar med filosofien på et høyt abstraksjonsnivå. (Dennis 2006)

Ledelsen må aktivt ta initiativ og vise åpenhet ovenfor sine ansatte (Dennis 2006). I tradisjonell ledelse virker ofte lederen som en autoritær skikkelse som delegerer oppgaver rundt seg med spesifikasjoner om hvordan han vil ha de løst. Slik går arbeiderens kreativitet, erfaring og kunnskap tapt (Dennis 2006). I motsetning til dette har du tilnærmingen hvor lederen virker som en lærer, han tar imot spørsmål og har alltid åpne dører for sine ansatte. Det gis uttrykk for hvor mye en hvers mening betyr og man tyr til sine egne ansatte for å finne løsninger. Slik vil de ansatte føle seg prissatt og involvere seg mer som igjen vil føre til at de føler seg tryggere og bedre. (Dennis 2009)

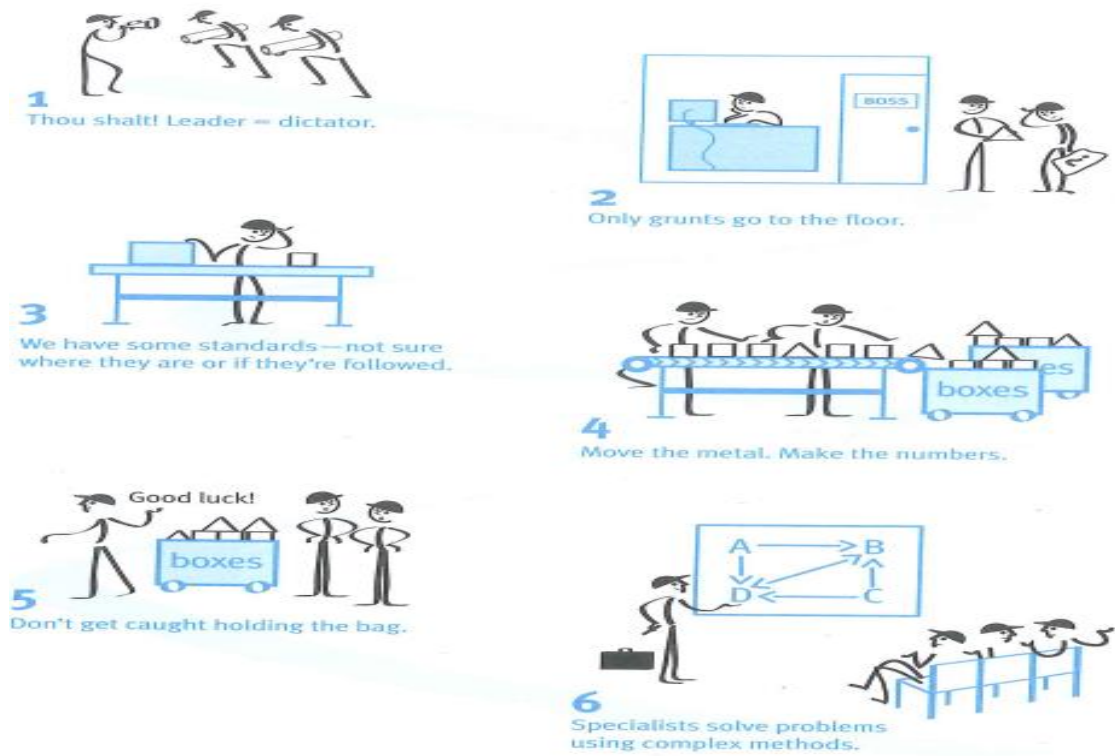
Prinsipper i Lean Management sier hvor viktig ledelsens involvering er for å kunne forbedre seg. Hovedmålet er å skape transparens og involvere flest mulig i avgjørelser som tas (Dennis 2009). Det essensielt at lederen er kjent med alle prosesser og operasjoner som utføres i bedriften. Gemba walk er et nyttig verktøy for lederen, slik vil han bli kjent med alle prosessene og engasjere sine ansatte til å løse problemer der de oppstår. (Dennis 2009)

Lean Mental Models



Figur 29: Lean ledelse. Dennis 2009

Conventional-Planning Mental Models



Figur 30: Tradisjonell ledelse. Dennis 2009

Identifisering av problemer er et sentralt emne i Lean management. Problemer skal ikke bare løses og undertrykkes, men diskuteres og visualiseres. Dennis (2009) definerer problemer som skatter, de må tas vare på og man må strebe etter å finne roten i hvert problem for å kunne forbedre prosessen ikke bare løse problemer hver gang det oppstår. I denne sammenheng presenteres PDCA syklusen. Dette er en vitenskapelig metode for å forbedre prosedyrer og rutiner.



Figur 31:PDCA syklusen. Lean home building.

PDCA står for Plan-Do-Check-Adjust, metoden går ut på å analysere eksisterende prosesser og finne løsninger for å forbedre (Dennis 2009). *Plan* er utgangspunktet, eller hypotesen man ønsker å teste. Fra et strategisk perspektiv vil hypotesen være utkomme av en gitt aktivitet. Spørsmål man stiller seg er *hvor vil aktiviteten føre oss og hvordan skal vi komme oss dit?* Her planlegges aktiviteten og man utfører i henhold til planen. Her kommer *Do* inn, dette er gjennomføringen av gitt aktivitet. Dennis (2009) anbefaler å teste ut aktiviteten på en mindre skala før den implementeres i bedriften. Etter utføring må resultatet analyseres, dette er *Check* delen av av syklusen. Dette er den viktigste delen, både prosessen og resultatene må observeres og vurderes. For å kunne gjøre dette er det essensielt å oppsøke stedet aktiviteten gjennomføres. Det utføres robuste og standardiserte metoder for analysering i samtlige ledd i bedriften. Den siste delden er *Adjust*, her skal man reflektere over resultatene og analysen. Hvis aktiviteten gir ønsket resultat må denne standardiseres,

hvis ikke må planen endres og syklusen gjentas. Dette gjøres frem til ønsket resultat er oppnådd. (Dennis 2009)

3.12 PA- bok.

PA-bok er en betegnelse for prosjektadministrativ håndbok og brukes i de fleste store bygge- og anleggsprosjekter (Hans Cappelen 2001). Statsbygg definerer PA-bok slikt;

“Hensikten med PA-boken er å danne grunnlag for prosjektadministrative rutiner og overordnet kvalitetsstyring av prosjektdeltakernes arbeid og ytelser” (Statsbygg 2014)

PA-boken utarbeides som oftest av rådgivere på byggherre siden og inneholder i hovedsak praktiske forhold som kontaktinformasjon til aktørene, møteprosedyrer, faktureringsinfo og rutiner for varsling og kommunikasjon. Det blir i tillegg redegjort for spesielle rutiner og prosedyrer knyttet til det aktuelle prosjektet og til tider ledd i styring og gjennomføring av prosjektet. PA-boken utarbeides for hvert enkel prosjekt og må følges med kontraktsdokumentet for å være rettslig bindende. (Hans Cappelen 2001)

3.13 Verktøy

3.13.1 Multifunksjonelle arbeidsgrupper

Mange forfattere er enige om at multifunksjonelle arbeidsgrupper er ett av de viktigste instrumentene i Lean Production (Alarcon 1997). I stedet for homogene arbeidsgrupper kan multifunksjonelle arbeidsgrupper produsere flere typer produkter. Dette gjør det mulig å produsere mer komplekse og mer ferdigstilte produkter i en produksjonsgruppe. Det overfører det maksimale antallet av arbeidsoppgaver og ansvar til de arbeiderne som faktisk gir produktet en verdi. I mellomtiden kan responsen til utvikling i markedet oppnås ved fleksibel styring av ansatte (Womack 1990). I multifunksjonelle arbeidsgrupper trenger ikke ansatte å vente på hverandre. Den gir heller ikke noe lager. For å oppnå prinsippet om multifunksjonell arbeidsgruppe må de ansatte bli trent til å tenke og gjøre ting parallelt (Kenward 1992).

3.13.2 Parallell ingeniørarbeid

Dagens teknologi utvikler seg raskt og reduser livssyklusen til produkter. På grunn av dette er det viktig med en reduksjon i produksjonshastigheten. Man kan oppnå dette ved parallelt ingeniørarbeid. Ved parallelt ingeniørarbeid er ikke lenger designeren og produsenten separerte verken fysisk eller tidsmessig, men heller synkroniserte og integrerte hvor de hånd i hånd jobber i et produksjonsteam. Direkte kommunikasjon og samarbeid kan redusere produksjonstiden med en betydelig faktor, i følge (Alarcon 1997) opptil 2/3. Parallelt ingeniørarbeid gir reduksjon i muda ved å unngå missamhandling mellom ingeniøren og produsenten. Med parallelt ingeniør arbeid er markedets forskeren også innlemmet. Dette fører til reduksjon av produkter og tjenester som kundene ikke vil ha.

3.13.3 Relasjonsbygging

Basis ideen til relasjonsbygging er å skape et samarbeid med ens leverandør (Womack 1990). Dette betyr blant annet:

- Gjensidig teknologi bytte
- Gjensidig åpenhet
- Gjensidig ledelses støtte

- Gjensidig reduksjon i lagerbeholdning
- Gjensidig deling av profitt

Langtids kundeforhold med leverandører har en positiv effekt forretningsforbindelsen mellom dem som er basert på samarbeid istedenfor konflikter. Forstyrrelser i en forretningsforbindelse skaper muda.

3.13.4 Visuell kontroll

Transparans og forenkling er sentrale begreper i Lean. Visuell kontroll handler om å forenkle oppgaver for de ansatte i en bedrift. Visuell kontroll brukes for å gjøre arbeidsplassen mer oversiktlig og ryddig. Hvordan en bedrift sikres seg visuell kontroll er avhengig av hva bedriftens formål er. Toyota bruker her kanban og andon, kanban er et signalsystem som brukes for kontrollere produksjonen for å unngå overophoping og andon er et varslingsystem som brukes for å varsle om feil og avvik i produksjon. Visuell kontroll har som hensikt å skape oversiktighet over problemer slik at de kan løses uten at noen kommer i veien for hverandre. Visuell kontroll er med på å skape bedre flyt i prosessene. (Machado og Leitner 2010)

3.13.5 Standardisering

Standardiserte arbeidsoppgaver er en sentral del ved Lean og samlebåndsproduksjonen. Samlebånd har som forutsetning at oppgavene er mest mulig standardiserte slik at det oppstår god flyt uten avbrytelser og forsinkelser langs båndet, i tillegg bidrar det til høyere kvalitet. Ifølge Lauri Koskela 1992 gir standardisering flere fordeler for både leverandør og kunde:

- Vanskeligheter med tilberedning på byggeplass blir enklere ved en økning i prefabrikkerte elementer. I tillegg kan man levere produkter i moduler som gjør det lettere å sette sammen produkter gjennom multifunksjonelle arbeids grupper, istedenfor at man trenger spesialister. Dette bidrar til å redusere antall arbeidsoperasjoner.
- Antallet midlertidige kontrakter mellom organisasjoner er redusert fordi en trenger mindre parter, dette oppfordrer til bedre og sterkere kunderelasjoner. Ved standardisering blir ulike arbeidsoperasjoner mer forutsigbare, og variabiliteten reduseres. Koskela påpeker at elimineringen av særegenheten til konstruksjonsbransjen ikke er en løsning seg selv, det gjør bare konstruksjonsbransjen mer lik produksjonsbransjen. Produksjonsbransjen har

også andre typer sløsing som man må elimineres , og man må ikke glemme å streve etter å eliminere sløsing av disse prosessene.

3.13.6 A3

Navnet A3 har sitt opphav i papirformatet, dette er et problemløsningsverktøy utarbeidet av Toyota for å identifisere problemer og behov. Verktøyet blir også brukt for å komme med forslag, planer og statusoversikt i tillegg til problemløsning. Se vedlegg. Metoden følger åtte trinn (Rubrich 2010) basert på PDCA syklusen, de åtte trinnene er som følger:

1. Identifiser problem og behov
2. Forstå nåværende situasjon
3. Utforme mål
4. Utføre årsaksanalyse
5. Bestemme mottiltak
6. Utforme implementeringsplan på mottiltakene
7. Evaluere resultatet
8. Oppdatere standardarbeid

Trinnene følges kronologisk og tiltak blir utarbeidet og testet gjennom metoden. A3 er et verktøy for å kunne visualisere problemene og gjøre fortsåelsen enkel for en hver slik at man sammen kan løse den og utvikle seg videre. (Rubrich 2010)

3.13.7 Kanban

Kanban er et japansk ord som kan direkte oversettes til tavle. Dette er et system produsert av Toyota for å ikke overbelaste sine arbeidere. Kanban har som mål å begrense antall påbegynte oppdrag. I det et oppdrag er ferdig blir det neste sent inn. Man kan si at kanban er et kølapp system for jobbene som er på vent i en produksjon enhet. Kanban er generelt en pull teknikk, det vil si at jobbene blir dratt inn ettersom behovet oppstår. Kanban er også en sentral del av JIT systemet. (Ohno 1988).

3.13.8 Gemba Walk

Gemba er et japansk ord og betyr direkte oversatt "faktisk sted". I Lean sammenheng kan

det ses på som stedet hvor verdi blir skapt. Gemba walk er et ledelses verktøy for å danne seg et bilde av eksisterende situasjon ved å selv observere og forhøre seg om prosessen. Prosessen er at ledelsen besøker enhetene i bedriften og diskuterer målet med aktivitetene som foretas, forstår prosessene som gjennomføres og ser hvordan oppgavene blir løst av arbeiderene. Gjennom en slik orientering vil ledelsen kunne forstå arbeidet bedre og lære for å kunne utvikle seg videre. Hensikten med Gemba walk er gjøre ledelsen kjent med arbeidet som utføres på produksjonsnivå slik at de kan lettere forstå problemer som oppstår og løse disse sammen med de som utfører oppgaven. Gemba walk utføres jevnlig for å sikre at man til alle tider er oppdatert over prosessene og kan forbedre seg kontinuerlig. (Womack 2011)

3.13.9 JIT (Just in Time)

Just in time er et konsept for å skape god flyt i varestrømmen. Tanken er å redusere flyttiden til varene og responstiden til kunden ved å levere akkurat det som trengs til riktig sted, riktig tid og riktig mengde. en annen tanke er å redusere kostnader knyttet til lageret ved å redusere lagerbeholdningen. Den tradisjonelle tilnærmingen til produksjon er at produktet blir dyttet ut mot kunden og produsert før det faktisk trengs. Det vil si at man alltid har midlertidige lager, noe som defineres som en type sløsing. Et sentral begrep i JIT er *pull*, ved JIT produksjon dras varer ut i produksjon etter at etterspørselen oppstår slik unngår man unødvendig lagring og eliminerer denne type sløsing. Implementeringen av JIT bygger på stabil og pålitelig produksjon og et godt forhold til kundene. (Ohno & Mito 1988)

3.13.10 Jidoka

På japansk betyr jidoka automatisering. Jidoka er et system utviklet av Toyota for å hindre at defekte varer forlater produksjonslokalet. Konseptet baserer på å gi operatører og maskiner evnen til å oppdage feil og å stoppe produksjonsbåndet for å finne feilen og rette den, samt utbedre slik at feilen ikke oppstår igjen. Jidoka setter lys på feilens rot siden prosessen stopper opp og man får tid til utbedringer av prosessen og å eliminere den underliggende oversaken, dette er igjen en sentral del av Lean i form av kaizen. (Toyota Motor Company)

3.13.11 Kaizen

Kaizen er japansk og står for permanent og stegvis kvalitetsforbedring. Kaizen stimulerer alle ansatte på alle nivåer i en bedrift til å bruke hodene deres på å redusere kostnader. Den

krever kontinuerlig nye ideer for kostandsreduisering. I noen tilfeller er det et strengt krav fra ledelsen til alle produksjonsenheter om å komme med en ny ide hver uke. En god implementering av Kaizen gir lavere kostnader uten å ha innvirkningen på sluttproduktet. I følge Imai (1993) sier han følgende: «It is obvious that Kaizen reduces muda». Kaizen krever at alle ansatte er involverte og tar del i tankesettet.

3.13.12 Morgenmøter

Morgenmøter defineres også som et verktøy i Lean management. Som navnet tilsier er dette er ofte daglige møter hold i begynnelsen av dagen på arbeidsplassen. Disse møtene er som regel mindre formelle, korte og konsist i sin oppfatning. Agenda er dagsplanen og å identifisere eventuelle problemer som kan oppstå. Samtlige av arbeiderene må delta og arbeidet fordeles av for møteansvarlig. Morgenmøter blir brukt som et problemløsningsverktøy samt en metode for å involvere flest mulig i beslutninger som blir tatt. (Pettersson et. al 2009)

3.13.13 Poka Yoke

Poka-Yoke er et japansk ord som kan løst oversettes til feilsikring, eller mer ordrett unngåelse av feil. Metoden går ut på å forebygge feil før de oppstår. Metoden har røtter i TPS og skal hjelpe maskin operatører å unngå feil og eliminere sløsing i form av produkt feil. Hovedelementet er oppdagelse, tanken er å oppdage feil som har skjedd eller kommer til å skje ved å korrigere og sette fokus på menneskelige feil som oppstår i det de gjør det. (Shingo & Andrew 1989)

3.13.14 Kundefokus

Hele selskapet må ha kunden som fokus (Womack 1990). Kunde-Leverandør forhold er veldig viktig internt og eksternt. God kommunikasjon med ens kunde fører til mindre problemer. Som et resultat bidrar det til mindre muda.

3.13.15 Informasjon, kommunikasjon og prosess struktur

Lean Production krever en transparent organisasjon (Koeleman 1991). En transparent og flat organisasjon impliserer bedre informasjon og kommunikasjon, internt som eksternt. En enkel bedrifts struktur gjør det lettere å kommunisere. En transparent organisasjon gjør det

lettere å ha en oversikt over konsekvenser av kontroll punkter og der hvor det må tas et tak. Det er klart at dårlig kommunikasjon gir høyere muda.

3.14 Kritikk av lean

Norsk Tjenestemannslag har publisert en brosjyre i regi av UiO med tittelen ”Ja til medbestemmelse og tillit. Nei til lean” (NTL, 2011), her fremstilles Lean som en trussel mot den norske samarbeidsmodellen, og at tilliten til at folk gjør jobben sin svekkes ved lean. I en annen artikkel hevdes det at Lean har klare begrensinger til faktorer som medvirker autonomi fordi det er innført korte og standardiserte tidsfrister, rutiner og arbeidsoppgaver. (Finsrud, Ingvaldsen og Rolfsen, 2012, 42-50)

Deler av lean konseptet har blitt kritisert, og spørsmålet om innføring av lean i form av standardisering og tidsfrister vil føre til bedre effektivisering eller gå utover dynamikken og folks rett til å velge hva de skal bruke tiden sin til i kreative miljøer har reist seg. (MAGMA, 2013)

Markedssituasjoner endrer seg raskt, og markeder kan vokse og minke på kort tid. Lean har som mål å levere varer og tjenester til en gitt tid. Lean production fokuserer på reduksjon av ledetider, og reduksjon med mål om ingen lagerbeholdning, dette gjøres ved hjelp av Just In Time. (Womack and Jones 1996). Dette kan i noen bedrifter med en slik lean tilnærming medføre dårlig beredskap eller reaksjonsevne i forhold til endringer i markede. (Hines, Holweg and Rich 2004).

Annen kritikk som er rettet mot lean er at prinsippene fra Toyota Production System har sitt opphav fra Japan som har en annen arbeidskultur i landet, dette kan føre til at implementeringen kan være vanskeligere i vestlige land. Generelt kan det uansett være krevende for enhver bedrift å omstrukturere seg å implementere store organisatoriske endringer uansett styringsmåte.

En markant kritiker av lean er den danske forskeren Christoffer Boserup Skov. Han fremhever flere punkter som han mener er lite bra med lean. Han mener at lean tankegangen baserer seg på et foreldet menneskesyn, og han retter seg mot ordet sløsing innenfor TPS, og hva som ligger i det ordet. Er det sløsing om to kollegaer snakker sammen i fem minutter i gangen? Ifølge de 7 sløsetypene ville dette umiddelbart vært sløsing fordi det ikke tilfører noen form for verdiskapning. Omvendt kan man si at slik samtaler styrker, motiverer og skaper en teamfølelse blant ansatte. På lang sikt kan man derfor se på denne hendelsen som verdiskapende. Følgende er et sitat fra Skov: ”Inden for psykologien forlod man den tayloristiske tankegang, da man fandt ud af, at mennesket

trods alt er mere end en dum maskine.” (Skov 2008). *Skov forteller at den manglende evnen til å definere sløsing gjør Lean til en mekanisk og utroverdig teori.*

Skov kritiserer et annet viktig prinsipp innenfor lean og mener at nullfeilskulturen bidrar til lite nytenkning. Lean handler om å utføre målinger på tidsbruk i ulike arbeidsoperasjoner, for å effektivisere takt tidene. Man er opptatt av ting ikke skal overlates til tilfeldighetene, og det mener han er en dårlig ide i dagens samfunn. Omgivelser forandrer seg raskt og Skov mener at standardisering bidrar til mekanisk tenking. Han hevder at den verdifulle medarbeideren er den som klarer å gripe tilfeldighetene gjøre det uventede og bryte den standardiserte vantenkingen.

4.0 Resultater

Dette kapitlet tar for seg observasjoner og intervjuer knyttet til prosjektene OiB og KS. Det er foretatt intervjuer med nøkkelpersoner hos begge prosjektene. Ståstedsanalysen i dette kapitlet baserer seg på både kvantitativ og kvalitativ informasjon.

4.1 Casestudie

Casestudie er delt i to. Først vil vi presentere resultatene fra OiB og deretter følger resultatene fra KS

4.1.1 Odontologibygget i Bergen - Bygd etter den tradisjonelle metoden

4.1.1.1 Bakgrunn

Utredningen av Odontlogibygget i

Bergen startet etter at Kunnskapsdepartementet (oppdragsgiver) initierte prosessen. OiB ligger i Årstadveien 17 og er et stort bygg på hele 15.000 kvm, inkl. garasje og offentlig tannklinikk. Bygget er dimensjonert for 286 studenter og rundt 260 ansatte. Daglig vil rundt 400 pasienter bli behandlet i klinikkene. Bygget omfatter også



Figur 32: OiB

en klinikk for Hordaland fylkeskommunes offentlige tannhelsetjeneste. Odontologibygget i Bergen omtales idag som en fellesbetegnelse for 3 bygg som er det odontologiske fakultet, det medisinske fakultet og et klinisk odontologi.

På begynnelsen av 90-tallet ble det klart at det var behov for hovedreparasjon av odontologibygningen. Bygningen var slitt, det var plassmangel og det oppfylte ikke datidens krav til faglig og miljø messig kvalitet. OiB fullførte så sitt forprosjekt og KS2 behandling i

2005. Entrepriestrategi og modell for gjennomføring var bestemt som del av KS2 prosessen. Prosjektet ble finansiert med midler fra 2009 og detaljprosjekteringen startet da. Kostnadsramme for bygget var 852,9 millioner kr.

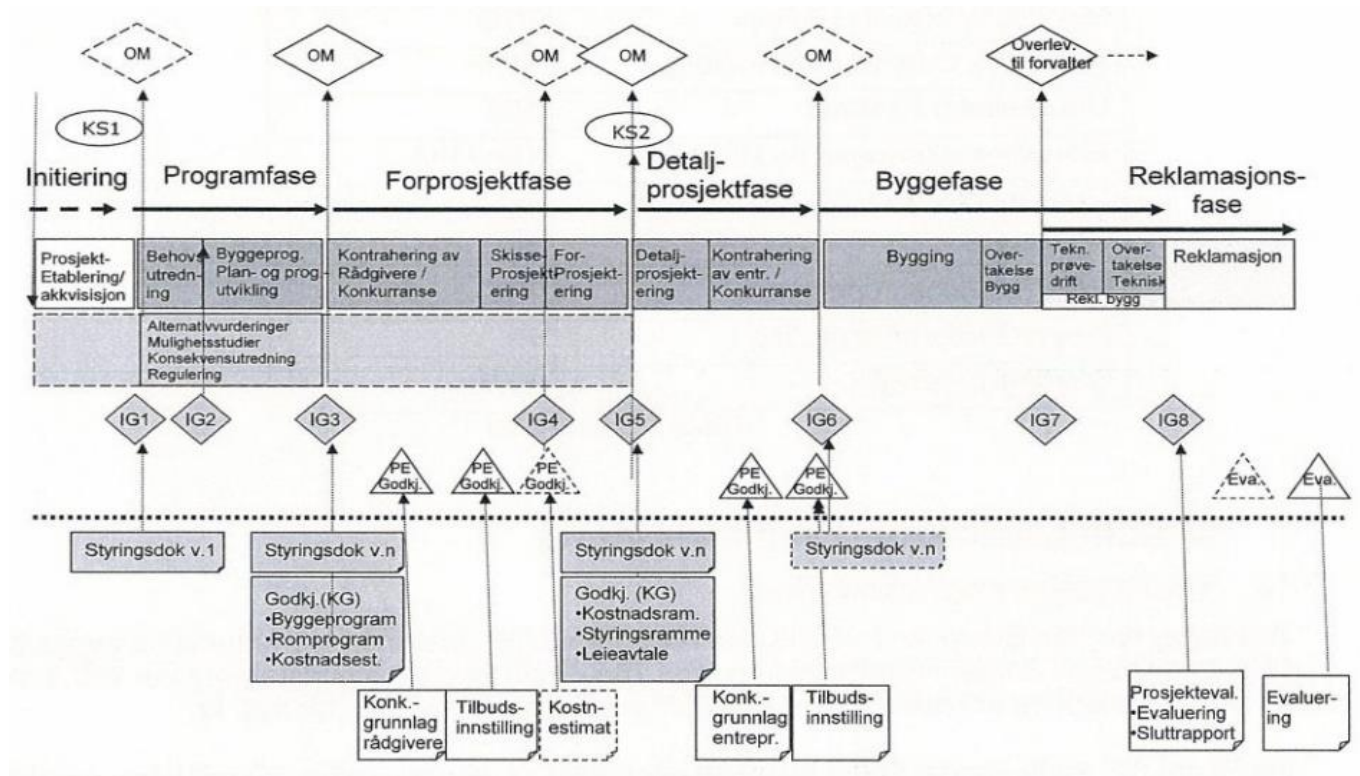
Byggeprosjektet omhandler 3 blokker: Blokk A, Blokk B og Blokk C. Blokkene bygges i rekkefølge A, B og C, fra nord til sør. Det er planlagt at utførelse av de enkelte entrepriser starter opp i etterfølgende blokker før arbeidene er ferdig utført i foranliggende blokk. Rivearbeider på tomten ble utført i 2009. Oppstart av råbyggene skjedde i midten av mars 2010. Start av prøvedriftsperiode fant sted mai 2012 og bygget kunne tas i bruk til høstsemesteret 2012.

Dokumentanalyse:

OiB prosjektet følger prosjektmodellen PRORUT (Statsbyggs Prosedyrer og Rutiner), og skal i tillegg tilfredsstille Finansdepartementets krav til styringsunderlag ved KS2 (kvalitetssikring). Prosjektet har lagt til grunn byggherrestyrte delentreprisemodeller som kontraktsmodell, bakgrunnen for dette valget er ikke beskrevet i noe av prosjektmaterialet (Metier KS2, 2005). Det antas at dette valget har sammenheng med at det er denne kontraktsmodellen som Statsbygg vanligvis benytter i deres prosjekter. Byggherrestyrte sideentrepriser må betraktes med utgangspunkt i delt entrepriser. På OiB prosjektet er det av Statsbygg lagt vekt på å dele prosjektet inn i relativt få entrepriser fordi det vil redusere antall grensesnitt, og sannsynligvis gi færre konflikter knyttet til koordinering noe som utgjør en lavere risiko for byggherren. Få entrepriser er valgt og vil antakeligvis bidra til å forhindre mulige ansvarsfraskrivelse knyttet til feil eller dårlig utførelse.

Beslutninger som omhandler valg av prosjektgjennomføringsmodeller og kontraktsstrategi var tatt i forprosjekt fra 2005. Styringsdokumentet til Statsbygg for prosjektet ble fulgt, og er Statsbyggs egen standardiserte mal for prosjektgjennomføringsmodeller og kontraktstrategier, dette er et styringsdokument som ligger til grunn i alle Statsbyggs prosjekter.

Følgende figur er hentet ut ifra Statsbyggs prosjektmodell:



Figur 1 Statsbyggs prosjektmodell

Figur 33: Statsbyggs prosjektmodell. Statsbygg 2009

Gjennomføringsstrategi og prosjektstyring i prosjektet skal ifølge rapporten gjennomføres i henhold til prinsippene i Figur 1 Statsbyggs prosjektmodell (Statsbyggs styringsdokument, 2009). Prosjektet er brutt ned på ulike faser med tilhørende hovedleveranser, og det er tydelig beskrevet hvor i prosjektløpet interne og eksterne beslutningspunkter er lagt i prosjektet. De krav som prosjektet skal tilfredsstillere på ulike stadier i prosjektforløpet, er beskrevet i Huset (Statsbyggs intranett) som en del av prosjektmodellen. På Huset finnes også tilgjengelige styringsverktøy og prosedyrer som støtter opp om gjennomføringen av prosjektet i henhold til Statsbyggs prosjektmodell. Blant her kan nevnes den blå boka (STATSBYGGGS GENERELLE OG SPESIELLE KONTRAKTSBESTEMMELSER FOR ENTREPRISER) og den grønne boka (STATSBYGGGS GENERELLE OG SPESIELLE KONTRAKTSBESTEMMELSER FOR PROSJEKTERING) boka, samt boken om offentlige anskaffelser.

For å sikre at alle prosjekter får en gjennomføringsstrategi som er tilpasset prosjektets utfordringer, størrelse og egenart, tildeles alle Statsbyggs prosjekter en prosjektklasse.

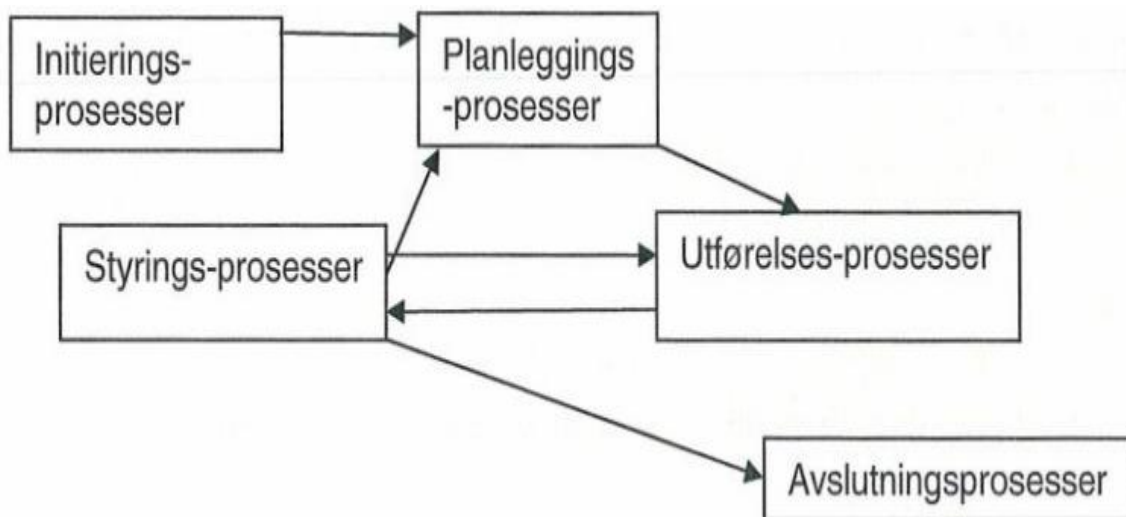
Prosjektklassen styrer hvilke krav som stilles til usikkerhetsstyring og prosjektledelse, og fordeling av roller og ansvar i Statsbyggs organisasjon. Prosjektets prosjektklasse avklares ved prosjektetablering. Dette prosjektet tilhører klasse 3, Store prosjekter, som generelt betyr større krav til styring enn prosjekter i lavere klasser. Valget som er tatt refereres til Statsbyggs prosedyre "Valg av prosjektklasse". Siden dette er et klasse 3 prosjekt er det utnevnt en egen systemkoordinator, egen fremdriftsplanlegger og Statsbygg hadde planlagt høy tilstedeværelse.

Gjeldende gjennomføringsplan for prosjektet er som for følger i tillegg til Statsbyggs prosjektmodell. Disse er ment som å ha fokus på prosjektets inndeling i faser og interne godkjenningpunkter. I forbindelse med faseoverganger så vil Prosjektleder bruke PMBOK som står for Project Management Body of Knowledge. Dette kom lement for prosjektledelse innenfor de spesifikke fasene. PMBOK er laget av Project Management Institute i USA.

Prosjektlederen i dette prosjektet, var sertifisert iht standarden til PMI

Prosjektledelsesprosesser som kan deles inn i fem grupper:

1. Initieringsprosesser,
2. Planleggingsprosesser,
3. Utførelsesprosesser,
4. Styringsprosesser,
5. Avslutningsprosesser,



Figur 34: PM-bok prosesser. Statsbygg 2009

I dette prosjekt er initierings- og avslutningsprosesser definerte av faseoverganger og derfor vel beskrevne i Statsbyggs prosjektmodell. Det vil i dette prosjekt være stor fokus på planleggings-, utførelses- og styringsprosesser. For beskrivelse av planleggingsprosesser og

tidsstyring refereres det direkte til PMBOK, dette brukes altså som styrings teori. De viktigste styringsprosessene er Statusrapportering og styring av endringer. Statusrapportering innefatter innsamling og sammenstilling av informasjon vedrørende fremdrift og kostnader, samt utarbeidelse av økonomiske, og fremdriftsmessige prognoser. Styring av endringer innebærer styring og samordning av endringer tvers i gjennom prosjektet. De andre, støttende, styringsprosessene er: Tidsstyring, Kostnadsstyring, Kvalitetsstyring og Usikkerhetsstyring.

Statsbyggs prosjektmodell og interne prosedyrer og maler ble fulgt som prosjektteori. Det henvises i tillegg til PA-bok. Statsbygg har sitt eget store bibliotek med ulike maler og bestemmelser som kreves i deres prosjekter. Det er brukt ulike teoriuttrykk i Statsbyggs rapport, som er termer som er erfaringsbasert samt termer som står beskrevet i Huset. I målene deres for prosjektet er det bestemt at målene skal være (SMART) Spesifikke, Målbare, Aksepterte, Realistiske og Tidsavgrensede. Under SMART kriteriet er det satt opp et effektmål samt et resultatmål.

Resultat og effektmålene er hva Statsbygg ønsker å oppnå med prosjektet, dette er klare mål som de vil prøve å tilfredstille og strebe etter. Prosjektmålene er knyttet til løsningen som prosjektet skal frembringe, og de strategiene som er lagt til grunn.

Effektmålet er som følger:

Faglig: Ved fortsatt lokalisering og sentralt knyttet opp til utdannings- og forskningsmiljøene ved Det Medisinske fakultet, Det psykologiske fakultet og Haukelands Universitetssykehus skal de nye lokalene videreføre og styrke UiB som et universitet innenfor odontologisk undervisning og forskning med høy internasjonal standard. Dette skal gi utslag i:

- Økt gjennomstrømning i tannlege - og tannpleiestudiene,
- Utdanning av flere spesialister
- , • Produksjon av flere internasjonale publikasjoner av høy kvalitet,
- Økt formidlingsaktivitet, Ved samlokalisering og samarbeid med Den Offentlige Tannhelsetjenesten og Helse Vest skal fakultetet kunne levere: Flere og bedre

tannhelsetjenester til lokalbefolkningen og regionen, både når det gjelder allmenn og spesialisert odontologi.

Arbeidsmiljø: Prosjektet skal bidra til:

- Innfrielse av HMS-krav i tilstandsrapporten fra 1999,
- Stimulere til økt tilhørighet og fellesskap mellom ansatte .

Læringsmiljø:

- Økt trivsel og derved økt studentaktivitet,
- Økt organisasjonsmessig studentaktivitet,

Omgivelsene (eksternt): Nybygget legger til rette for økt samarbeid mellom MOF (Medisinsk Odontologisk Fakultet), DOT (Den Offentlige Tannhelsetjenesten) og Helse Vest.

Effekten vil være:

- Mer samfunnsorientert klinisk undervisning,
- Økning av offentlige tannleger som rollemodeller for studentene,
- Mer klinisk og samfunnsodontologisk forskning,
- Økning av kvaliteten i tannhelse- og helsetjenesten, Bygget skal også bidra til et bedre lokalmiljø på Årstadvollen ved:

lokalmiljø på Årstadvollen ved:

- Grønne og åpne omkringliggende arealer,
- Redusert fremmedparkering i området,

Resultatmålet er som følger

Bygget skal, etter ferdigstilling 2012, iht vedtatt forprosjekt, gi arbeids- og studieplasser for

følgende: • Tannlegestudenter (4 kull) 192 studenter

- Tannpleiestudenter (3 kull) 63 studenter
- Lisens kandidater 8 studenter
- Spesialistutdanningskandidater 31

Totalt 294 Ansatte: 170 årsverk

Klinikkplass: Bygget skal ha klinikker for ca 33.000 pasientbehandlinger per år.

Resultatmålene for hvert av kriteriene Tid, Kost og Kvalitet listes opp her, og rekkefølgen skal vise prioriteringen mellom disse målene:

I anbudsrunderen er følgende kriterier lagt til grunn: 1. Kostnad, 2. Kvalitet, herunder miljø, 3.

Tid

1. Kostnad: Byggeprosjektet skal realiseres innenfor en styringsramme (P50) på 708,6 mill kr.
2. Kvalitet: Prosjektet skal levere et bygg som vil fungere effektivt for bruker, både med hensyn på drift, administrasjon og undervisning, iht godkjent forprosjekt,
3. Tid: Prosjektet skal overlevere innflyttingsklart bygg til bruker ifm start av høstsemester 2012. I prosjektet er følgende suksessfaktorer oppgitt

For at prosjektet skal ha best mulig flyt er det i styringsdokumentet oppgitt kritiske suksessfaktor kriterier for å nå disse og tiltak:

Nr	Kritisk suksesskriterium	Prosjektets tiltak for å håndtere suksessfortrinn
1	Inneholde budsjett for riving	<ul style="list-style-type: none">• Gjennomtenkt kontraktstrategi• Bra anbudsforespørsel - attraktivt for entreprenører• Mengdekontroll• Kontrahere kompetent byggeledelse
2	Minimale forstyrrelser for omgivelser, ved riving.	Tett kommunikasjon med entreprenør og naboer & god informasjon
3	Gode SHA - resultater, ved riving	Krav til entreprenørens SHA - planer og kvalitetsprogram
4	Minimal miljøbelastning ved riving	Kildesortering og god oppfølging på arbeidsplass.
5	Styrt og transparent prosess ved detaljprosjekt	<ul style="list-style-type: none">• "Konseptfrys" før oppstart detaljprosjekt• Detaljert fremdriftsplan for prosjektering, utarbeides før start detaljprosjekt

		<ul style="list-style-type: none"> • Avklaring av samtlige brukerkrav ifm start detaljprosjekt
--	--	---

Tabell 2: Kritisk suksesskriterium. Statsbygg 2009

Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø.

Statsbygg har en SHA-policy med disse overordnede målene: Statsbygg skal være en aktiv pådriver for forbedringer og positiv utvikling av SHA arbeidet i byggebransjen i Norge. Statsbyggs prosjekter skal oppleves som sikre og gode. SHA-arbeidet skal innarbeides og fungere som en naturlig del av arbeidsoppgavene i Statsbygg på linje med andre lederoppgaver. Statsbygg skal ta initiativ til å planlegge og organisere SHA-arbeidet i prosjekterings- og byggefasen slik at byggeprosessen blir gjennomført på en god måte.

Statsbygg sikrer at det utpekes kompetente og erfarne koordinatore ved å sette kvalifikasjons og tildelingskriterier tilpasset dette prosjektets entreprisform og, kompleksitet. Statsbygg har i sitt styringssystem (HUNET) prosedyrer, maler og sjekklister som sikrer at SHA blir ivaretatt iht. byggherreforskriften, og bidrar til at målet om ingen alvorlige personskader i byggperioden nås.

Videre er oppgitt følgende kritiske suksessfaktorer:

Nr	Suksesskriterium	Hva er det?
1	NULL HULL!	Null Hull symboliserer at det skal være " null hull" i samtlige planlagte funksjoner i bygget. Virksomheten i bygget, dvs alle brukerne, klinikken, og Universitet skal etter innflytting fungere meget godt.
2	TETT BYGG!	Nytt Odontologibygget skal bygges og fungere meget godt, under lang tid, i et krevende klima, med mye regn og vind.
3	NULL FEIL!	Samlebetegnelse for den tekniske kvaliteten av bygget (null feil ved overlevering) og dets funksjoner.

4	TOPP SAMARBEID!	Det finnes mange interessenter for dette prosjekt. Prosjektgruppen må samarbeide aktivt og løsningsorientert, i prosjekterings- og byggeperioden for å få til et toppresultat.
5	GODT RYKTE	Prosjektet skal realiseres i en sensitiv omgivelse, nære naboer / private boliger og annen virksomhet. Planlagt virksomhet i NOB har stor regional betydning og interesse.

Tabell 3: Suksesskriterium. Statsbygg 2009

Statsbygg har satt flere suksessfaktorer for prosjektet. Disse kriteriene er gjeldene for alle ledd i organisasjonen og skal tilfredsstilles. Kunden og andre interessenter er nevnt i målene, og målet er NULL HULL for kunden med NULL FEIL. Statsbygg er byggherre, men kunden/brukerne vil da være de som vil ta i bruk bygget. Det vil si at studenter og tannleger, samt annet fagpersonell er arbeidsgrupper Statsbygg prøver å tilfredsstille. For å sikre disse målene har Statsbygg satt opp flere suksesskriterium med prosjektet. Disse kriteriene må ifølge dem tilfredsstilles for at de skal kunne nå prosjektmålene sine. Resultat og effektmålet- er bestemt under SMART kriteriet, og tar for seg alle mål med hele prosjektet.

I byggebransjen er alle prosjekter unike og man vil møte stedsbestemte utfordringer og hindringer på vei, av disse må man gjøre seg læring og ta med seg kunnskapen videre til neste prosjekt. Statsbygg har som mål å koordinere prosjektet på en best mulig slik at kompetente og erfaringsrike medarbeidere hentes inn til prosjektet.

Suksessfaktorer:

- Brukerinvolvering. At prosjektet lykkes med å få brukerne til å ta et aktivt eierskap i prosjektet og at man samarbeider mot felles mål.
 - Håndtering av interessenter. At prosjektet fokuserer på tilfredsstillende løsninger for flest mulig parter, innenfor den tilgjengelige ramme.
 - Myndighetsprosesser. At man følger opp alle myndighetsprosesser for å sikre at eksisterende fremdriftsplan kan holde.
 - Kontraktsstrategi. At prosjektet velger en kontraktsstrategi som utnytter markedet optimalt, gjennom å få mange aktører, også utenom regionen, til å konkurrere.
 - Kvalitet på underlag. Viktig med høy kvalitet på konkurransegrunnlag.

- En god kontrakt med incentivmekanismer som trekker alle parter mot felles mål.
- "Beste praksis" styring og ledelse gjennom prosjektet. Håndtering av usikkerhet samt styring av avvik og endringer anses som særdeles viktig.
- Kompetanse, kapasitet og kontinuitet. Dette gjelder alle nøkkelroller i prosjektet; prosjektledelse, prosjekteringsgruppen, byggeledelse, entreprenører etc.

Fallgruver:

- Finansiering av prosjektet. Prosjektet er avhengig av finansiering fra flere aktører og tilhørende koordinering av disse prosessene.
- Forventninger. At brukerforventninger til prosjektet endres over tid.
- Priser. At de priser prosjektet baserer seg på viser seg ikke å reflektere markedspriser i det tidsrom konkurransen pågår.
- Håndtering av interessenter. At prosjektet ikke lykkes med håndtering av alle interessenters behov og krav.
- Kompetanse, kapasitet og kontinuitet. At prosjektet opplever store endringer internt som medfører mangel på kompetanse, kapasitet og kontinuitet.
- Sterkt marked. Manglende interesse fra entreprenører utenfor Bergen.
- Valg av "feil" entreprenører
- Valg av mange "ikke-standard" løsninger.

Strategi for prosjektledelse

Prosjektet skal gjennom aktiv kvalitetsledelse sikre at prosjektet oppnår avtalt kvalitet.

Kvalitetsledelse i prosjekt omhandler de prosesser som er nødvendige for å sikre at prosjektet tilfredsstillende de behov som er definerte for prosjektet. Disse prosesser kan inndeles i følgende kategorier:

- Kvalitetsplanlegging; å identifisere hvilke kvalitetsstandards som er relevante for prosjektet.
 - Kvalitetssikring; regelmessig evaluere prosjektets resultater,
 - Kvalitetsstyring; overvåke prosjektets kvalitetsmessige resultater og identifisere måter å eliminere årsaker til utilfredsstillende resultater.

Rammebetingelsene for prosjektet var som følger:

Eksterne rammebetingelser

- Aktuelle lover og forskrifter,
- Rådgiveres kompetanse,
- Entreprenørers kompetanse,
- Markedssituasjon i Bergen,

Interne rammebetingelser

- Prosjektet skal realiseres iht Statsbyggs policies og verdier, f.eks hva gjelder etikk, SHA og miljø etc

Grensesnitt

I tabellen under beskrives de viktigste grensesnitt for prosjektet. Tabellen omhandler både grensesnitt til eksterne aktører, grensesnitt til andre av Statsbyggs prosjekter og viktige interne grensesnitt i prosjektet.

Nr	Viktige eksterne grensesnitt	Håndtering av grensesnitt
	Bygg - Brukerutstyr	Brukermøte / prosjekteringsmøter
	Bygg - VVS og øvrige tekniske installasjoner	Prosjekteringsmøter
	Prosjektet - Naboer	Informasjon, møter
	Prosjekt - Brukerutvalget	Brukermøte
Nr	Prosjektet - Entreprenørene	Byggemøter og økonomimøter
	Viktige grensesnitt til andre Statsbyggprosjekter/avdelinger	Håndtering av grensesnitt
	Prosjektet - SRG	Prosjekterings- og særmøter med SAG

	Viktige grensesnitt internt i prosjektet	Håndtering av grensesnitt
	Prosjektet - PG	Prosjekteringsmøte ved prosjekteringsleder
	Prosjektet - Byggeleder	Særmøter

Tabell 4: Grensesnitt i prosjektet. Statsbygg 2009

Som nevnt tidligere har prosjektet tatt i bruk byggherrestyrte delentrepriser, med totalt 20 entrepriser. Siden riving av det gamle bygget samt påfølgende bygging skjedde i starten av 2009 som var kort tid etter finanskrisen førte dette til at Statsbygg fikk prosjektet deres utført til en rimelig pris. Det var også Statsbygg mål å starte rundt disse tider fordi bedrifter ville ha sysselsetting, og priset derfor arbeidet lavere enn normalt. Samarbeids- og spillmetoder mellom rådgivere og entreprenører tar basis i NS8405 (Norsk bygge-og anleggsvirksomhet) og referanser som gitt i Statsbyggs prosjektmodell og interne prosedyrer og maler. Her er det ikke gitt spesielle krav til samhandling eller samlokalisering.

Når det kommer til roller og ansvar mellom byggherre og leverandører så er bestemmelser gitt i kontrakten, det vises også til Huset (Statsbygg intranett), og som nevnt tidligere til NS8405. Som ved alle andre kontrakter plikter en entreprenør seg til å levere avtalt kvalitet til avtalt tid for en avtalt sum.

Styringssystemet til Statsbygg er deres prosjektmodell som brukes til grunn i alle deres prosjekter. Siden Statsbygg er et offentlig organ er det også krav til lov om offentlige anskaffelser, i dette prosjektet var tildelingskriteriet lavest pris. I prosjektet ble ulike verktøy brukt som styring av prosjekt. På dette prosjektet henvises det til PMBOK, men i dagens prosjekter brukes det Prince 2.

Statsbyggs systemer/verktøy består av ulike moduler i Artemis (prosjekt administrativt verktøy) for styring av henholdsvis kostnader og interne ressurser. Oppfølging av kontrakter og bestillinger skjer i Prosjektinnkjøpsmodulen i Oracle, som er integrert med Artemis og Statsbyggs økonomisystem. Det er aktuelt å benytte MsProject eller tilsvarende for detaljert fremdriftsoppfølging på kontraktsnivå. Statsbygg hadde hovedplanen og entreprenørene

lagde sine delplaner som Statsbygg samordnet. Det skulle etter planen holdes byggemøter hver 2-3 uke. Statsbyggs prosjektmodell og prosjektstyringsverktøy ble benyttet.

Ifølge PA-bok som er Statsbygg prosjektadministrative bok er møteplanen følgende:

*Oppstartsmøte med alle entreprenører, 1 pr entreprise.

* Byggemøter hver 14. dag – møteplikt

* Koordineringsmøter hver 14. Dag

* Arbeidsgrunnlagsmøter hver 14. dag

* Miljømøter hver 14. dag

* Særmøter ved behov

* KS-møter ved oppstart entreprise og etter behov

* Befaringer ved behov

* Brukermøter

* FDV-møter

Logistikk og lagring er i kontrakten bestemt som: Lagerplass Tomten for nybygget er trang og av den grunn så skal varer som ankommer byggeplass ikke lagres på utsiden av bygget men flyttes til innvendig lagerplass samme dag som de ankommer. Dersom det i perioder er behov for å lagre varer på utsiden av bygget så skal dette avtales særskilt med hovedbyggeleder. Vareatkomst til eksisterende odontologibygge skal opprettholdes i byggeperioden mellom nybygget og eksisterende odontologibygge

Styringsdokumentet beskriver i grove trekk bakgrunn og mål for prosjektet, prosjektets rammer for areal, kostnad og tid, suksessfaktorer og fallgruver, gjennomføringsstrategi, organisering, kontraktsstrategi, rapportering, kvalitetssikring, HMS og kommunikasjon. I tillegg kommer tegninger og beskrivelser for riving og nybygg.

4.1.1.2 Ståstedsanalyse for OiB.

Målet med en ståstedsanalyse er å observere avvik og tiltak som ble gjort fra hovedplanen. Det vil her presenteres avvik under byggingen. Dataene i denne analysen er for det meste kvalitative, men også noe kvantitativt. Det er blitt intervjuet nøkkelpersoner i forbindelse med dette. Observasjoner presentert i dette kapitlet er gjort ved gjennomgang av evalueringsrapporter utarbeidet av Statsbygg, samt intervjuer med prosjektleder og byggeleder. Gjenstående uklarheter har blitt løst etter samtaler med byggeleder.

Prosjektet OiB ble fullført til avtalt tid innenfor gitt budsjett. Allikevel møtte prosjektet flere utfordringer, og tiltak ble gjort der den opprinnelige planen viker fra utførelsen.

I en rapport fra Metier blir det pekt på at Statsbygg må unngå at styringsdokumentene blir for generelle, dette fordi det blir lite egnet til formålet. Det er derfor viktig at det etableres retningslinjer som viser beste praksis, helst gjennom elektroniske, redigerbare eksempeldokumenter. Eksempeldokumentene vil bidra til at prosjektenes styringsdokumenter blir så effektive styringsverktøy for prosjekteier og prosjektorganisasjon som mulig. Gjennom å benytte eksempeldokumenter, vil prosessen med å utarbeide styringsdokumentasjonen bli betydelig mer effektiv, og føles tryggere for de involverte enn tilfellet er med nåværende praksis. (Metier, 2005)

Anbudsprosessen endte med totalt 20 entrepriser. Dette er en motsetning til planen Statsbygg hadde ifra starten, om få entrepriser for mindre risiko. Det ble valgt byggherrestyrte entrepriser, fordi man i større grad kan kontrollere de produktene som blir levert. Denne strategien ble valgt for å få mindre entrepriser og derved større konkurranse i dette geografiske området av landet. (Statsbygg 2009) Entreprisene ble kontrahert i en periode hvor ettervirkningene av finanskrisen i 2008-2009 var merkbare og prisene var lave. Resulterende antall entrepriser førte til mange hyppige møter. Under disse møtene ble de ulike postene i kontrakten diskutert samt grensensnittene mellom entreprenørene. Under møtene og under bygging prøvde flere entreprenør seg på å tjene noen ekstra kroner ved å sende ut endringsanmodninger (EA'er), hvis det var steder dem mente dem kunne tjene penger på eller poster i kontrakten dem mente var uklare. Siden entreprenørene hadde priset arbeidet såpass lavt, ville de tjene litt ekstra denne veien. OiB hadde anbudsrunde kort tid etter finanskrisen i 2008, og hadde laveste pris som hovedkriterie i

anbudsrunden. Grunnet finanskrisen fikk Statsbygg gode priser fra entreprenørene fordi byggeaktiviteten rundt omkring i landet var lav, og entreprenørene var interessert i sysselsetting. Siden enkelte entreprenører underpriste sitt arbeid førte det med seg tilhørende høy frekvens på antall endringsvarsler. Det fremgår i erfaringsoverføringsrapporten at bruk av et stort antall underentreprenører i noen kontrakter har påvirket styringen av kvalitet, fremdrift og kostnad.

Underveis i prosjektet vises det til flere punkter hvor Statsbygg og andre tilhørende funksjonærer synes ting har gått bra (Erfaringsrapport 2009):

Samarbeidet i prosjektet anses av Statsbygg som positivt og humørfyllt dette har bidratt til få utfordringer innad samt lettere SHA ARBEID. Statsbygg er opptatt av at utførelsen skal skje uten skader og alvorlige ulykker. Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø, er noe Statsbygg verdsetter høyt, og jobber rundt. Statsbygg prosjekter blir etter prosjektslutt rangert etter SHA hendelser og OiB prosjektet vant gullhjelmene. Det vil si at det var det beste SHA-prosjektet i Statsbygg. Det har vært få avvik, lite ulykker til tross for stor produksjon med en stram fremdriftsplan, med mange involverte parter.

PA-BOKEN, er Statsbygg prosjektadministrative bok. Denne har beskrevet gode administrative rutiner for byggefasen; og det har vært fokus på å etterleve disse. Egne skjemaer for varsling og endringer er benyttet for å sikre formelle gode rutiner. PL forteller at PA bok kan med fordel tas i bruk i tidligere faser enn byggefasen slik at man får en rød tråd gjennom prosjektet. Prosjektet utarbeidet egen kvalitetsplan med basis i Huset (Statsbyggs prosedyrer og rutiner); en kollektiv prosess som prosjektledelsen og hovedbyggeleder deltok i, og som ga et helhetlig bilde av prosjektet. PL har hatt god innsikt i prosjektet.

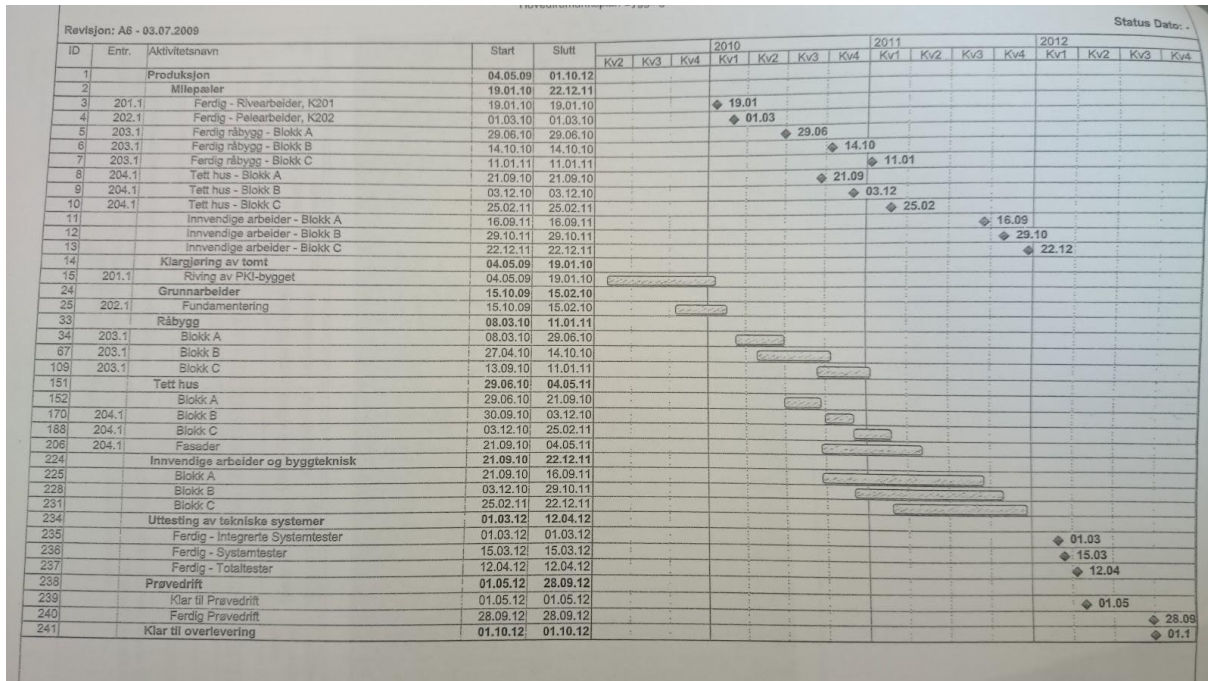
Statsbygg utnevnte en egen systemkoordinator i prosjektet, og har ifølge dem selv vært en suksess, rollen er godt definert i Bok 0 (Orientering og spesielle krav). PL forteller at denne personen hadde 2 hovedoppgaver: Vedlikehold av grensesnittmatriser og utarbeidelse/gjennomføring av tester. Dette var en nødvendighet for at tekniske systemer skulle fungere som planlagt. Den enkelte entreprenør har hatt rolle som systemintegrator for sin entreprise.

Egen fremdrift planlegger har sikret sterkt fokus på fremdriften i dette teknisk kompliserte prosjektet. Prosjektteamet forteller at en gjennomarbeidet hovedfremdriftsplan ble utarbeidet i detaljprosjekt fasen, og ble vedlagt alle kontrakter. Milepæler i kontraktene var basert på denne fremdriftsplanen. Prosjekt- og byggeledelsen kjente planen. Gjennomføring iht. plan og revidering av plan ble krevende på grunn av flere forhold. Her nevnes spesielt en del av entreprenørens manglende vilje/evne til å planlegge egne arbeider.

Statsbyggs tilstedeværelse på byggeplass har gitt støtte til en løsningsorientert byggeplassledelse med godt beslutningsmandat. Både PL og BL har vist god tilgjengelighet for kontraktspartene. Prosjektchef og ass. prosjektchef var til stede på byggeplass gjennomsnittlig 2-3 ganger per uke. Videre har byggherreriggen vært godt utstyrt med et trivelig kontormiljø. Teambygging og stor takhøyde på byggherreriggen har bidratt til et godt arbeidsmiljø. Løsningsorienterte brukere har bidratt til et godt prosjektresultat, og generelt sett har det være gode håndverkere fra fagentreprenørene.

Telt over innbygging av byggeplass har sikret tørt bygg og fremdrift i produksjonen. PL belyser at telt (WPS) ble også brukt som tiltak for å sikre fremdriften. Innvendige arbeider startet iht. opprinnelig plan for alle 3 hovedblokkene, selv om tak/vegger ikke var tette. Bygget hadde takflater i flere nivåer, overlys og mye geometri. Dette medførte at det tok tid å oppnå tett tak; mange avklaringer underveis ble gjort med arkitekt. Kostnaden for teltet er vesentlig isolert sett. Men uten WPS hadde prosjektet trolig ikke nådd målet om skoleoppstart høsten 2012. Byggingen var delt inn i 3 faser. Hhv. A, B og C. For å opprettholde et rent tørt bygg (RTB), ble det kjøpt inn telt som skulle holde regnvann utenfor under bygging. Målet med et Rent Tørt Bygg (RTB) er at arbeidsmiljøet på byggeplassen skal sikres mot personskader, helsefare, forurensninger, og at fukt fra byggeperioden ikke skal belaste innklimaet i det ferdige bygget. Tiltak mot fukt skal hindre utvikling av sopp, mugg, bakterievekst og byggskader. SHA har vært en suksess i prosjektet, og skyldes RTB. Under bygging var planen at teltet i tur og orden skulle legges over det området det ble arbeidet i, med start i A. Etter planen skulle råbygget i blokk A starte 08.03.10 noe det gjorde, men entreprenøren fikk ikke teltløsningen til. Hovedproblemet var at entreprenøren ikke hadde prosjektert og priset ift de forventningene/ forutsetningene som lå i kontrakt. Dette førte til at Blokk B "manglet" et telt før bygget kunne påbegynnes, og det var fare for stopp i produksjonen fordi man måtte

vente på teltet i A. For å opprettholde flyten i byggingen bestilte prosjektlederen heller inn 2 nye telt til altså for blokk B og blokk C slik at arbeidene i disse to byggene kunne påbegynnes. På denne måten ble det jobbet parallelt uten stopp i produksjonen.



Tabell 5: Fremdriftplan i MsProject. Statsbygg 2009

Videre var det hendelser som ikke gikk var blitt gjort helt tilfredsstillende. Etter prosjektet ble det pekt på ulike faktorer som kunne ha gjort prosjektet bedre:

Ressurser for prosjekteringen er en forutsetning for sikring av et godt tverrfaglig koordinert arbeidsunderlag. Det blir av PL i intervjuet pekt på at den tverrfaglige kontrollen ikke var god nok. Dette medførte kollisjoner i grensesnittene. Styring av detaljprosjekteringen er en annet viktig forutsetning som bør finne sted samt rolleavklaring. Statsbyggs PA-bok manglet i prosjekteringsfasen. Hovedbyggeleder forteller at det i prosjektering var valgt løsninger som ikke var helt optimale for værtpåkjenningen i Bergen. Dette medførte omprosjektering underveis med endringslister, krav osv. Dette medførte økt møtevirksomhet, økte kostnader, tap av tid. Grensesnitt i soneinndeling av tekniske systemer er et viktig tema for å sikre arbeidsflyt og forutsigbarhet. Tekniske systemer må inndeles i soner/arbeidspakker som er avstemt med fremdriftsplanen. Målet er å starte testing og driftsettelse av systemene

sonevis. På dette prosjektet kunne ikke systemer testes ut før de var komplett montert, fordi dette temaet ikke ble tatt opp i prosjekteringen. Tekniske systemer fungerer ikke alltid slik de skal når bygget ferdigstilles. Mange prosjekter kan spare inn flere måneder på idriftsettelse/uttesting av tekniske systemer ved å gjennomføre dette.

Varsler og endringer bør ifølge rapporten forbedres. Dette gjelder rutiner for oppfølging og saksbehandling av varsler og endringer, det var dårlig transparens. Prosjektlederteamet forteller at prisingen hos entreprenøren har tatt lang tid inkludert bestillinger hos byggherre. Mer tid og økt ressursbruk til rett-tidig prosjektering antas å gi redusert antall endringer. Endringsomfanget i prosjektet var stort, en utfordring for alle aktører; byggherre, prosjekterende og entreprenører.

Kommunikasjonen mellom de ulike aktørene i prosjektet er ifølge de involverte på prosjektet et forbedringspotensialet. Statsbygg mener at strenge PA-rutiner med styrt møteomfang i byggefasen er nødvendig. Byggeplassledelsen var bundet opp over 50 % av tiden i planlagte møter; hver byggeleder mottok daglig ca. 40 eposter for saksbehandling; da gjestod det ca. 25 % av arbeidstiden, dette ble brukt til saksbehandling av varsler, endringer, kvalitetskontroll etc. Under bygging ble det i intervjuet pekt på en dårlig samhandlingsprosess mellom entreprenørene. Hovedbyggelederen fra prosjektet forteller følgende: "Diverse feil i prosjekteringen medførte økt behov for byggeledertjenester. Etter hvert som kompleksiteten i prosjektet ble konkretisert (antallet entrepriser 20) medførte dette til at volumet av byggeledertimer øket som kompenserende tiltak." Økende hyppighet relatert til møter førte til at "lederene" ofte satt i møter sammen, og holdte på med det administrative som epost etv. Dette førte til lite involvering av ansatte som faktisk gjorde den fysiske jobben. Grunnet økende tidsbruk rundt det administrative var det under byggingen lite fysisk kvalitetskontroll av produksjonen på byggeplass, fra byggherrens side. På grunn av lite oppfølging av byggearbeidene medførte dette til et utstrakt behov for «brannslukking» av kollisjoner i grensesnittene. Oppfølging på byggeplassen ble skadelidende og dermed lite proaktiv styring. Statsbygg hadde utfira sine egne kriterier klassifisert dette prosjektet til å være et klasse 3 prosjekt. Et klasse 3 prosjekt er den høyeste prosjektklassen hos Statsbygg som generelt betyr at det stilles høyere krav til styring. Dette ble ikke innfridd.

Møtestrukturen i prosjektet var lagt opp etter PA-boks kriterier. Det ble avholdt arbeidsgrunnlagsmøter som gjennomgang av arbeidsunderlag 4–5 uker frem i tid. Møtene utviklet seg til behandling av akutte forhold på byggeplass, gjennomgang av tegninger og aktiviteter frem i tid. Uenigheter eller avvik ble behandlet i flere parallelle møteserier. Involverte nøkkelpersoner i prosjektet etterspør den tverrfaglige kommunikasjonen med et forum hvor alle fagentreprenører og fagrådgivere samles for felles samordning av arbeidsunderlag og endringer. Tverrfaglig koordinering og tverrfaglig kontroll var mangelfullt, både i prosjekteringsgruppen, på byggeplass, og mellom prosjekteringsgruppen. Hovedbyggelederen gjenga møtestrukturen og koordinering med et eks. “Det sitter 15 mann rundt et bord og BL koordinerer fortløpende med to-tre av disse. Dette medfører at resten sitter å sløver og våkner med et rykk når det er deres tur. Deretter sitter BL om natten å skriver lange referat som er vanskelig å følge opp.” Korte koordineringsmøter med dagsoppdateringer ble ikke gjort ofte nok, og arbeidere fikk lite eierskap til gjøremål, og så på møtene heller som noe “obligatorisk”.

Fremdriftplanleggingen hos entreprenøren var lite bra. Det var manglende engasjement hos flere entreprenører. Det var til dels dårlig med rapportering noe som førte til at byggherren ikke alltid hadde helt kontroll over hva som skjedde og når ting skulle være ferdig. Under ett av intervjuene ble det fortalt at det ble sett på som en ren sabotasje fra entreprenøren å bytte fremdriftsplanleggeren fra en rutinert person til en junior med lite erfaring. Grunnen til dette var manglende kommunikasjon og samhandling tidligere i prosjektet. Fremdriftsplaner utarbeidet av den enkelte entreprenør ble samkjørt og omforent fortløpende men hovedentreprenøren evnet ikke å formidle denne fra eller til sine UE. Entreprenørene hadde ikke eierskap til fremdriftplanene.

Rutiner for rapportering og oppdatering av fremdriftsplaner ble ikke ivaretatt (krav i Bok 0).

Viktige aktiviteter ble registrert i forskjellige møter, men dette ble ikke fulgt opp på byggeplassen. Entreprenørens rapporter av utført produksjon var ikke tråd med virkeligheten. Som hos Byggherren var det av entreprenøren lite oppfølging av egenkontroll og registrering/oppfølging av avvik. Statsbygg gikk over til å følge opp gjenværende produksjon (avvik og mangler) i en liste som kunne identifisere en aktivitet ved ansvarlig

entreprise, ansvarlig byggeleder og romnr. Det var med andre ord gjentakende hendelser hvor det var dårlig kvalitet, og en jobb måtte blitt gjort mer enn en gang.

Før bygging ble det utarbeidet en plan for å håndtere grensesnittene i prosjektet.

Grensesnittene i prosjektet var mange i dette teknisk komplisert bygget som stilte store krav til samhandling mellom alle aktører slik at de tekniske grensesnitt blir ivaretatt. Det er etablert en matrise som viser den overordnede tverrfaglige ansvarsfordelingen.

ENTREPRISE	K205		K206		K207		K301		K302		K303		K304		K305		K306		K401		K402		K403		K501		K502		K601		K902		
	Bygg		Innred.		Labbut.		Rør		Vent		Kjøle		Vakum		Avtrekk		Vaskem		Elkraft		Resev.		UPS		SD		Sikr.		Heis		AV		
	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	
Type anlegg																																	
Solavkjøring	H																																
Lås og beslag	H																																
Datagulv	H																																
Fast innredning			H																														
Dental innredning, verksted					H																												
Rør							H																										
Kjøling							H																										
Ventilasjon																																	
Kjølemaskiner																																	
Sprinkler																																	
Vaskemaskiner / autoklaver																																	
Vakumsug																																	
Avtrekkskap m.m.																																	
Bossug																																	
Trykkluft																																	
Gass																																	
Gipssug																																	
Elkraft																																	
Reservekraftanlegg																																	
UPS anlegg																																	
Brannalarmanlegg																																	
Sykesignalanlegg																																	
Adgangskontrollanlegg																																	
Innbruddsalarm anlegg																																	
AV anlegg																																	
SD og automatikk																																	
BUS - anlegg																																	
Heiser																																	

H: Hovedansvarlig
D: Deltaker

Figur 35: Inndeling av grensesnitt. Statsbygg 2009

Under bygging forteller hoved BL at “mye tid på endeløse møter vedr tverrfaglig fremdriftskoordinering”. Selvom det var satt opp en plan, var det flere avvik og diskusjoner rundt det tverrfaglige og rundt grensesnittene. Det var lite forutsigbarhet fordi arbeidsoperasjonene ikke var bestemt detaljert nok på forhånd.

Faseplaner for Rigg og drift ble utarbeidet sammen med beskrivelser for rigg og drift arbeider i de entreprisene dette var relevant. Videre ble det planlagt med tilkomst rundt hele bygget. I entreprisene ble det satt krav til at losset bygningsmateriale skulle fraktes inn i anvist lager eller til sted før innbygging samme dag. Det ble bygget lagerboder i parkeringskjeller for de enkelte entreprenørene. Lagerplass Tomten for nybygget var trang

og av den grunn så skulle varer som ankom byggeplassen ikke lagres på utsiden av bygget men flyttes til innvendig lagerplass samme dag som de ankommer. Dersom det i perioder er behov for å lagre varer på utsiden av bygget så skal dette avtales særskilt med hovedbyggeleder. I erfaringsoverføringsrapporten pekes det på dårlig "leverandørprosjektering". Det vil si at logistikken var et svakt ledd, og kunne vært mye bedre.

Prosjektleders øvrige kommentarer:

En kontraktsgjennomgang ble gjort kort tid etter kontraktsinngåelse. En arbeidsgruppe bestående av entreprenørs prosjektledelse, anbudsansvarlig hos entreprenør, Statsbyggs prosjektleder og byggeleder leste igjennom kontrakten fra perm til perm. Det ble ført protokoll fra gjennomgangen over alle uklarheter som måtte tolkes. Hva som skulle leveres ble avklart og det økonomiske ble behandlet i egne møter. Dette førte til færre uenigheter (enn det det var) i gjennomføringen av disse entreprisene.

Planlegging av byggefase i forprosjekt: Vesentlige forhold som påvirker produksjonen i byggefase må vurderes/tilpasses i løpet av forprosjektfasen; for eksempel soneinndeling av tekniske systemer (se pkt. ovenfor), og plassering av teknisk utstyr i tavler og rom. Dette kan avdekke behov for å justere planløsning for å muliggjøre en soneinndeling. Byggbarhet må vurderes. Elementer i prosjektet som krever utvikling av nye, ikke utprøvde løsninger (der det ikke finnes referanse-prosjekter) skal identifiseres. Nødvendige tester/prøvebygginger kan planlegges og produseres i forprosjekt. Grad av planlegging må tilpasses det enkelte prosjektet.

4.1.2 Kunnskapssenteret

Utbyggingen av kunnskapssenteret hadde høyt fokus på samhandling, det ble her for første gang brukt Porsche Takt-prinsipp i prosjektet for en mer rasjonell prosjektering og produksjon, Helsebygg spesifiserte også her bruk av BIM

(byggningsinformasjonsmodellering) og VDC (Vertiual Design &

Construction). Bygget er utarbeidet

etter Lean metoden og bruker elementer fra Toyotas produksjon system og Lean Construction.



Figur 36: KS

Helsebygg setter klare mål for prosjektet. Disse målene er universale for alle ledd i organisasjonen og skal streves etter å tilfredsstilles. Kunden er satt i fokus. Helsebygg er selv byggherre, men kunden vil da være de som vil ta i bruk bygget. Det vil si pasienten og helsepersonell som vil oppholde seg på sykehuset. For å sikre disse målene har Helsebygg satt seg noen visjoner om hva de ønsker å oppnå med prosjektet. Disse visjonene er delt opp i primær- og sekundærvisioner. Primærvisionen er definert som å bygge *”Et integrert universitetssykehus i front med pasienten i fokus”* (Helsebygg 2010). Visjonen er å bygge i en menneskelig skala og til pasientens beste. Hus, omgivelser, utstyr og all annen innsats skal ta utgangspunkt i det som gagnar pasienten. Viktige stikkord er rett til privatliv, nærhet, trygghet og oversikt.

Primærvisionen handler her om produktet som skal leveres, altså Kunnskapssenteret, sekundærvisionene handler derimot om det interne i bedriftene som er en del av prosessen. Sekundærvisionen er to delt, den ene handler om gjennomføringsvisjonen og den andre delen er om kompetansevisjonen. Gjennomføringsvisjonen bygger på et optimalt samarbeid mellom de forskjellige entreprisene. Helsebygg kommenterer her *”Når to eller flere møtes*

oppstår det noe unikt” (Helsebygg 2010). I møtet mellom to eller flere mennesker oppstår noe som er mer enn summen av individene. Det er menneskene i prosjektet som danner basis for innovasjon og endringskraft. Helsebyggs visjon er å vise vei for byggebransjen gjennom å skape et bedre og tryggere arbeidssted som også er kostnadseffektivt og godt styrt.

Kompetansevisjonen er hva Helsebygg ønsker å oppnå med prosjektet for de som er involvert. I byggebransjen er alle prosjekter unike og man vil møte nye utfordringer og hindringer på vei, av disse må man gjøre seg læring og ta med seg kunnskapen videre til neste prosjekt. Helsebygg presiserer dette slikt, *”Alle i prosjektet skal ha med seg mer ut enn de hadde med seg inn”* (Helsebygg 2010). Prosjektet skal så klart gi økonomisk gevinst for alle involverte parter, men visjonen er ikke bare å forbruke, men også å utvikle de menneskene involvert i deres prosjekt. Prosjektets lange tidshorisont gir en ekstra mulighet til og ansvar for å sikre at alle som jobber i prosjektet er oppdaterte og attraktive når prosjektet avsluttes.

Visjonene er hva Helsebygg ønsker å oppnå med prosjektet, i tillegg til dette har de spesifisert klare mål som de må tilfredsstille og strebe etter. Prosjektmålene er knyttet til løsningen som prosjektet skal frembringe. Oppnåelse av disse målene vil være direkte konsekvens av valgt som blir tatt og gjennomføringsstrategien for prosjektet. Målene er kategorisert i tre punkter; økonomi, fremdrift og SHA(Sikkerhet, Helse og Arbeidsmiljø). Alle punktene er likt vektet og ingen prioriteres over et annet. Målene er som følgende (Helsebygg2010):

Økonomi

- Redusere byggekostnadene i forhold til byggefase 2-1
- Levere prosjektet innenfor tildelte ramme

Fremdrift

- Levere prosjektet i henhold til omforent plan med St. Olav/NTNU Kvalitet
- Opprettholde standardnivået fra fase 1 og 2-1
- Levere et sykehuset uten funksjonsfeil og kvalitetsfeil ved avtalt overtagelse
- Redusere utførelsesfeil i byggefasen

SHA

- Ingen dødsfall eller invalidiserende ulykker
- Nullskadefilosofi
- H-verdi mindre enn 5
- Over 95 % gjenbruk av rivningsmaterialer
- Mindre enn 15 % usortert restavfall
- Ikke bruk av materialer fra regnskog
- Aktsomhet overfor sykehuset i drift

Prosjekt gjennomføringen og beslutninger har blitt gjort etter Helsebygg Midt-Norges samhandlingsmodell. For å kunne jobbe etter Lean filosofien og implementere Lean i et prosjekt kreves det en enorm planlegging. Helsebygge planlegger dette gjennom dems samhandlingsplan. Samhandling omfatter i dette prosjektet trimmet prosjektering, trimmet bygging, 3T(tverrgående teknisk team), trimmet fullføring og K5 basert på strukturert planlegging, organisering, lokalisering, kravanalyse, prosjektstyring og kvalitetssikring. Trimmet prosjektering, trimmet bygging (lean construction) og trimmet drift gjennomføres for å oppnå bedre kvalitet, tempo, kostnadsreduksjon og sikkerhet. Trimmet bygging benytter en organisering, der de best kvalifiserte benyttes, uansett organisasjonsmessig tilhørighet. Videre i kapittelet presenteres Helsebyggs plan for bruk av teori og verktøy i prosjektet, den virkelige gjennomføringen vil beskrives i neste kapittel.

BIM (byggningsinformasjonsmodellering) som var et av disse verktøyene som var planlagt å benyttes for å visualisere løsninger, prosesser og resultater. Dette gjøres for å sikre at prosjektets status og fremdrift kan kommuniseres til alle deltakere på en god måte. Entreprenørene skal gjennom prosjekteringsfasen gjøre seg kjent med BIM-modellen og bidra til at den berikes til å inngå som en viktig del av prosjekteringsunderlaget som skal benyttes på byggeplassen. Koordinering av idriftsettelse av tekniske funksjoner gjøres av et tverrgående teknisk team (3T) hvor byggherre og entreprenører møter.

K5 er her samhandlingsplanen utarbeidet av Helsebygg Midt-Norge for dette prosjektet. Formålet med "K5"-modellen er å forestå en prosjektgjennomføring for optimal verdiskapning i alle ledd. Fokuseringen i prosjektgjennomføringen er rettet mot å bygge et

best mulig produkt innenfor gjeldende rammer for kvalitet, tid og pris. Herunder inngår oppfyllelse av strenge SHA/HMS krav for utførelsesfase og ferdig bygg.

Oppnåelsen av disse kravene vil stå sentralt i bedømmelsen av prosjektet. Det er en forutsetning for god samhandling at alle har gjort seg kjent med grunnlaget for arbeidet i de prosessene de skal delta i. Dette gjelder mål for resultater som skal oppnås så vel som prinsipper og metoder som skal etterleves. Der det er praktisk mulig, skal det legges til rette for at deltakerne kan påvirke fellesreglene for samhandling. Det skal alltid strebes etter å arbeide for hele prosjektets beste og unngå suboptimale løsninger hvor deler tilgodeses i forhold til helheten.

Samhandlingsplanen, K5, har som hensikt å dele ledelsen i subgrupper slik at de riktige avgjørelsene tas til riktig tid av riktig personell. K5 representerer her fem forutsetninger satt av Helsebygg (2010) for at samhandlingen skal gå knirkefritt.

- Kompaniskap – for ærlig, åpent og forpliktende samarbeid.
- Kommunikasjon – for dialog, informasjon og involvering.
- Kompetanse – for den kunnskap og erfaring som trengs.
- Koordinering – for å utføre riktige oppgaver når de skal gjøres.
- Kreativitet – for oppfinnsomme løsninger.

Basert på disse retningslinjene for gjennomføringsmodellen utvikler Helsebygg nye gjennomføringsmetoder. Her setter man fokus på tett samarbeid mellom byggherre, entreprenør og rådgiver og tar utgangspunkt i forutsetningene i Lean. Videre beskrives faktorene Helsebygg (2010) presenterer for de nye gjennomføringsmetodene:

- Målrettede tiltak for økt samhandling mellom sidestilte entreprenører, rådgivergruppe og byggherre.
- Dra nytte av entreprenørenes kompetanse og kapasitet i valg av systemer og løsninger.
- Samlokalisering er en viktig forutsetning for dette.
- Trimmet bygging gir en effektiv byggeprosess basert på samhandling på laveste organisasjonsnivå.

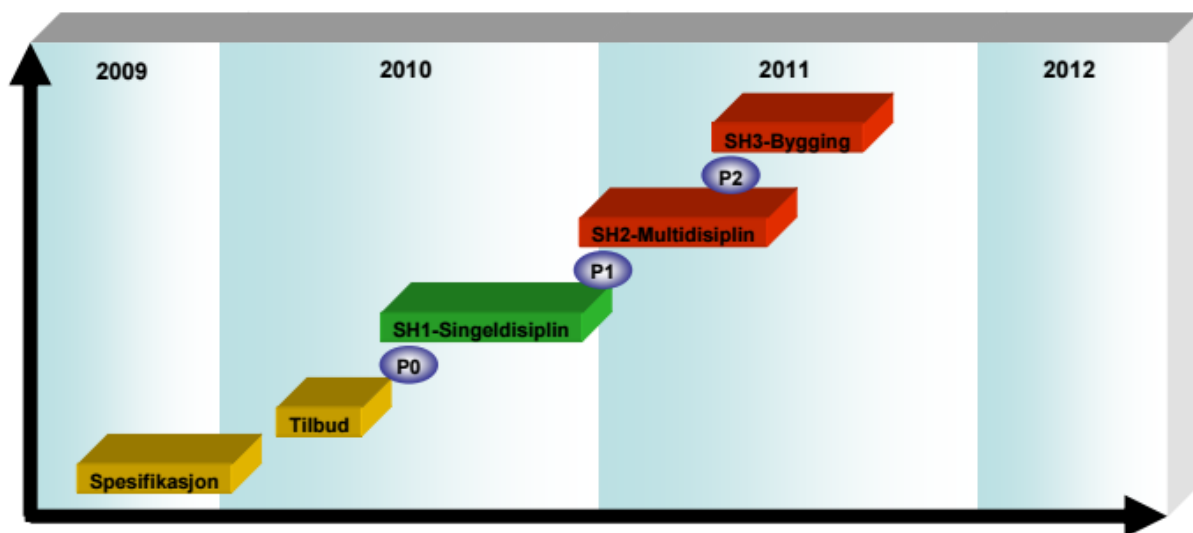
- Gjennomgående organisasjonsstruktur sikrer at samhandling foregår mellom likeverdige aktører uansett nivå.
- Gjennomstrukturert og koordinert planverk for økonomi og produksjon
- Helhetlig prosjektstyring og oppfølging med åpen BIM som metode og verktøy
- Tidlig konkretisering av løsninger gir bedre grunnlag for valg av alternativer og styring av kostnader
- BIM skal benyttes til å utvikle trygghet for at prosjekteringsunderlaget er gjennomarbeidet for optimal løsning for fremtidig eier og produksjonsapparatet til entreprenørene
- BIM skal bidra til god kommunikasjon mellom alle deltakere i prosjektet

Dette er prosjektets suksessfaktorer(innsatsfaktorer), i tillegg til dette identifiseres det kriterier satt av helsebygg (2010) som skal sikre at disse faktorene nåes som vil da være prosjektets suksesskriterier(resultatfaktorer):

- Prosjektgjennomføring uten negative konsekvenser for naboene.
- Sikker drift av eksisterende sykehus med infrastruktur
- Innfri sykehusets og universitetets forventninger til omfang og kvalitet.
- Utvikle nye tekniske løsninger og nye systemer og metoder for sykehusdrift.
- Gjennomføre byggeprosjektet uten alvorlige skader og med hensyn til miljøet.
- Videreutvikle og effektivisere byggenæringen gjennom utvikling av metoder, holdninger og kompetanse
- God motivasjon og tillit mellom alle parter i prosjektet
- Alle parter viser forpliktelse til felles mål
- Universell utforming
- Kontroll over økonomi, framdrift og kvalitet. Redusere unødvendige endringer (spesielt i byggeperioden)
- Få konflikter i prosjektgjennomføringen
- Helsebyggs evne til å realisere egne prosjektmål
- Utnytte mulighetene i åpen BIM til bedre kommunikasjon, grensesnittsavklaringer, byggemetode og riktig dokumentasjon til byggeplass

Prosjektet gjennomføres etter en samhandlingsmodell (K5) hvor entreprenører, rådgivere og byggherre jobber sammen om å nå felles mål. En forutsetning for samhandlingsmodellen er at entreprenører, rådgivere og byggherre samlokaliseres nært byggeplassen. Samhandlingen deles i faser som definert i figuren under og skal gjelde alle deler av prosjektet fra oppstart og frem til at gode FDVU-systemer er på plass. Målet er at alle deltakere skal ansføres til å arbeide til prosjektets beste og ikke dyrke egeninteresser.

Prinsippene i Lean må prege all aktivitet gjort gjennom samhandlingsprosessen og følges kontinuerlig gjennom prosjektet. Helsebygg tar utgangspunkt i Lean Construction og verktøy knyttet til Lean Construction.



Figur 37: Samhandlingsplan. Helsebygg 2011

Tidspunkt P0 er inngåelse av avtale, tidspunktet P1 er avslutning på samhandling 1. Rådgivergruppen tiltransporteres entreprisekontraktene og fastpris etableres for de områdene som ikke var avklart ved kontraktsinngåelsen. Tidspunkt P2 er inngåelse av endelig gjennomføringsavtale. SH1, SH2 og SH3 er samhandlingsperioder. SH3 er byggeperioden.

Før byggeperioden (SH3) starter er det viktig at grunnarbeidet er ferdigstilt. Helsebygg setter krav til at disse oppgavene er ferdigbehandlet i løpet av SH1 og SH2: utarbeidelse av GSU-GSP-GSD-dokumenter, omforent tidsplan, grensesnittsavklaringer/ -justeringer, kravanalyse, byggeplasslogistikk, rent og tørt bygg, SHA-arbeidet, rapportstruktur, endelig pris i

kontraktene (formell endringshåndtering gjøres mellom P1 og P2), definere kontrollområder og inndeling av fremdriftsbølger, fastslå møtestruktur, Rolleavklaringer, utvikling av BIM-prosessene, utvikling av lavenergiltak, fastsettelse av pris for løsninger som ikke tidligere har fått fast pris.

GSU-GSP-GSD-dokumenter er forkortelser for henholdsvis Grunnlag Samhandling - Utforming, Grunnlag Samhandling - Produksjon, Grunnlag Samhandling - Drift. Disse dokumentasjonene skal kort innholde følgende saker.

GSU - Grunnlag Samhandling Utforming

Denne skal innholde alle samhandlingsprosesser knyttet til generelt samarbeid, planlegging og prosjektering. GSU I utarbeides av Helsebygg og skal foreligge som en del av tilbudsunderlaget for rådgivingskontrakter. GSU II skal utarbeides av Helsebygg og rådgiverne GSU II skal inngå som tilbudsunderlag for entreprisekontraktene. GSP II skal berikes til GSU III som en oppstartsaktivitet i SH1. TB1 godkjenner GSU III.

GSP - Grunnlag Samhandling Produksjon

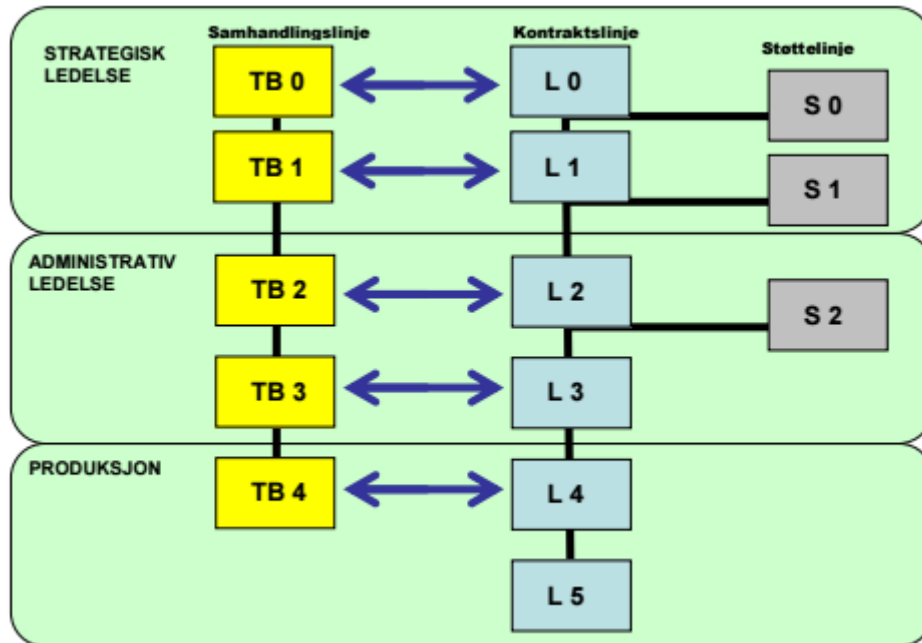
Skal omhandle alle samhandlingsprosesser knyttet til fysisk produksjon på byggeplassen. GSP I skal utarbeides av Helsebygg og foreligge som en del av tilbudsunderlaget til entreprisekontraktene. GSP I skal berikes til GSP II gjennom SH1 med enkeltentreprenørene og skal igjen berikes til GSP III gjennom SH2 og til slutt godkjennes av TB1.

GSD - Grunnlag Samhandling Drift

Omhandler alle samhandlingsprosesser rettet mot tilretteleggelse av FDVU underveis i prosjektet og FDVU-forhold etter overlevering. GSD I skal foreligge som en del av tilbudsunderlaget til entreprisekontraktene. Teknisk integrator sørger for at GSD I bringes inn i SH2 og berikes til GSD II ved starten av SH3 og foreligger som GSD III ved overlevering. Sameiet skal delta i utarbeidelsen GSD-dokumentene.

Hvem som skal være med på hvilke avgjørelser er avhengig av hva saken omhandler og hvor på organisasjonsstigen avgjørelsen kan tas best. Helsebygg viser til sin

organisasjonsstruktur hvor de deler opp organisasjonen i ulike grupper basert på ledernivå og skaper et samarbeid mellom de ulike lederene i sine fagfelt. Under kan man se organisasjonsmatrisen til Helsebyggs organisasjonsstruktur.



Figur 38: Organisasjonsstruktur. Helsebygg 2011

For å klargjøre myndighet og kommunikasjonslinjer er det definert tre linjer for organisasjonen og fem nivåer innenfor hver linje. Linjene er delt opp i disse underkategoriene:

- Kontraktslinje (beslutnings-, rapporterings- og kommandolinje, alle nivåer besatt)
- Støttelinje (støttefunksjoner til kontraktslinjen, behov avgjør bemanning)
- Samhandlingslinje (trimmet bygging, bemanning tas fra kontraktslinje i matrise)

De ulike nivåene i kontraktslinjen er definert slik; L0: Administrerende direktør, L1: Utbyggings direktør / Prosjektsjef, L2: Prosjektleder, L3: Byggeleder, L4: Bas/Arbeidsleder, L5: Fagarbeider. Disse lederne utgjør videre grunnlaget for subgruppene i samhandlingslinjen. Hvem som er i hvilken samhandlingsgruppe er avhengig av hvilket nivå de er på i ledergruppen. Samhandlingsgruppene er definert som følgende.

- TB0 – Styringsgruppe samhandling

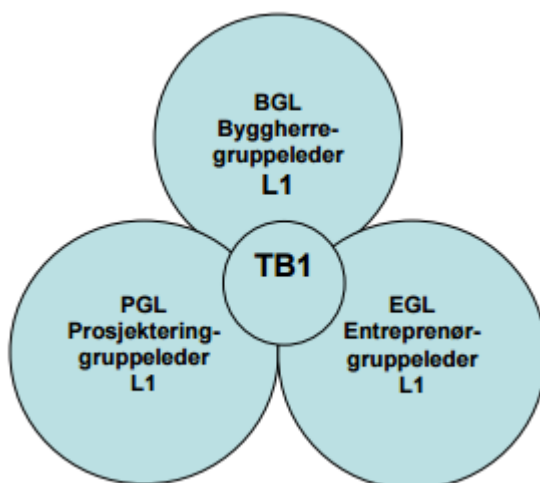
Alle samhandlingsfaser skal ha samme styringsgruppe, som er bemannet med de ulike firmaenes L0-ledere. Styringsgruppen møtes etter en fastsatt tidsplan. Vernerunde på byggeplassen inngår som en fast del av styringsgruppens møteagenda. Styringsgruppen får status, tiltak og prinsipper for samhandlingsarbeid i prosjektet til behandling. Styringsgruppe samhandling møtes minst en gang hvert kvartal, og innkalles og ledes av administrerende direktør hos byggherren (L0 Byggherre).

- TB1 – Overordnet samhandlingsgruppe

Overordnet samhandlingsgruppe skal definere samhandlingens intensjon, mål og metodikk og ut fra dette fortløpende utarbeide, implementere og følge opp med korrigerende og motiverende tiltak. Overordnet samhandlingsgruppe skal bidra til å strukturere og kommunisere samhandlingsarbeidet slik at dette gir størst mulig effekter for prosjektet totalt.

Løpende og daglig samhandling ivaretas av alle involverte i prosjektet. For å få til en helhet rundt samhandlingen, og på en slik måte at effekter oppnås på tvers av alle kontrakter, opprettes det en overordnet samhandlingsgruppe bestående av 3 medlemmer på L1 nivå:

- Byggherregruppeleder (byggherrens prosjektleder, BGL)
- Entreprenørgruppeleder (velges av og blant entreprenørenes prosjektledere, EGL)
- Prosjekteringsgruppeleder (valgt av og blant arkitekt og rådgiver, PGL)



Figur 39: TB1. Helsebygg 2011

Overordnet samhandlingsgruppes oppgave er å overvåke status på utøvelsen av samhandlingen, bidra til forbedringer i dette, planlegge teamsamlinger, forestå målinger av evt. KPI, utvikle metoder og rapportere til styringsgruppen osv.

Endelig mandat til gruppen beslutes av TB0. Som hovedregel skal overordnet samhandlingsgruppe, TB1, ledes av byggherrens gruppeleder.

For samordningen av trimmet prosjektering, trimmet bygging og trimmet fullføring etablerer Helsebygg tre funksjoner: teknisk integrator (TI) produksjonsintegrator (PI) og modellintegrator (MI). Dette er S1-funksjoner som rapporterer til overordnet samhandlingsgruppe, TBI. TI rapporterer til BGL, PI til EGL og MI til PGL.

Teknisk integrator (TI) ivaretar Helsebyggs ansvar for å spesifisere, dokumentere og verifisere samspillet mellom tekniske systemer og funksjoner på tvers av alle entrepriser/systemer, slik at disse integreres på en optimal måte. Ytelsen kan kjøpes gjennom en egnet entrepris.

Produksjonsintegrator (PI) ivaretar Helsebyggs ansvar for samordning av produksjonen på byggeplassen. Han skal verifisere at planlegging og gjennomføring av trimmet bygging skjer etter forutsetningene. Ansvarlig bas for bølgene i trimmet bygging rapporterer til PI. Ytelsen kan kjøpes gjennom en egnet entrepris.

Modellintegrator (MI) ivaretar Helsebyggs ansvar for driften av prosjektets BIM-modellserver. Han skal verifisere at informasjonen som legges inn i modellserveren oppfyller kravene fra prosjektets BIM-manual. I alle kontrakter skal det utpekes en modellkoordinator som følger opp at leveransen skjer i henhold til BIM-manualen. MI-ytelsen kan kjøpes gjennom en egnet entrepris.

TB2 – Prosjektledergruppe

Den består av alle på nivå L2 og skal sørge for at effektiv rapportering og tilrettelegging av kunnskap og erfaring gjøres i henhold til K5 prinsipper for trimmet bygging.

TB3 – Samhandlingsgruppe for arbeidsledelse

Daglig koordinering mellom alle ledere for kontrollområder og/eller disiplin.

Produksjonsintegratoren, PI, er ansvarlig for samordning for effektiv produksjon i henhold til K5 prinsipper for trimmet bygging. PI samarbeider med respektive linjeansvarlige for koordinering av ressurser, korrigerende planer og tiltak. For hvert kontrollområde velges en person, uavhengig av kontraktuell og selskapsmessig tilknytning til prosjektet, til å lede arbeidet i de ulike bølgene.

TB4 – Samhandlingsgruppe for kontrollområdet

Deltagerne i gruppa hentes fra nivå L4. Gruppa skal sammen sørge for at alle arbeidene gjennomføres i henhold til de 7 forutsetningen for sunne aktiviteter. Leder for kontrollområde velges ut etter ønske om beste person på oppgaven, uavhengig av kontraktuell og selskapsmessig tilknytning til prosjektet. Leder har daglig ansvarlig for at produksjonen i kontrollområdet gjennomføres i henhold til K5-prinsipper for trimmet bygging. Han er "alltid" til stede i sitt kontrollområde. Det forutsettes at leder for kontrollområdet ikke kan lede mer enn ett kontrollområde samtidig.

Konflikter tas opp og beslutninger tas på det nivået de oppstår og løses der. Hvis dette ikke er mulig, løftes konflikten/beslutningen til nivået over. Dette forutsetter at konflikten er uttømmende behandlet på nivået under. Hvilken som helst av partene kan velge å løfte en konflikt for å få til en løsning. Alle beslutninger må tas innen avtalte frister og befestes skriftlig mellom alle parter i prosjektet.

For å bygge etter Porsches takt-planlegging var det planlagt å dele bygget opp i hensiktsmessige kontrollområder. Disse skal defineres slik at det muliggjør sekvensiell og regelmessig fullføring av de enkelte kontrollområdene i bygget. Det skal lages en fremdriftsplan som viser milepæler og hvilke aktiviteter som inngår mellom milepælene. For hver bølge defineres det en ansvarlig entreprenør. Disse oppdelingene ble foreslått med definert hvor lang tid det skal brukes på hver av aktivitetene:

1. Innvendige vegger, 8 uker
2. Maler/murer, 4 uker
3. Innredning 8 uker

4. Belegg 4 uker
5. Byggutstyr inkl. systemtest, 8 uker
6. Funksjonstest 2 uker

Starten av arbeidet i det enkelte kontrollområdet skal overvåkes gjennom å benytte TB reglene. Dette skal skje på møtene 6, 3 og 1 uke før start av alle bølger. Arbeid skal kun starte når de 7 forutsetningene for sunne aktiviteter er til stede.

5.0 Diskusjon

I diskusjonskapitlet drøftes funnene fra intervjuene og caseobservasjonene opp mot funnene fra teorien. Drøftingen vil skje rundt oppgavens hovedproblemstilling. Kapitlet er delt opp som følger: Det første delkapitlet diskuterer OiB og sammenligner resultatet med utgangspunkt i teorien og Lean. Det andre del kapitlet omhandler KS og bruken av Lean i organisasjonen og i produksjonen.

5.1 OiB

«Lean Production omfatter egentlig ikke noen spesielle nye tilnærming om ledelses prinsipper. Den kombinerer bare eksisterende prinsipper i en ny forfatning» (Shingo 1992).

I 2013 hadde Statsbygg staben et seminar i Bergen, målet med dette seminaret var å: Øke sannsynligheten for fremtidig måloppnåelse, og øke effektiviteten i prosjektgjennomføringen med færre avvik og endringer, gjennom læring i og av erfaringsoverføringen. Før seminaret ble det utarbeidet en rapport (en erfaringsoverføringsrapport) som ble diskutert under seminaret, i den rapporten minner det flere ganger om fokuset på ressurseffektivitet. Ressurseffektivitet vil si å utnytte ressursene optimalt, og det er denne formen for effektivitet de fleste organisasjoner i dag streber etter. Modig og Åhlstrøm (2012) mener at suksessen i Lean ligger i å ha en driftsstrategi som prioriterer flyteffektivitet fremfor ressurseffektivitet. Begge ressurstypene er nødvendig for at en bedrift skal lykkes, men som Modig og Åhlstrøm (2012) presenterer er balansen mellom flyteffektivitet og ressurseffektivitet et effektivitetsparadoks. Det er viktig å poengtere at ressurseffektivitet er viktig, men at flyteffektiviteten prioriteres.

OiB ble ferdigstilt innenfor gitt tid og budsjett. Utifra et byggherreståsted vil man si seg fornøyd med det resultatet, men vi mener at byggetiden og budsjettet kunne vært optimalisert ytterligere. Under et intervju med prosjektlederen for OiB og jamfør erfaringsoverføringsrapporten fra 2013 ville flere lean prinsipper og metoder gitt prosjektet et løft. Selvom prosjektet tilsynelatende så ut til å ha en strategi som tilsier at det var ressurseffektivt, var det hendelser og tiltak som ble gjort av Statsbyggs

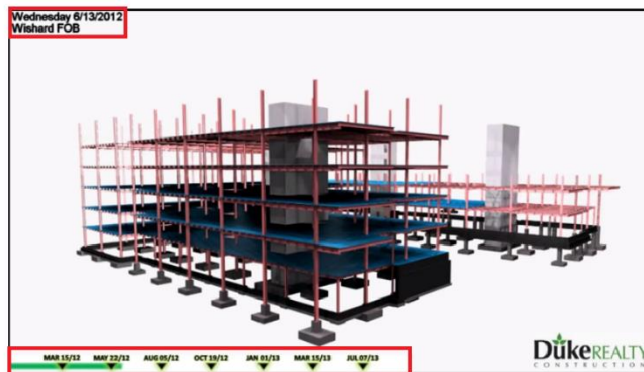
“prosjektlederteam” underveis i prosjektet som kan ses på det å tenke flyteeffektivt. For eksempel fortalte PL og hovedbyggelederen på OiB at det var planlagt bygging av telt i tre omganger. Det skulle reises et telt over hver av blokkene med start i A for så å flyttes/skyves fra bygg A til B og C fortløpende. Dette ble gjort på grunn av værpåkjeningen i Bergen iform av regn og uvær. Byggingen av blokk A startet etter planlagt tid, men ferdigstillingen av denne ble forsinket. Hovedproblemet var at entreprenøren ikke hadde prosjektert og priset i forhold til de forventningene/ forutsetningene som lå i kontrakt. På grunn av dette ble det forsinkelser med oppsetting av telt over blokk B og blokk C, og det måtte gjøres tiltak. Tiltaket som ble gjort fra Statsbygg PL team var at de tok grep ved å bestille inn ekstra telt, og starte oppreisningen av det nye teltet parallellt med bygging i blokk A. Dette er i tråd med ett av de 5 kjerneprinsippene i lean som Womack og Jones (1996) presenterer som det å: skape en jevn og stabil flyt, slik at produktet flyter jevnt mot kunden. Dette ble også gjort for å ikke skape ventetid som fører til plunder og heft for entreprenøren. Dette var et godt grep for å opprettholde flyten, i tillegg til at man unngikk sløsing i form av ventetid som definert av Taichi Ohno (1988). I kontrakten var telt posten priset til 3 millioner kroner, men sluttkostnaden havnet på 3 ganger av dette. Selvom kostnaden ble 3 ganger så står, fortalte prosjektlederen at dette grepet lønnet seg, fordi det var fare for å ikke rekke semesterstart høsten 2012.

Det er vanskelig å tallfeste hvor mye en kunne spare ved bruken av ulike lean prinsipper, men i likhet med PL'en mener vi også at bruken av BIM spesielt, ville gitt prosjektet flere fordeler. I BIM legges informasjon inn en gang. Tradisjonelt blir enhver minste detalj i et bygg nedfelt i gjennomsnitt syv ganger og forårsaket mange feil og misforståelser. SINTEF har gjennom en undersøkelse påvist at 60 prosent av feilene i et byggprosjekt oppstår før byggingen er i gang (Faktablad13 2010). I en undersøkelse av McGraw-Hill Construction (2009) i Nord-Amerika så man på verdien av BIM i prosjekteringen. Der kom man frem til at 48 % av de spurte innen byggebransjen benytter seg av BIM, og trenden viser at antall brukere fortsetter å øke. Blant disse oppgir 2 av 3 at de har opplevd positiv avkastning som følge av BIM. Av de spurte svarer 93 % av brukerne at de tror BIM vil bidra til økt avkastning i fremtiden. BIM tas mer og mer i bruk i byggebransjen, men det er fortsatt mangler i systemet. Vi mener at modellen må ta mer hensyn til flyten og følge tidshorisonten mer detaljert for å gi bedre nytte.

BIM setter fokus på å visualisere problemer som kan oppstå. Modig og Åhlstrøm (2012) presenterer i sin bok eksemplet med fotballaget og hvordan forutsetningen for å kunne skåre mål var at alle på banen kunne reglene, alle forsto lagets strategi, alle kunne se ballen, målet og medspillere. Dette er noe av konseptet BIM innfører i byggebransjen. Modig og Åhlstrøm (2012) bruker her uttrykkene just-in-time og jidoka, just-in-time handler om å skape flyt og jidoka som er hentet ifra TPS handler om å danne et oversiktlig bilde. I sammenheng med BIM kan vi si at BIM modeller gir et ganske oversiktlig bilde av konstruksjonen, men bidrar lite til å skape flyt i prosessen per dags dato.

Visualisering vil på mange måter hjelpe til med den tverrfaglig koordineringen samt gi tidlige avsløringer ved hjelp av tverrfaglig kollisjonskontroll mellom ulike fag, som igjen er knyttet til visuell management (BuildingSmartNorge 2012). Allikevel vil BIM på nåværende tidspunkt fra et tidsperspektiv gi et dårlig bilde av hva de ulike fagarbeiderne konkret skal gjøre og når, og hvor mye tid de har til rådighet for å opprettholde en takt. For at BIM skal bli mer flyteffektivt, må en konstruksjon i programmet kunne deles inn soner (romnivå) samtidig som at det må en detaljert takttid inn i programmet. På denne måten kan man koordinere arbeidere steg for steg, se hva de ulike fagarbeiderne konkret skal gjøre, og i hvilket steg de skal jobbe (timenivå). Dette vil bidra til å standardisere byggeprosessen ved at en på forhånd besitter kunnskap om hva en skal gjøre i tillegg til at en kan planlegge ulike arbeidsoperasjoner og optimalisere de sunne aktivitetene. Dette krever at det i prosjekteringen tas høyde for soneinndeling, samt oppbygning av ulike fag, og innpass gitt en flyt tid. Det nærmeste en kommer noe slikt idag er 4D BIM. 4D BIM kobler ulike 3D modeller til en fremdriftplan, på denne måten kan fremdriften i prosjektet visualiseres over tid (Auoad 2012), se figuren nedenfor. Vi mener at slike programvarer må videre utvikles, og her må det legges press på rådgivere til å ta initiativ i en slik satsning. Tar man enda et skritt videre har man det man kaller 5D BIM, her er det i tillegg til tid lagt inn kostnader. Der er det enklere å si hva ulike endringer koster, noe som gjør det enklere å få et tilbud ved omprosjekteringer. Uansett løsning mener vi at dagens BIM må optimaliseres, og at arbeidsoperasjoner til dels bør standardiseres i programmet. I bilindustrien er alle operasjoner etter bestemmelsen av design standardisert. Helsebygg skal ifølge Lars

Abrahamsen bare benytte seg av BIM i fremtiden, og vi tror at flere og flere bedrifter vil følge den satsningen.



Figur 40: BIM i 4D

Siden OiB hadde 20 entrepriser, sier det seg selv at det var mange armer og bein ute på byggeplassen. Siden det fort blir mange tegninger “flyvende rundt” samt diskusjoner og uenigheter rundt tverrfaglige kollisjoner, ville BIM gitt en stor verdi i dette prosjektet, dette er også noe prosjektlederen i et intervju støtter under. Ifølge PL ville bruken av BIM til tverrfaglig kontroll spart prosjektet for vesentlige kostnader i form av byggeledertjenester ,og krav fra entreprenører. Bruk av 3D modeller (BIM) for alle tekniske systemer ville ha forebygget mange konflikter og tvunget frem en bedre tverrfaglig koordinering. Det ble i intervjuet med PL for OiB pekt på at man kunne sette opp BIM “kiosker” på taktiske og nødvendige steder i et bygg hvor snekkere, malere, kabelleggere og andre fagarbeidere kunne gå bort å få et 3D bilde av oppdaterte tegninger på hvordan byggeområde skulle se ut. På denne måten har man alltid oppdaterte tegninger med seg samtidig som at tegningene blir planlagt etter geografi (soner) istedenfor fag. Ved at fagarbeidere til en enhver tid vet hva dem skal gjøre, er det lettere å planlegge logistikken rundt byggingen.

Før bygging er planleggingen i ethvert prosjekt fundamentalt. I lean sammenheng er tidlig planlegging desto viktigere for at prosjektet skal lykkes. For at lean filosofien (flyten) skal lykkes må de 7 forutsetningene (Ballard 2010) være tilfredsstillt. For OiB sin del endte det med mange entrepriser selvom det i planleggingsfasen var planlagt få, dette gjorde at økende tverrfaglig samarbeid, og samhandling ble tvunget inn helt uforutsett i prosjektet. I tillegg var Statsbyggs prosjektmodell og utførelsesmodell altfor generell, det gir en ekstra

utfordring i utførelsen, det anbefales derfor flere konkretiserte planer (Metier, 2005).

Bruken av PA-bok og PMbok har begge blitt nevnt lite under bygging, PA-bok ble ikke brukt i tidligfasen, og det ble påpekt at den burde blitt inkludert mer. Prosjektlederen som var sertifisert i PM-bok ble inntatt rollen av av ny prosjektleder som ikke hadde denne sertifiseringen, og vi kan derfor ikke si så mye om disse to verktøyene har hatt noe innvirkning på beslutninger.

I kontraktene mellom Statsbygg og entreprenørene var det heller ikke krav til noen samlokalisering. Prosjektlederen for OiB mente at det i kontrakten på fremtidige prosjekter burde tilføyes en post om nettopp dette. I tillegg til en samlokaliseringspost burde det klart å tydelig gå fram om "hvilken" lean tilnærming det er snakk om, og hvilke metoder som skal brukes slik at alle parter i prosjektet er familiær med denne tankegangen. Det anbefales også at byggherre og entreprenør setter seg ned i et møte hvor det diskuteres partenes ulike tilnærminger til lean, og deres rolle i prosjektet, her er roller med tanke på grensesnitt viktig. Dette bør gjøre for å kontrollere at man er sikker på at man snakker om det samme slik at gapet mellom de ulike bedrifters tilnærming til lean ikke blir altfor stort. Selvom Statsbygg riktignok ikke benyttet seg av lean i dette prosjektet må det gis honnør til at Statsbygg 14 dager etter signering av anbudet satt seg ned med en arbeidsgruppe bestående av entreprenørs prosjektledelse, anbudsansvarlig hos entreprenør, Statsbyggs prosjektleder og byggeleder og leste igjennom kontrakten fra perm til perm. Det ble ført protokoll fra gjennomgangen over alle uklarheter som måtte tolkes. Hva som skulle leveres ble avklart, og det økonomiske ble behandlet i egne fora. Ved en slik gjennomgåelse av kontrakten resulterte det til færre uenigheter i gjennomføringen av disse entreprisene. Selvom det var mange krav fra entreprenørene underveis, så man i ettertid at kontraktsgjennomgangen avviklet og sparte prosjektet for flere konflikter, denne gjennomgangen anbefales derfor med tanke på flyten, slik at man har full transparens i prosjektet.

I motsetning til KS ble det på OiB ikke benyttet samlokalisering, ifølge Prosjektleder for OiB er det en post han mente burde inn i kontrakten. I sine prosjekter henviser Statsbygg til NS8405 (Norsk bygge- og anleggskontrakt) samt deres egne dokumenter og maler for samspillet mellom byggherre og entreprenør. En samlokalisering vil antakeligvis ha en positiv effekt som Helsebygg Midt Norge hadde under byggingen av KS, dette er noe Helsebygg tar

medseg videre i deres prosjekter fremover. Ved samlokalisering kan en diskutere uforutsette ting på en tverrfaglig måte hvor de som faktisk skal gjøre jobben diskuterer, og er med. Involvering og åpenhet er to pilarer i Lean Management, og skal man i flyt i prosjektet, må beslutninger tas raskt, og med riktige folk (Dennis 2009). Under bygging ble det sløst mye tid på det administrative som; kostnader, fremdrift og økonomi. Både PL og BL forteller at det ble sløst med mange timer på lange møter, mye av dette kunne vært unngått ved samlokalisering. I tillegg burde mange av disse møtetimene heller blitt brukt på det Ballard (2000) beskriver som sunne aktiviteter ute på byggeplassen. Man kunne også brukt tiden til kvalitetssikring eller opplæring noe også erfaringsoverføringsrapporten til Statsbygg fra 2013 belyser. Det er derfor en fordel med en møtestruktur etter mønster av Lean prinsipper for gjennomgang av arbeidsunderlag og planlegging av arbeider i forkant av utførelsen (Ballard 2000). Denne møtestrukturen bør også gjennomføres i prosjekter med byggherrestyrte entrepriser. Som nevnt innunder ståstedsanalysen ble mange ekstra møter en negativ konsekvens av krav fra entreprenør, mye av rotårsaken lå i dårlig kommunikasjon, og motivasjon. Dette førte til lite kvalitetssikring, og altfor mye "kontortid" som heller kunne blitt brukt ute på byggeplassen.

Et nyttig verktøy fra TPS er A3 planlegging. Hovedbyggelereden for OiB fortalte at det ble brukt mye tid på endeløse møter vedrørende tverrfaglig fremdriftskoordinering som heller kunne blitt løst ved hjelp av dette verktøyet. Videre forteller BL på OiB dette: *"Det sitter 15 mann rundt et bord og BL koordinerer fortløpende med to-tre av disse. Dette medfører at resten sitter å sløver og våkner med et rykk når det er deres tur. Deretter sitter BL om natten å skriver lange referat som er vanskelig å følge opp. Med tavlemøter/morgenmøter får en helt fersk info om status, fremdrift SHA, kvalitet mm. Samtidig kan en koordinere direkte der og da, pålegge tiltak for justering av avvik. En skaper også en bedre teamfølelse."* Vi mener A3 kunne vært brukt ute på byggeplassen ved avvik, og effektivisert avgjøresler og tiltak som skulle gjøres på OiB prosjektet. Morgenmøter er også et gunstig tiltak. Fordelen med A3 og tavlemøter er at det gir en god visualisering av gjøremål (Dennis 2009). I et byggeprosjekt er det alltid ulike møter med representanter fra ulike fag i prosjektet. Lean Management er derfor et viktig tema rundt akkurat dette. For å spare tid er det viktig at en kun lager referater av de møtene hvor dette må gjøres, og av hendelser som kan få juridiske

konsekvenser! Dette fordi en ikke skal bruke tid på ting som er unødvendig (ikke sunne aktiviteter). Det fører til tapt arbeidstid som heller kunne blitt brukt på det som faktisk skal gjøres, jamfør det BL nevner. A3 er et nyttig verktøy som har som mål å løse et problem der hvor det faktisk har hendt og raskest mulig. Videre ble det under intervjuet med PL diskutert en møtestruktur som en finner i Lean management, det ville vært en fordel med morgenmøter hver dag uten referat, hvor en ser på fremdriften og gjøremål for inneværende dag og morgendagen. Dette blir ofte omtalt som "tavlemøter". Ligger man bak fremdriftsplanen bør det tas tak i umiddelbart slik at man kommer seg ajour med fremdriftsplanen. Det skal bare føres referater av det viktigste, og der det er nødvendig. Lean handler om massiv planlegging og åpenhet slik at alle til alle tider har noe å gjøre og vet hva de skal gjøre (Dennis 2009).

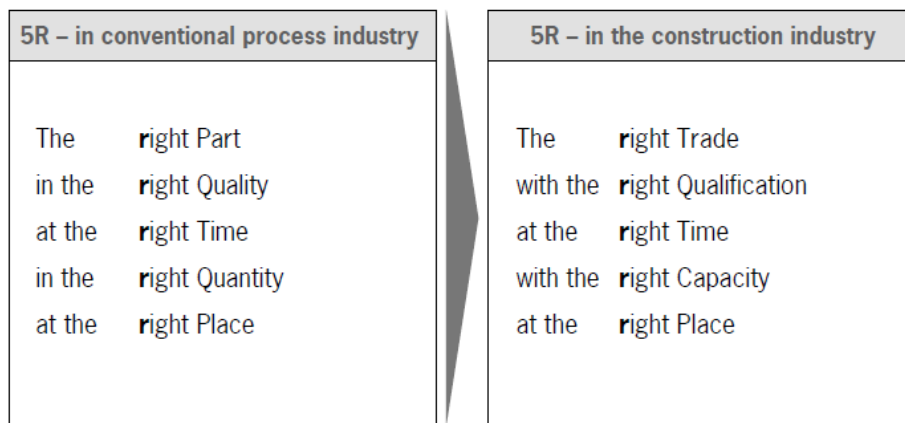
For å oppnå bedre kontroll og flyt mener vi at det under bygging av OiB burde vært sonevis inndeling av bygget samt tekniske systemer som var avstemt med fremdriftsplanen, dette må det da legges til grunn for i prosjekteringen. Målet med dette er at en kan starte testing og driftsettelse av systemene sonevis. På dette prosjektet kunne ikke tekniske systemer testes ut før de var komplett montert, fordi dette temaet ikke ble tatt opp i prosjekteringen. Tekniske systemer fungerer ikke alltid slik de skal når bygget ferdigstilles. Ifølge PL kan mange prosjekter spare inn flere måneder på idriftsettelse/uttesting av tekniske systemer ved å gjennomføre dette taktvis, istedenfor å vente på ferdigstilling av hele bygget. Hvis en igjen ser på kostnadene ville man ved en taktvis soneinndeling sannsynligvis spart tid og penger. I store og komplekse bygg er det ønskelig med sonevis inndeling for tidsbesparelser. I en sonevis inndeling følger man null-feil prinsippet etter Porsche modellen som har som hensikt å reduserer feilene som oppstår i et prosjekt gjennom kontinuerlig forbedring og stabilisering av alle prosesser i en produksjon, også kalt Kaizen (Porche Consulting 2011). Dette oppnås ved å ha jevnlig kontroll slik at feilen finnes på et tidligst mulig stadiet. Vognen som passerer gjennom en arbeidsstasjon gir klarsignal til neste vogn etter at den er ferdig med sitt arbeid slik at man sonevis kan klargjøre område for område før driftsetting. (Porsche Consulting 2011)

På OiB ble det ifølge PL satt krav til at losset bygningsmateriale skulle fraktes inn i anvist lager eller til sted før innbygging samme dag. Det ble bygget lagerboder i parkeringskjeller for de

enkelte entreprenørene. Ett av hovedpilarene i lean er JIT. JIT er et konsept for å holde flyt kontroll. Man ønsker å redusere lagerbeholdningen ved å hente inn ressurser og materialer når de først trengs (Ohno og Mito 1988). Lagerbeholdning er også definert som en av syv type sløsninger i TPS av Ljunggren (2011), og som sløsing på byggeplass av Porsche Consulting (2011). Det er derfor viktig å ta hensyn til lagerbeholdning og logistikk for å kunne holde best mulig flyt gjennom prosessen. Her må det legges press på leverandører til å levere riktig varer til riktig tid og med riktig kvalitet. Dette er definert av Porsche Consulting (2011) som de 5 R'ene i Lean, Porsche redefinerer disse 5 prinsippene for leveranser av materialer til prinsipper for innhenting av arbeidere.

5R in process design

Example



Figur 41: 5R i logistikk

Likeså gjelder prinsippene i TPS for leveranser i produksjonindustrien som for byggebransjen. For å opprettholde optimal flyt er det nødvendig at disse leveransene leveres til presis tid. Forskning viser at over 40% av arbeidet på en byggeplass går til ikke verdiskapende aktiviteter, en del av dette er på grunn av for lite lagerbeholdning og dårlig materialhåndtering (Gaute Hørlik 2015). Ved å sette strenge krav til leverandør kan produktiviteten økes, leveransekravene må være i henhold til JIT prinsippet (Ohno og Mito, 1988), kunde og leverandør må være kjent med et absolutt tidspunkt for levering. Dette krever presisjon av leverandør og god kommunikasjon på forhånd. Det er derfor viktig å involvere leverandører i samhandling, og holde et tett samarbeid. På OiB var det noe omprosjektering, men sett bort ifra det ble varer levert i tide, og som nevnt enten plassert på lager eller til et aktuelt sted hvis det skulle bygges snarest. På Kunnskapssenteret oppleves det av prosjektleder at Porsche takt åpner for en god kontroll på logistikk, men når

takten sklir ut blir det overopphoping av varer. Porsche takt system er basert på presisjon, utføring av arbeidsoppgaver, henting av fag og leveranser krever nærmest perfekt presisjon. Dette må sikres gjennom massiv og detaljert planlegging på forhånd.

5.2 KS

Forståelse av kontrakt er det første kriteriet for å få et vellykket prosjekt. Her må det utarbeides rigide strategier av byggherre. Helsebygg har en kravanalyse som de går igjennom etter signering. Her må det brukes ressurser på å sikre seg at alle parter er enige og har forstått kontrakten slik den er beskrevet. Tidlig involvering er essensielt, og det er viktig med åpenhet (Dennis 2009). Vi mener at en felles gjennomgang av kontrakt, punktvis, vil løse noe av problemene som oppstår. I intervju med PL for OiB kommer det frem at dette er et system Statsbygg benytter seg av og noe som bør innføres i alle kontrakts gjennomganger. Denne gjennomgangen bør utføres tidlig etter signering, og vil bidra til økt forståelse og avverge mulige konflikter senere i prosessen.

En annen tilnærming kan være å "teste ut" entreprenører før man tar et valg i anbudsrunder. Det er ofte at anbudene skrives sentralt i et entreprenør firma, ofte andre steder enn der arbeidet skal utføres uten noe kjennskap til terreng, og hvem som skal jobbe med oppdraget. Den som skriver anbudet kan ha kjennskap til systemer nevnt i anbudsdokumentet, men hvor godt kjennskap den som utfører vet vedkommende lite, i et entreprenør tilfelle vil dette være prosjektleder og hans innsyn og kunnskap er vanskelig å fastslå før signering. Vi mener at anbudsrunderne bør bestå av en "entreprenøraudition", hvor man velger ut entreprenør utfra hvor godt han presterer. Det velges ut entreprenører man mener passer, som forsvarer sitt tilbud og som gir en presentasjon av hvordan de har forstått anbudet som er lagt ut. Slik får man et tidlig forhold til den som faktisk skal utføre oppgaven og jobbe med prosjektet. I intervju med prosjektleder legges dette frem og man drar paralleller mellom et slikt system, med det eksisterende anskaffelse systemet som er kjent som konkurranse med forhandling, dette systemet innebærer at man sammen med entreprenør blir enig om en optimal løsning begge er kjent med før signering. Informanten mener derimot at det ved offentlige anskaffelser er en del begrensninger til hvordan de skal velge entreprenør, og at et slikt system er noe vanskeligere å implementere i det offentlige.

Hvis dette blir vanlig praksis i privat sektor vil dette smittes over på offentlig sektor og man vil danne et mye bedre fundament for prosjektet.

Kunnskapssenteret har benyttet sitt samhandlingsystem som en tilnærming til Lean. Vi ser her klare sammenhenger mellom dette systemet og Koskelas (2000) presentasjon av Lean Construction. Samhandlingen i Kunnskapssenteret hadde som formål å identifisere og tilrettelegge for de syv forutsetningene (Ballard 2000):

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 ryddig
7. De ytre forholdene må være i orden i form av vær, godkjenninger m.m

Disse forutsetningene skal alltid være tilstede gjennom hele prosjektet. Helsebygg prøver dette gjennom tett samarbeid på tvers av fag og nøye planlegging med flere involverte parter. I tillegg til sin samhandlingsplan adopterer Veidekke sin tilnærming med IPP, som igjen har sitt opphav i Lean Construction og Last Planner System. I LC sammenheng er samhandling et viktig element (Ballard 2010). Nyten av denne type planlegging kan gjøre store utslag på ferdig produkt.

Det er derimot visse forutsetninger for at en slik samhandling skal lykkes. Samhandlingen må være godt befestet i kontrakten, alle må ha kjennskap til denne og forstå sin rolle.

Samhandling forutsetter holisme, altså at man forstår at helheten overgår summen av delene. I samhandling må man forstå at helheten av det kollektive utgjør mer enn summen av individer. Manglene man ser i Kunnskapssenteret kan knyttes opp mot manglende forståelse av systemet, og ulik tilmærming. Flere individer har nok forstått dette systemet, men for å lykkes må hele organisasjonen være på en felles plattform. På kunnskapssenteret var dette et nytt system for flere. Det ble brukt veletablerte entreprenør firmaer med lang erfaring i bransjen, gjennom denne erfaringen har disse firmaene utviklet sine prosedyrer og

protokoller som de følger. Det blir da vanskelig for byggherre å kunne forvente seg at en entreprenør skal legge om sin bedriftskultur slik de vil ha det over natten. Det er på andre siden viktig for entreprenørene og ha endringsvilje og tilpasse seg byggherrens krav og systemer, men dette krever erfaring. Manglende erfaring og forståelse av systemer er et gjennomgående problem på Kunnskapscenteret.

Kontraktformen er en essensiell faktor for hvor godt prosjektet vil lykkes. På Kunnskapscenteret brukes det sidestilte entreprenører, hvor byggentreprenør jobber etter akkord og teknisk entreprenør jobber etter fastpris. Vi mener i likhet med Andersen (2012) at det er viktig å ha like kontrakter for de sidestilte entreprenørene. Bygg entreprenøren har ikke vært fornøyd med en ordning hvor han er sidestilt og mener at dette fører til et beslutningsvakuum (Helsebygg 2014). Tradisjonelt har bygg entreprenør overordnet regime på byggeplassen, og tar valg utifra hva som passer han best. Sidestilt entreprenør skal sikre seg imot dette og gi teknisk entreprenør større innflytelse på beslutninger som blir tatt. Dette er sentralt når Porsches taktplanlegging implementeres, her er det viktig at både teknikk og bygg jobber tett sammen, og setter opp en plan som er optimalt for bygget og fremdriften istedenfor å fokusere på særinteresser og ta hesnyn til egne kontrakter. Vi mener derfor at sidestilte entreprenører er en løsning for bygg der det er tunge tekniske installasjoner, en mye større involvering av teknisk entreprenør er en forutsetning for at Porsches taktplanlegging skal kunne benyttes optimalt. Det er derimot viktig at gode beslutningsplaner er satt i tidligfaen i prosjektet for å unngå et beslutningsvakuum tilsvarende man opplever på Kunnskapscenteret. Et problem man opplever på Kunnskapscenteret er at ingen ønsker å ta ansvar for feil som begås under byggeprosessen, dette strider imot Porsches null feil prinsipp (Porsche Consulting 2011). Porsche legger opp til utdypende kvalitetssikring av gjort arbeid slik at det ikke er rom for å misforstå hvor feilen ligger. Hvis foregående fags arbeid er kontrollert og man iverksetter neste vogn skyldes alle feil som blir funnet i område den som nå befinner seg i det. For at dette i overhode skal være gjennomførbart kreves det massiv planlegging i tidligfasen.

Det blir i prosjektet satt opp sidestilte entrepriser uten å gi spesifikke beslutningsveiledninger, på tross av dette må det utarbeides beslutningsplaner i samsvar med fremdriftsplanene for å beholde flyten. I prosjektering foreslår Andersen (2012) at

arkitekt i koordinering med RIB bør være beslutningstagere, ved samlokalisering og tett samhandling vil arkitekt og RIB kunne ta hensyn til andre fag samtidig som å kunne stå for valg de tar med begrunnelse. Arkitekt med arbeidstegninger til tømrer bør sammen med RIB legge føringer for de tekniske fagene. En primærføring bør settes for å unngå indre uorden i prosjektering. Vi mener at det er viktig med beslutningsdrivere i prosjekteringen og som Andersen (2012) impliserer bør de primære føringene i prosjekteringsfasen settes av koordinering mellom fag og beslutningsdriver bør være arkitekt, RIB og tømrer. Det legges her strekt trykk på samhandling og dialog på tvers av fag og et mulig belønningssystem utarbeidet av byggherre for å sikre at samhandling vektlegges av entreprenørene Felles kontraktform vil kunne løse problemer med samhandling mellom bygg og teknikk. I et intervju med prosjektleder teknikk blir det lagt frem at ulik kontraktsform førte til at entreprenørene dyrket egen interesse i utføring av arbeidsoppgaver. Dette var særlig merkbart lengre ut i prosessen når man ble klar over at prosjektet ville føre til et pengetap for begge entreprenører. Her blir det lagt frem at det ville vært fordelaktig om begge aktører hadde jobbet etter fastpris. Akkord gir rom for endringer og diskusjon om betaling for arbeidet som skal utføres i ettertid. Dette må unngås og alle slike avgjørelser må tas på forhånd, informanten sier derfor at det vil være bedre å jobbe etter fastpris hvor alle underentreprenører og totalentreprisene er på samme plan.

Samlokalisering er et av forutsetningene for å kunne arbeide etter prinsippet parallell ingeniør arbeid (ICE) og er et element i Lean for å redusere sløsing av tid (Alarcon 1997). Her var det mangler på kunnskapsenteret. RIB og arkitekts motvillighet til å være lokalisert der arbeidet skulle utføres førte til store og utslagsgivende konsekvenser for prosjektets resultat. RIB og arkitektes vurdering av situasjonen og tanken om å bespare seg selv for kostnader kan sammenlignes med Modig og Åhlstrøms (2012) beskrivelse av ressurseffektivt tankesett. Denne svikten forplanter seg senere i byggeprosessen som forsinkelser i tegninger og usynkroniserte overleveringer av omprosjekteringer. Bevis på at samlokalisering løser flere problemer som oppstår tidlig i prosessen kan sees i prosjektet og samarbeidet mellom Caverion og Cowi. Teknikk var samlokalisert gjennom hele prosessen og dette ga betraktelige forskjeller i resultat med tanke på tegninger og færre omganger med omprosjektering og sløsing i form av urasjonell bearbeiding, feil og avvik som er sentrale for Muda i Lean. (Taiichi Ohno, 1988)

Det sees klart i prosjektet at feil og svikt i tidligfasen manifesterer seg i byggeprosessen. Prosjektet sklir raskt ut i tid når de første omprosjekteringene kommer ved utarbeidelse av råbygg, feil armeringstegninger og omprosjektering av heiser er noe som strider mot Lean filosofien om detaljert og massiv planlegging i tidligfasen. Lean krever at planleggingen er gjort riktig og at man tilrettelegger for de syv forutsetningene nevnt av Koskela (2000) til en hver tid. Avgjørelser som dette må være tatt på god vei før man igangsetter utbygging. En av forutsetningene for å kunne benytte seg av Lean optimalt er at nødvendig informasjon må være tilgjengelig (Ballard 2000). Dette er klart ikke tilfelle når man ikke har motatt tegninger. Når man først mottar disse tegningene er misnøyen stor hos entreprenør. Det nevnes i analyse kapitlet en juridisk konflikt mellom entreprenør og rådgiver. Hva grunnen har vært for sene og dårlige tegninger har derfor vært vanskelig å fastslå i denne rapporten. Det nevnes her fra informantene at rådgiver stiller opp med lite erfarene rådgivere og tar lite initiativ til å støtte opp i systemer satt av byggherre som samlokalisering og utnytter BIM modellen dårlig.

Utnyttelse av BIM og VDC har variert fra prosjektering til bygging. BIM har i årene etter ferdigstilling av Kunnskapscenteret utviklet seg og er fortsatt på fremmarsj i byggebransjen. BIM gir mulighet for å foreta kollisjonskontroller tidlig i prosessen noe som har vært vanskelig med 2D tegninger tidligere. Problemer man opplever med BIM på Kunnskapscenteret er knyttet til dårlig utførte tegninger. Personell er ikke godt nok kjent med programmet og tegninger som utarbeides er ikke detaljert nok for at byggingen skal være optimal. For at VDC skal fungere i prosjektering kreves dette samlokalisering, som nevnt tidligere var dette en mangel, noe som gjør det vanskelig å bruke VDC systemet for bygg.

Feil i BIM modellen i tidligfasen påvirker bruk av modellen i produksjon. BIM modellen må i tidligfase kvalitetsikres og man bør engasjere baser/formen for å gjøre dem kjent med modellen og kontrollere tegningene i tidligfasen. Før byggestart må alle tegninger være på plass og ferdig behandlet. Å bygge etter Porsche takt forutsetter at tegninger er på plass på forhånd og det er lite rom for omprosjektering når man først har satt i gang takten, uten å forstyrre flyten. BIM på byggeplass er en vedvarende utfordring i byggebransjen.

Fagarbeidere er vant med å jobbe etter modellen de har brukt i mange år, det er også observert av informanter at fagarbeidere ofte har problemer med å se frem i tiden og er mer opptatt av nuet og hva som må gjøres på et korttidsperspektiv. I intervju med BL belyses det at fagarbeidere hadde et tillits problem til tegningene som var lagret i BIM modellen og hvor godt disse var synkronisert med evt endringer. Det er også et problem at flere fagarbeidere ikke kan benytte modellen og velger å bruke gamle metoden for at de ikke har trening med BIM modeller. Vi mener at i tillegg til kursing i BIM på ledelsesnivå må fagarbeidere utdannes innenfor systemet. Det anbefales her også bruk av BIM stasjoner i kontrollområde og bruk av tverrfaglig dialog for å kunne forstå modellene på en best mulig måte.

Porsche takt bruker en produktorientert layout i likhet med TPS. Her er det svært viktig å ha oversikt og kontroll over produksjon med korte gjennomløpstider (Skrogstad, 2002).

Kunnskapssenteret bruker i prosjektering en tilnærming til Lean med IPP, samhandling og Lean Construction, ved produksjon skiftes fokuset på denne produktorienterte layouten med detaljert planlegging på ledelses nivå. Etter samtaler med representanter fra entreprenør og byggherre blir det belyst at problemer man møter på ved bruk av taktplanlegging ligger i feil i tidligfasen. Det nevnes her at detaljplanleggingen for arbeidsoperasjoner og takttiden blir planlagt på et ledernivå hvor nødvendig kunnskap ikke ligger for å kunne planlegge på det detaljnivået det gjøres. Man går vekk fra å involvere flest mulig jamfør LC og LP til å ta avgjørelsene uten å rådføre seg med de som skal utføre oppgaven. Vi mener en tilnærming her bør være å involvere flest mulig aktører i tidligfase for å kunne planlegge optimalt på detaljnivå. Porsche takt krever detaljert planlegging og for å planlegge detaljert må de som skal utføre være med på planlegging når det er de som er best kjent med arbeidsoperasjonene.

Vogn rekkefølgen på Kunnskapssenteret blir utarbeidet av representanter fra teknikk og bygg, og er den første hindringen man møter på med tanke på bruk av taktplanlegging. Etter samtaler med prosjektintegrator belyses det her en klar mangel på kvalitetssikring, null feil-prinsippet i Porsche takt gir føringer på kvalitetssikring i produksjon (Porsche Consulting 2011), men prinsippet bør implementeres i tidligfase og kvalitetssikring av prosjekteringen er like viktig som produksjonen. Rekkefølgen av vognene bør utarbeides med fagarbeiderenes hjelp og kvalitetssikres ved innvolvering av både byggeledere og baser. Dette vil føre til en

mye tettere koordinering mellom tekniske fag og bygg fag, mangel på koordinering er noe Andersen (2012) belyser som et av hovedproblemene for feil i tegninger og feil i produksjon.

På kunnskapscenteret er det ikke stadfestet noen konkrete tiltak for aktivitet ved stopp i produksjon. Det oppleves her at toget stopper opp ved stans i en vogn, et haste tiltak som blir innført er at man tillater neste vogn inn i kontroll område før arbeidet fra foregående vogn er ferdigstilt, og sammenfletter flere fag inn i kontrollområde. Dette er ikke i tråd med Porsches takt prinsipper (Porsche Consulting, 2012) og gjør oppgaver som kvalitetssikring og taktkontroll vanskelig. Vognene skal fungere som et signalsystem for hverandre, når en vogn forlater kontrollområde gir det signal til neste vogn om å kjøre inn. Man kan trekke paralleller mellom dette og kanban (Ohno 1988) systemet i Toyota. Informantene belyser her at det blir satt av for lite tid til byggeprosessen og sen start setter et press på entreprenører til å utarbeide haste tiltak. Det bør her settes retningslinjer for ledige arbeidere, vogner bør holdes adskilt og arbeid bør ikke stoppes opp ved stopp i en vogn. Et tiltak som presenteres (Andersen 2012) er buffere for sunn aktivitet. Man iverksetter arbeidere ved å sende dem til arbeidsområder der det trengs hjelp. I tidligfasen må slike områder identifiseres og planlegges. Dette vil være typisk ikke repeterende soner, som f.eks underetasjene på Kunnskapscenteret. Disse bufferområdene fungerer som avlastningsområder for å unngå kollisjon samtidig som de brukes som mannskapsbuffere for å hente inn folk til vogn der man ser at takten holder på å skli ut. Et annet tiltak presentert (Andersen 2012) er å bruke overskuddet av tid til å organisere produksjonsutstyret og perfektionere logistikken på byggeplassen.

For å unngå stopp i vogner presenteres det av prosjektledere på Kunnskapscenteret at man bør opererer med slakke i toget. Dette opplevdes som en mangel, ved å innføre dette ville man unngått sammenflettingen som ble gjort. Ressurser bør tilpasses vognene optimalt for å opprettholde flyten. Belaste arbeidere 100% gjennom en lang periode vil kunne føre til dårlig moral, det bør heller tilføres ressurser slik at arbeidere ikke nødvendigvis er belastet fullt, men holder en høy produktivetsgrad og er mer opptatt av å holde flyten. Toget bør være tilpasset slik at tempoet på toget ikke er for høyt til at vognene ikke kan følge med. Tempoet tilpasses slik at arbeidere får utført alle sine oppgaver og gjort en god kvalitetssikring, prosessen vil slik bli mer robust og man unngår stopp. Man kan utover i prosessen øke

tempoet når arbeidere er bedre kjent med prosedyrer og rutiner tilknyttet byggeprosessen. Overskuddstid som tilkommer må bli fornuftig utnyttet ved å gjøre forbedringsarbeid eller sette til buffer områder man har satt i tidligfasen (Andersen 2012). For å minimere risikoen for sammenfletting og utfall fra taktplanen ytterligere bør det opereres med strategisk plasserte tomme vogner. Disse vil fungere som buffere på evt tapt tid gjennom prosessen. Tomme vogner gjør at arbeidere får hentet seg inn igjen, og vil være med på å holde den totale flyten gjennom prosjektet.

Hovedargumentet for at Porsche takt ikke passer inn som tilnærming i Kunnskapssenteret har vært at prosjektet ikke har nok repeterbare elementer og takten ikke blir optimal når de gjentakende kontrollsonene utgjør en for liten andel av arealet. Gjentakende kontrollsoner er essensielt for optimal bruk av Porsche takt, men systemet skal kunne implementeres ved komplekse bygg som Kunnskapssenteret, dette tatt til betraktning. Ved samtale med prosjektleder byggherre blir problemet belyst som mangel på tilrettelegging av de syv forutsetningene (Ballard 2000) som større enn mangelen på repeterbare områder. For at man skal kunne bygge etter takt og opprettholde optimal flyt gjennom byggeprosessen må prosessen være forutsigbar. Dette krever standardisering (Machado & Leitner 2010), ved å standardisere arbeidsoppgaver vil man kunne bruke arbeidere optimalt og unngå problemer som oppstår om utføring i produksjonsprosessen. Dette er godt implementert i produksjonsindustrien og samlebåndsproduksjon av biler. Alle arbeidsoppgaver er standardisert på samlebåndet og utføringen er gjort enkel ved visualisering. Standardisering av oppgaver er innført for å holde prosessens flyteffektiv. Bygg har ikke like mange standardiserbare oppgaver som samlebåndsproduksjonen, men man må standardisere der det er mulig. Dette vil videre gi mulighet for å gradvis øke andelen av standardiserte arbeidsoppgaver og øke flyten ved at arbeidere blir bedre kjent med arbeidsoppgavene og naturlig nok vil jobbe mer effektivt etter erfaring. Her er det viktig at en engasjerer underentreprenører og setter press på de til å finne løsninger samt standardiserer der det er mulig, standardisering vil gi mer forutsigbarhet samtidig som at kvaliteten øker (Machado & Leitner 2010). Porsche takt har de siste årene utviklet seg og blitt implementert i både bygg og industri. Det San Francisco baserte entreprenørfirmaet The Boldt Company har implementert Porsches taktprinsipper inn i sitt arbeid som hovedentreprenør for sykehus og kraftverk og lyktes med å bruke systemet. (The Boldt Company)

Et problem som oppleves på Kunnskapssenteret med Porsches takt prinsipp er komplikasjoner ved omprosjektering. Ved bruk av takt under utbygging gir det ikke rom for endringer når vognene har startet sitt arbeid, ved tradisjonell fremdriftsplanlegging er omprosjekteringer i byggeprosessen lettere å håndtere. Takt planleggingen er et rigid system som krever at all planlegging er ferdigstilt før byggeprosessen igangsettes, Porsche belyser her at tanken bak dette er å eliminere sløsing som oppstår på grunn av omarbeid som er en av syv sløsing Porsche definerer på byggeplasser (Porsche Consulting, 2011). Studie av 359 byggeplasser viser at omarbeid utgjør 5% av byggets totale kostnad (Bon Gang Hwang, 2009), noe som Porsche eliminerer ved å ikke tillate omprosjektering ved utbygging og hyppige kvalitetskontroller. Kundenfokus er et sentral emne i Lean, det nevnes her av Womack (1990) viktigheten av å involvere kunden i planer og kommunikasjon mellom kunde og leverandør. Det er derfor viktig å gjøre kunden klar over omfanget av omarbeid og kostnadene knyttet til dette. Kundens ønsker må alltid tas hensyn til (Womack 1990), hvis kunden ønsker en sen endring kan ikke dette nektes, men kunden bør da gjøres klar over hva det vil koste og arbeidet rundt oppdraget kan settes som en sunn buffer for ledige arbeidere utenom takt planen. For å holde flyt gjennom byggeprosessen er det essensielt at prosjektering er ferdig før overlevering av prosjektet til byggefasen, i et intervju med prosjektleder teknisk entreprenør kommer det frem at det oppstår problemer mellom byggefasen og prosjektering når byggeprosessen tar igjen prosjekteringsprosessen. Dette er et problem teknisk entreprenør har opplevd ved tidligere prosjekter og mener at tendenser til dette var tilstede på Kunnskapssenteret. Prosjektering blir dratt ut i byggeprosessen og ved et stadie må arbeidere vente på tegninger fra prosjekteringsansvarlige. Denne ventingen må elimineres, vi mener at Porsche takt åpner for dette og at all form for prosjekteringsarbeid må være ferdig før takt igangsettes, dette er også i samsvar med de syv forutsetningene som tilgjengelig informasjon og at foregående arbeid må være til stede presentert av Ballard (2010).

Porsche takt ble på KS testet ut som et pilotprosjekt for byggherre og entreprenør (Andersen 2012). Vi ser at Porsche takt har sterkt tilknytning til Lean Production med mål om best mulig kvalitet til rett tid for kunden, og med minst mulig sløsing. Akkurat som det i samlebåndsproduksjonen er et stort krav til presisjon, mener vi at byggebransjen er intet

unntak, og det er nettopp presisjon vi må etterstrebe i denne bransjen. For at flyten i et byggeprosjekt skal være så optimal så mulig, trengs det arbeidere som er familiære med de ulike prinsippene, og som til enhver tid vet hva de holder på med. Det bør derfor brukes mer tid på opplæring, og trening av ansatte. Akkurat som det er kompetente, dyktige og trente ansatte i en Toyota fabrikk, med høy presisjon, og med riktige forutsetninger til å gjøre en god jobb, mener vi også at byggebransjen må trene opp ansatte før dem blir plassert i vognene. Toyota bruker mye ressurser på å utdanne sine ansatte, dette er en kontinuerlig prosess og dette er noe av hva vi mener byggebransjen trenger (Toyota, u år). Et annet viktig prinsipp er å bruke rett mann til rett plass slik at man utnytter ressursene sine optimalt. Prosjektlederen for OiB fortalte at Lean prinsipper og metoder ikke var brukt i prosjektet, men at enkelte elementer fanget deres interesse mot slutten av prosjektet. En enhver bærekraftig bedrift må jobbe med kontinuerlig forbedringsarbeid slik at en til enhver tid følger markedet og stadig gjøre det bedre enn foregående gang vha kontinuerlig forbedring. Statsbygg på sin side har gjort ett forsøk på forbedringsarbeid ved å ha et seminar om erfaringsoverføring hvor de så på ting som kunne forbedres, og så på hvordan ting faktisk gikk, som de skulle ta meg seg videre. Målet med seminaret minner om ressurs optimalisering, noe som er greit i seg selv, men vi mener at det burde blitt fokusert mer på flyten i et prosjekt og mer rundt Lean, potensialet ligger der, men fokuset var feil. Statsbygg har de siste 3 årene, endret strategi til å gjelde lean og har blant annet benyttet seg av Porsche takt på Kunsthøgskolen i Bergen (KHIB).

6.0 Konklusjon/Anbefalinger

I dette kapittelet vil vi konkludere basert på funnen gjort i analysen og drøftinger foretatt i diskusjonen. Vi gir først en innføring i hva vi mener kan være en optimal løsning for byggebransjen med tanke på prosjektering og produksjon. Videre vil vi konkludere med hvordan vi har oppfattet prosjektene OiB og KS. I slutten av kapittelet presenterer vi hva vi bør være satsingsområde for forskning videre.

6.1 Det optimale

På bakgrunn av denne rapporten mener vi at en optimal løsning ligger i en kombinasjon av Porsches taktplanlegging samt Lean management prinsipper som omhandler involvering, samhandling og tett samarbeid, dette mener vi vil være en god løsning for det norske markedet. En tilnærming med involvering av flest mulig ledd er essensielt for å lykkes. Dette er noe vi mener bør bli en norm i bransjen og man bør bruke flere ressurser for å følge opp en slik planlegging. Denne type tilnærming gir økt eierskapsfølelse og aktørene føler seg som en del av en helhet, og ser hvordan denne helheten overgår individuelle bragder. Porsche takt er som vi har diskutert en standardisert byggemetode, med god planlegging gir metoden flyt og forutsigbarhet. Porsches byggemetode er konkret, og gir derfor klare retningslinjer for hvordan man skal oppnå flyt. En optimal løsning innebærer i å optimalisere hele prosessen. Her inngår og anbudsprosessen, vi mener det må brukes mer tid til å legge seg inn i tilbudet for både byggherre og entreprenør, de bør bruke tid på å bli kjent med hva som tilbys og hvordan man har tenkt til å løse oppgaven. Samhandlingen bør deles inn i tre kategorier. Samhandling A: Gå gjennom kontrakten (Byggherre-Entreprenør) Samhandling B: Gå gjennom beskrivelser og tegninger (Rådgivere-Entreprenør) Samhandling C: Planlegge i detalj fremdriften for bl.a. bygging, leveranser og kontroll (Byggeleder-Entreprenør). Målet med lean bør være å innføre en driftsstrategi med felles prinsipper og retningslinjer. Suksess ligger i et helhetlig lean prosjekt, i alle nivåer, faser og ledd. En kultur av transparens, oversikt og samarbeid. Fokus på flyteffektivitet er et viktig element, men ressurseffektiviten må også ivaretas. Maksimere proaktivitet som en del av kulturen, og kontinuerlig forbedring er to viktige prinsipper. Lean har smått blitt kritisert på grunn av dens standardiserte syn å blitt beskyldt for å innskrenke de ansattes kreativitet og ikke gi rom for nytenking samt at det presenterer et menneskesyn basert på taylorisme, som baserer seg på at menneskets

eneste motivasjon er økonomi og at unnasluntring ligger i menneskelig natur (Skov 2008). Vi ser ikke noe problemer med standarisering så lenge lean management fremtrer, og at involvering inkluderes. Standarisering vil tvert imot gi økt forutsigbarhet, mindre variabilitet og høyere kvalitet.

Byggherren må forsikre seg om at entreprenører er godt kjent med systemene de legger frem samt sikre tilgang til enterprenørens CV hvor de kan vurdere relevant erfaring. Man går her gjennom samtlige ledd i bedriften og eventuelle underentreprenører, og påser at alle involverte personer har riktige forutsetninger for jobben. Det bør legges frem referanseprosjekter for samtlige av de som innvolveres og utforming av byggedetaljer bør utføres deretter, her inngår vognoppsett og togoppsett, og hvem som passer hvor. Prosjekter hvor teknikk utgjør tunge operasjoner bør det arbeides med sidestilte entreprenører. Dette gir grunnlag for mye bedre samarbeid når begge parter er likestilte. Her er det viktig at det defineres beslutningstakere og detaljerte beslutningsplaner.

Takt planlegging krever høy presisjon. Det må her utarbeides detaljerte planer, derfor mener vi at en tidlig involvering av alle fag er essensielt for å kunne lykkes med takt planlegging. Baser og formenn bør rådføres i prosjekteringen samt gis ansvar i tidligfasen for å øke eierskapsfølelsen til prosjektet, økt eierskap vil gi økt motivasjon noe som er sentralt for å levere gode resultater. Vognledere, baser og formenn bør være med på å utarbeide taktplanen og rekkefølgen av vogner for å gi dem et langtidsperspektiv og endre den tradisjonelle fagarbeider tilnærmingen hvor det oppleves at de ikke har et forhold til den langsiktige planen. Ett av prinsippene bak Toyotas suksess er det å stimulere ansatte mot å tenke på kontinuerlig forbedring. Når baser og formenn får mer ansvar kan man i andre instans få dem til å lage en plan på standarisering av arbeidsoperasjoner.

Taktplanen utarbeides detaljert med standarsiserte arbeidsoppgaver så langt det lar seg gjøre. Det anbefales å holde korte morgenmøter med gjennomgang av hva som skal gjøres og hvem som skal gjøre de. Prosjektet og byggeplassen bør være så transparent som mulig, arbeidsprosessene blir mer transparente ved bruk av BIM. Her bør det settes mer tid til å kurse sine ansatte til riktig benyttelse av systemet og fokuset bør være på å benytte 4D funksjonene til å utføre jobben tidsspesifisert. Videre er logistikk en meget viktig pilar i

Porsches tilnærming til lean. Logistikken bør tilpasses taktflyten og følges opp til alle tider. Her er det viktig med høy presisjon. Ved riktig utnyttelse av dette ser vi for oss en betraktlig forbedring i materialflyt og en reduksjon av tidsløsingen som skyldes dårlig materialhåndtering, her må leverandørene presses til å levere på timer og ikke dager.

6.2 Konklusjon

Statsbygg leverte et prosjekt innenfor gitt tid og budsjett. Byggingen startet kort tid etter finanskrisen i 2008. Dette førte til rimeligere priser enn "normalt". Utførelsen var annerledes enn forutsett under planleggingen, det endte med flere entrepriser enn først planlagt, og med noe omprosjektering, førte det til økende tverrfaglig kollisjoner mellom de ulike entreprisene. Det ga mange ekstra byggeledertimer, og mye tidsfordriv til møter. Vi mener at både byggetiden og kostnadene knyttet til prosjektet kunne vært optimalisert med det vi presenterer som "det optimale". Det er viktig å nevne at det kan trekkes ut mye positivt fra OiB prosjektet, og at prosjektledergruppen gjorde en god jobb underveis i prosjektet.

Lean begrepet brukes altfor vidt idag. Helsebygg tok utgangspunkt i Lean i deres samhandlingsrapport og samhandlingssystemet de hadde lagd i "K5". Helsebyggs tilnærming til Lean var ikke i samsvar med Veidekke sin tilnærming. Begge hadde forståelse for begrepene og filosofien, men utøved systemet og teorien på ulik måte. Dette ga et stort gap på hvordan Helsebygg ville ha ting gjort og hvordan Veidekke planla å gjøre de. Dette var også første gang Veidekke prøvde å bruke Lean i prosjektering, IPP har stort sett vært et system man har brukt under bygingsfasen og dette ville gi noen utfordringer. Helsebygg hadde klare spesifikasjoner om hva de ønsket av sine entreprenører i kontrakten, Veidekke hadde som oppgave å legge seg godt inn i denne før de sa seg enig. Det viser seg klart at de ikke har gjort dette og mange av feilene og manglene som ble gjort kan skyldes at man ikke har brukt nok tid til å forstå hva som ble spesifisert i kontrakt. I tillegg til dette var det noe ambisiøst å teste ut Porsche takt på et såpass komplekst bygg som det et sykehus er. Det har vist seg at det må planlegges enda bedre, skal man ha suksess. Prosjektet har vært suksess fra byggherres perspektiv, de har hatt mye større kontroll og vært mer involvert i avgjørelser enn hva de tidligere har opplevd. For entreprenørene har dette vært et

tapsprosjekt. Både Caverion og Veidekke erfarte store økonomiske tap, men er veldig fornøyde med erfaringen de går ut med. Veidekke har videre brukt dette systemet, en kombinasjon av IP og Porsche takt i sine senere prosjekter på rekkehus komplekset Horneberg.

6.3 Veien videre

Lean og taktplanlegging er stadig i utvikling og er på fremmarsj i den norske byggebransjen. Vi mener at den norske byggebransjen sakte, men sikkert begynner å gjøre seg klare til en endring. Vi ser tendenser til at både byggherrer og entreprenører tar til seg lean, og at de ser nytteverdien i dette, flere aktører har testet ut lean i deres prosjekter, og har hatt stor suksess med det. Vi ønsker derfor å utfordre både rådgivere, entreprenører, underentreprenører og leverandører til å følge denne trenden. Flere bedrifter kan vise til suksess med lean blant disse kan nevnes Boldt Company i USA. Statsbygg viser også til et prosjekt ved Haugesund Fengsel hvor de har hatt suksess med bruken av lean. Statsbygg fikk 14 kalenderdager til å gjennomføre en totalrenovering av sprinkelsystemet. Alle involvert i prosjektet ble samlet til 2 dager opplæring i Lean. Alle innsatte ble så flyttet ut samtidig slik at arbeider kunne gjennomføres uten hinder. Ved hjelp av Lean var alt klart etter 11 dager (mot normalt 90 dager) (Statsbygg 2015).

Statsbygg har i tillegg til dette startet opp arbeidet med KHiB, denne skal etter planen ferdigstilles i 2017. Her brukes flere prinsipper fra Lean management, produksjonen er planlagt etter Porsches taktprinsipper. Vi anbefaler andre masterstudenter å se på prosessen under bygging av KHiB når det finner sted. Det kan være nyttig å se på bruken av Porsche takt, og erfaringer knyttet rundt det. For å utvikle bransjen videre bør det også forskes på kontraktregimet og avvik fra norske standarder i kontraktene utarbeidet av byggherren. urimelige og ubalanserte kontrakter mellom partene presser entreprenør til å søke etter billig arbeidskraft og outsourcing, noe som vil påvirke det norske entreprenørmarkedet. Det er et behov for videre tilpassing av systemene til byggebransjen. For å kunne finne en optimal løsning må man våge å prøve ut nye gjennomføringsmetoder. Gjennom forskning og oppfølging av nye prosjekter kan man finne en løsning som passer det norske markedet best.

Ved å sammenligne flere prosjekter og gjennomføringsstrategier vil man kunne få resultater som er generaliserbare.

Implementering av lean er ikke gjort over natta. Modig og Åhlstrøm (2012) presenterer effektivitetsmatrisen som gir et bilde av hva en bedrift må etterstrebe, målet er en bedrift med både høy ressurs og flyteffektivitet, men at flyten prioriteres. Ifølge Modig og Åhlstrøm (2012), vil det som regel ta tid for bedrifter å bygge seg opp, og bli til en "lean" bedrift. Lean krever massiv planlegging og erfaring. For å oppnå suksess med lean må alle ledd i bedriften gå inn for det.

Det er galskap å gjøre ting på samme måte som man alltid har gjort og forvente forbedring av resultatene. (Hajime Ohba, Toyota)

7.0 Litteraturliste

- Alarcon, L. 1997. *Lean Construction. What do we mean by Lean Production in construction.* Santiago.
- Andersen, L.A 2012. *Organisering av prosjekterings- og byggeprosessen.* Trondheim: NTNU Samfunnsforskning AS
- Andersen, L.A, 2013. *Samhandling i prosjektering og bygging* Kunnskapssenteret. St. Olavs hospital. Trondheim: NTNU Samfunnsforskning
- Andersen, L.A, 2011. *Virtual Design & Construction* St. Olavs hospital Kunnskapssenteret. Trondheim: NTNU Samfunnsforskning
- Aouad, G. (2012). *Computer aided design guide for architecture, engineering, and construction.* London, SPON Press.
- Ballard, H. G. 1994. *The Last Planner.* North Carolina Construction Institute. Monterey, California.
- Ballard, H. G. 2000. *Last Planner System of production control.* Birmingham: School of Civil Engineering, Faculty of Engineering: The University of Birmingham.
- Ballard, G. B., and Howell, G. H. 1998. *What kind of production is construction? Paper read at Sixth Annual Conference of the International Group for Lean Construction.* Guarujá, Brazil
- Bertelsen, S. 2007. *Håndbog i Trimmet Byggeri.* Foreningen Lean Construction: København
- Dalland, O. (2000). *Metode og oppgaveskriving for studenter.* Oslo: Gyldendal Akademisk.
- Eastman, C. M. (2011). *BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors.* Hoboken, NJ, Wiley.
- Forbes, H. L., and Ahmed, M. S. 2011. *Modern Construction: Lean project delivery and integrated practices.* 1st ed. Boca Raton, Florida: Taylor & Francis group.
- Helsebygg Midt-Norge 2013, Kunnskapssenteret, NTNU, Trondheim
- Helsebygg, 2013. *Vi klarte det.* Trondheim. St. Olav's Hospital
- Howell, G. (1999). *What is lean construction. Proceedings of the 7th annual conference in the International Group for Lean Construction, Berkeley, USA.*
- Imai, M. 1993. *Kaizen.* (Sted ukjent)
- Jan Alexander Langlo, Siri Bakken, Ole Jørgen Karud, Erik Malm og Bjørn Andersen (2013). *Måling av produktivitet og prestasjoner i byggenæringen.* Trondheim. Sintef

Joachim Seehusen. (2011). *Drastisk fall i produktivitet*. Teknisk ukeblad

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. 1992. *Application of the new production philosophy to construction*, Technical report. Stanford, California: Stanford University.

Koskela, L. (2000). *An exploration towards a production theory and its application to construction*. Technical research centre of Finland.

LCI. *Lean Construction Institute (LCI) 2002*. Available from <http://www.leanconstruction.org/about-us/>

Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. Kentucky: McGraw-Hill.

Ljunggren, P. Å. (2011). *Intro to Lean – kortversjon*. Presentasjon Norut, 2011. Høgskolen i Narvik.

Machado, V. og U. Leitner. (2010). *Lean tools and lean transformation process in health care*. *International Journal of Management Science and Engineering Management*

Modig, N. og Åhlström, P. (2012). *Dette er Lean: løsningen på effektivitetsparadokset*. Stockholm:

Womack, J. 1990. *The machine that changed the world*, New York.

Ohno, T. (1988). *Toyota Production System; Beyond Large-Scale Production*. Cambridge: Productivity Press.

Olsson, N. (2011). *Praktisk rapportskrivning*. Trondheim: Tapir Akademisk Forlag

Pascal, D. 2009. *Getting The Right Things Done*. Cambridge. USA. Lean Enterprise Institute

Porsche Consulting. (2011a, Januar). *Porsche Akademie presentasjon*. Bietingheim-Bissingen, Tyskland.

Porsche Consulting. (2011b, Januar). *Porsche Akademie; Lean Construction, Principles*. Trondheim, Tyskland.

Porsche-Consulting (2010). *Lean Construction*. Porsche Academy

Rubrich, L. (2010). *A3 Problem Solving: What it is ... and what it isn't*. Hentet fra: <http://www.reliableplant.com/Read/22984/a3-problem-solving-lean>

Shingo, S. 1992. Non-Stock Production. Productivity press, Cambridge.

Statsbygg. 2009. Statsbygg prosjektstyringsdokument. Oslo. Statsbygg

Statsbygg. 2013. Seminar: Erfaringsoverføring. Oslo. Statsbygg

St. Olavs Hospital 2013, Kunnskapssenteret, St. Olavs Hospital, Trondheim.

Taylor, D., & Brunt, D. (2001). Manufacturing Operations and Supply Chain Management- The LEAN Approach. London: Thomson Learning.

Veidekke. (2011). Involverende planlegging - i produksjon. Veidekke Entreprenør AS.

Womack J.P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). The Machine That Changed The World: The Story Of Lean Production. New York: Harper Perennial Ed.

8.0 Vedlegg

Vedlegg 1: A3 skjema

1) Identify the Problem or Need		A3 Problem Solving <small>Problem Solving Tools on Back Side</small>		Process: _____	_____	_____	_____																												
				<small>Originator:</small> _____	<small>Date:</small> _____																														
2) Understanding the Current Situation/State		5) Brainstorm/Determine Countermeasures																																	
3) Goal Statement – Develop the Target State <small>(must meet the business goals deployed in Policy Deployment)</small>		6) Countermeasures Implementation Plan																																	
4) Root Cause Analysis <small>(see also back side of this form)</small>		7) Check Results – Confirmation of Effect		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 65%;">Action Item to be Completed</th> <th style="width: 10%;">Who</th> <th style="width: 10%;">When</th> <th style="width: 15%;">Status</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td style="text-align: center;">⊕</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td style="text-align: center;">⊕</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td style="text-align: center;">⊕</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td style="text-align: center;">⊕</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td style="text-align: center;">⊕</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td style="text-align: center;">⊕</td></tr> </tbody> </table>				Action Item to be Completed	Who	When	Status				⊕				⊕				⊕				⊕				⊕				⊕
Action Item to be Completed	Who	When	Status																																
			⊕																																
			⊕																																
			⊕																																
			⊕																																
			⊕																																
			⊕																																
8) Update Standard Work		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">What</th> <th style="width: 33%;">Accountable</th> <th style="width: 34%;">When</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>						What	Accountable	When																									
What	Accountable	When																																	



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

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