

BACHELOROPPGAVE:

**LEAN CONSTRUCTION PÅ
ANLEGGSPROSJEKTER**

FORFATTER: LENE SELNES STIGEN

Dato: 28.mai.2010

SAMMENDRAG AV BACHELOROPPGAVEN

Tittel:	<u>Lean Construction på anleggsprosjekter.</u>	Nr. : 1
		Dato : 28.05.10
Deltaker(e):	<u>Lene Selnes Stigen</u>	
Veileder(e):	<u>Leif Erik Storm</u>	
Oppdragsgiver:	<u>Skanska Norge AS</u>	
Kontaktperson:	<u>Roar Sve</u>	
Stikkord (4 stk)	<u>Lean Construction, The Last Planner, fremdriftplanlegging, forbedringsarbeid</u>	
Antall sider: 41	Antall bilag:3	Tilgjengelighet (åpen/konfidensiell):Åpen
Kort beskrivelse av bacheloroppgaven:		
<p>Bygg og anleggsbransjen har i de siste årene opplevd en nedgang i utbygging, og et trangere marked. I deler av byggebransjen har Lean Construction som tanke sett blitt innført med positive resultater. Det er ønskelig å innføre dette som begrep også i anleggsbransjen.</p> <p>Målet med oppgaven er å få økt kunnskap om Lean Construction og The Last Planner System og Production Control for å utvikle en metode for bruk på Strindheimtunnelen, som kan anvendes videre i anleggsarbeidet og på senere anleggsprosjekter.</p> <p>Denne oppgaven handler både om inkluderende planlegging, oppfølging av planer, måling av planpålitelighet og evt. innsparinger ved bruk av Lean Construction og The Last Planner.</p>		

Forord

Denne bacheloroppgaven er utarbeidet ved Høgskolen i Gjøvik våren 2010. Rapporten er en del av emnet TØL3901 Bacheloroppgave og er utført som et veiledet selvstudium.

Oppdragsgiver er Skanska Norge AS ved Roar Sve.

I denne anledning ønsker jeg å takke veileder Leif Erik Storm ved Høgskolen i Gjøvik. I Skanska vil jeg spesielt takke Roar Sve, Kai-Morten Høyem, Peder Johansen, Wenche Ødegårdsstuen og andre funksjonærer ved Strindheimtunnelen for god hjelp med oppgaven.

Gjøvik, 28.mai.2010.

Lene Selnes Stigen

Sammendrag

Bygg og anleggsbransjen har i de siste årene opplevd en nedgang i utbygging, og et trangere marked. I deler av byggebransjen har Lean Construction som tankesett blitt innført med positive resultater. Det er ønskelig å innføre dette som begrep også i anleggsbransjen. Dette for å få til en økt industrialisering av anleggsprosjekter.

Rapporten innledes med en teoridel som omhandler Lean Production, Lean Construction og The Last Planner. Videre er det en del om Skanska Norge AS og hvordan de har benyttet og benytter Lean Construction på anlegg i dag.

Det er utført en hel del målinger og undersøkelser på Strindheimtunnelen, deriblant PPU, rotårsaker, hindringsanalyse og etterkalkulasjon. Disse blir fremstilt og drøftet.

Tilslutt kommer jeg med noen forbedringspunkter som jeg mener Skanska Norge AS har i forhold til innføring av Lean Construction.

INNHOLDSFORTEGNELSE

Forord	s.I
Sammendrag	s.II
Innholdsfortegnelse	s.III
Figurliste	s.V

DEL 1 – INNLEDNING OG METODER

1. Innledning	s.2
1.1 Organisering av rapporten	s.2
1.2 Bakgrunn for oppgaven	s.2
1.3 Formålet	s.2
1.4 Omfang og begrensninger	s.2
1.5 Målgruppe	s.3
2. Metodevalg	s.3
2.1 Litteraturstudier	s.3
2.2 Case studie	s.3
2.3 Ekskursjoner	s.3
2.4 Innsamling og analyse av data	s.4
2.5 Forbedringer og tiltak	s.4

DEL 2 – TEORI

3. Lean Production	s.6
3.1 Historie	s.6
3.2 Toyota Production System	s.6
3.3 Prinsipper	s.8
4. Lean Construction	s.9
4.1 Prinsipper	s.9
5. The Last Planner	s.10
5.1 Bør-kan-vil-gjorde	s.10
5.2 Planhierarki	s.11
5.2.1 Hovedfremdriftsplan	s.12
5.2.2 Faseplan	s.12
5.2.3 Periodeplan	s.12
5.2.4 Ukeplan	s.13
5.3 PPU	s.13
5.4 Hindringsanalyse	s.14

DEL 3 – EMPIRI

6. Beskrivelse av Skanska	s.17
6.1 Skanska AB og Skanska Norge AS	s.17
6.2 Strindheimtunnelen	s.17
6.3 Slik gjør vi det	s.17
6.4 Kontinuerlig forbedring	s.18
6.5 Bruken av Lean ved tidligere anleggsprosjekter	s.18
6.6 Bruken av Lean ved Strindheimtunnelen	s.19
7. Målinger gjennomført ved Strindheimtunnelen	s.21
7.1 Samarbeid mellom fag	s.21
7.1.1 Planlegging i prosjektet	s.21
7.1.2 Brown Wall	s.23

7.1.3	Brown Wall nr. 1: K6	s.24
7.1.4	Brown Wall nr. 2: Forskjæring for rampetunnel	s.26
7.2	Betongpumping	s. 27
7.3	Ventetid på betongverk og bil	s.28
7.4	Hindringsanalyse	s.30
7.5	PPU	s. 31
7.6	Rotårsaker	s.33
7.7	Diverse faktorer	s.36
DEL 4 – ANALYSER OG RESULTATER.....		s.37
8.	Vurdering av målingene	s.38
9.	Forbedringsområder	s.39
10.	Konklusjon	s.40
11.	Videre arbeid	s.41
12.	Vedlegg	
1.	Logg	
2.	Forprosjekt	
3.	Sammendrag av statusrapporter	

Figurliste

Figur 1.	Prinsippene i Toyota Production System s.7
Figur 2.	Lean prinsippene s. 8
Figur 3.	Endring av PPU etter bruk av The Last Planner s.10
Figur 4.	Endring av kostnader etter bruk av The Last Planner s.10
Figur 5.	The Last Planner s.11
Figur 6.	PPU s.14
Figur 7.	Hindringsanalyse s.15
Figur 8.	Hovedfremdriftsplan s.21
Figur 9.	Fremdriftsplan betong s.22
Figur 10.	Fremdriftsplan massearbeider og VA s.22
Figur 11.	Eksempel på bakoverplanlegging s.23
Figur 12.	Soneinndeling K6 s.24
Figur 13.	Fremdriftsplan K6 s.25
Figur 14.	Fremdriftsplan forskjæring rampetunnel s.27
Figur 15.	A3 betongpumping s.28
Figur 16.	Ventetid betongverk og betongbiler s. 29
Figur 17.	Sammendrag ventetid betongverk og betongbiler s.29
Figur 18.	A3 ventetid betongverk og betongbiler s.30
Figur 19.	Skjema hindringsanalyse s. 31
Figur 20.	Skjema registrering av PPU s.32
Figur 21.	PPU ved Strindheimtunnelen s.32
Figur 22.	PPU K6 s.33
Figur 23	Rotårsaker fremstilt i antall s.35
Figur 24.	Rotårsaker fremstilt i % s.35

DEL 1 – INNLEDNING OG METODER

1. Innledning

2. Metodevalg

1. Innledning

1.1 Organisering av rapporten

Rapporten er delt inn i 4 deler:

- Del 1. Innledning og metoder: beskriver grunnlaget, omfanget og gjennomføringen av oppgaven.
- Del 2. Teori: inneholder den teorien som ligger til grunn for å løse oppgaven.
- Del 3. Empiri: inneholder informasjon om Skanska og min gjennomføring av oppgaven.
- Del 4. Analyser og resultater: denne delen inneholder de resultater jeg fikk og drøfting av dette. Til slutt kommer også konklusjon og videre arbeid.

1.2 Bakgrunn for oppgaven

Bygg og anleggsbransjen har i de siste årene opplevd en nedgang i utbygging, og et trangere marked. I deler av byggebransjen har Lean Construction som tanke sett blitt innført med positive resultater. Det er ønskelig å innføre dette som begrep også i anleggsbransjen. Dette for å få til en økt industrialisering av anleggsprosjekter.

1.3 Formålet

Målet med oppgaven er å få økt kunnskap om Lean Construction og The Last Planner System og Production Control for å utvikle en metode for bruk på Strindheimsprosjektet, som kan anvendes videre i anleggsarbeidet og på senere anleggsprosjekter.

1.4 Omfang og begrensninger

Denne oppgaven handler både om inkluderende planlegging, oppfølging av planer, måling av planpålitelighet og evt. innsparinger ved bruk av Lean Construction og The Last Planner.

Opgaven blir innledet med grunnleggende teori om Lean Construction, The Last Planner og Lean – verktøyene, som ligger til grunn for rapporten. Slik at leser skal få tilstrekkelig kunnskap for å få utbytte av oppgaven.

Skanska AS avd. fjell og masse er i startfasen med bruken av Lean Construction, og de har derfor satt opp en liste med 12 punkt over områder de mener de kan minke kostnadene på. Ut fra denne listen har jeg arbeidet spesielt med 3 punkter i denne oppgaven:

1. Samarbeid mellom fag
2. Betongpumping
3. Ventetid på betongverk og bil

Jeg ønsker å prøve ut Lean-verktøyene og metodene i praksis, og deretter sammenligne punkt 2 og 3 på forbedringslisten med kalkylen. Punkt 1 vil ikke kunne måles, men grad av samarbeid vil kunne vurderes. Dette vil bli gjort ved å kartlegge dagens resultater og deretter jobbe med kostnadsbesparelsen.

Jeg ønsker å gjøre følgende punkter over en 10-ukers periode:

- Prøve ut planleggingsmetoden ”Brown wall”, da i samarbeid med formenn i egen organisasjon og fra UE.
- Følge opp fremdriftsplanen ukentlig med hindringsanalyse. Hindringsanalysen vil da bli oppdatert kontinuerlig fram til de enkelte aktivitetens oppstart.
- Måling av planpålitelighet i etterkant ved bruk av PPU. Denne målingen vil bli gjennomført ukentlig.
- Finne rotårsaker som følge av PPU resultater.

Til slutt vil jeg vurdere om denne metoden å bruke Lean Construction på kan videreføres videre i Strindheimprosjektet og på senere anleggsprosjekter.

1.5 Målgruppe

Hovedmålgruppe for denne rapporten er Skanska AS, mine medstudenter og min veileder, Leif Erik Storm.

2. Metodevalg

2.1 Litteraturstudier

Grunnlaget i oppgaven kommer fra litteraturstudier, hvorav teoridelen er en ren litteraturstudie.

2.2 Case studie

Under en case studie følger man fortid, nåtid og fremtid, dvs. nåtid rekker å bli fortid og fremtid rekker å bli nåtid. Denne type undersøkelse er empirisk og grensen mellom kontekst og fenomen er uklar.

I denne oppgaven har jeg valgt å benytte denne metoden, hvor jeg har valgt å se på et enkelt anlegg. Grunnen til dette er at oppgaven må begrenses i omfang, og den beste måten er å velge et enkelt anlegg. I tillegg blir oppgaven mer virkelighetsrelatert når den skrives på et anlegg som er operativt.

2.3 Ekskursjoner

Skanska AS avd. bygg har brukt Lean prinsippene i større grad og over lengre tid enn avd. fjell og masse. Derfor har det vært naturlig å besøke byggeplasser og ta lærdom av deres kunnskap.

2.4 Innsamling og analyse av data

Grunnlaget for oppgaven ligger i teoridelen, deretter samler jeg inn dokumenter (ukeplaner, møtereferater osv.) og ustrukturert direkte observasjon (møtedeltagelse).

2.5 Forbedringer og tiltak

For å komme frem til forbedringer og tiltak, må man kombinere teoridel og empiridel. I tillegg bruke innspill fra byggeplasser i Skanska som bruker Lean Construction som tankesett aktivt.

DEL 2 – TEORI

3. Lean Production

4. Lean Construction

5. The Last Planner

Uttrykket ”Lean Production” kom på 1990-tallet som følge av boken ”The Machine That Changed The World”. Denne boken var en studie av bilindustrien og inneholder prinsippene som ligger til grunn for Lean.

3.1 Historie

Allerede på begynnelsen av 1900 – tallet begynte Henry Ford med masseproduksjon av biler ved hjelp av samlebåndsproduksjon. Prinsippet for masseproduksjonen var at bildelene skulle være enklere å montere og å skifte ut. Ulempen med produksjonene var at fabrikken produserte kun en modell, fordelen med dette var mindre kostnader og billigere biler. Andre produsenter hadde flere modeller, men høyere kostnader.

(Lean Enterprise, 2009, A brief history of lean)

Toyota videreutviklet Fords prinsipp i masseproduksjon av biler. De flyttet fokuset til produksjonsprosessen og å optimalisere varens flyt gjennom gjennomføringen. Toyota valgte bla. å lage maskiner som kunne produsere ulike deler, å konstruere maskinene etter volum og å lage selvkontrollerende maskiner. I tillegg utviklet de et system hvor en delprosess varslet delprosessen foran om hvilke deler og antall deler delprosessen trengte. På denne måten blir det ikke produsert flere deler enn det som forbrukes.

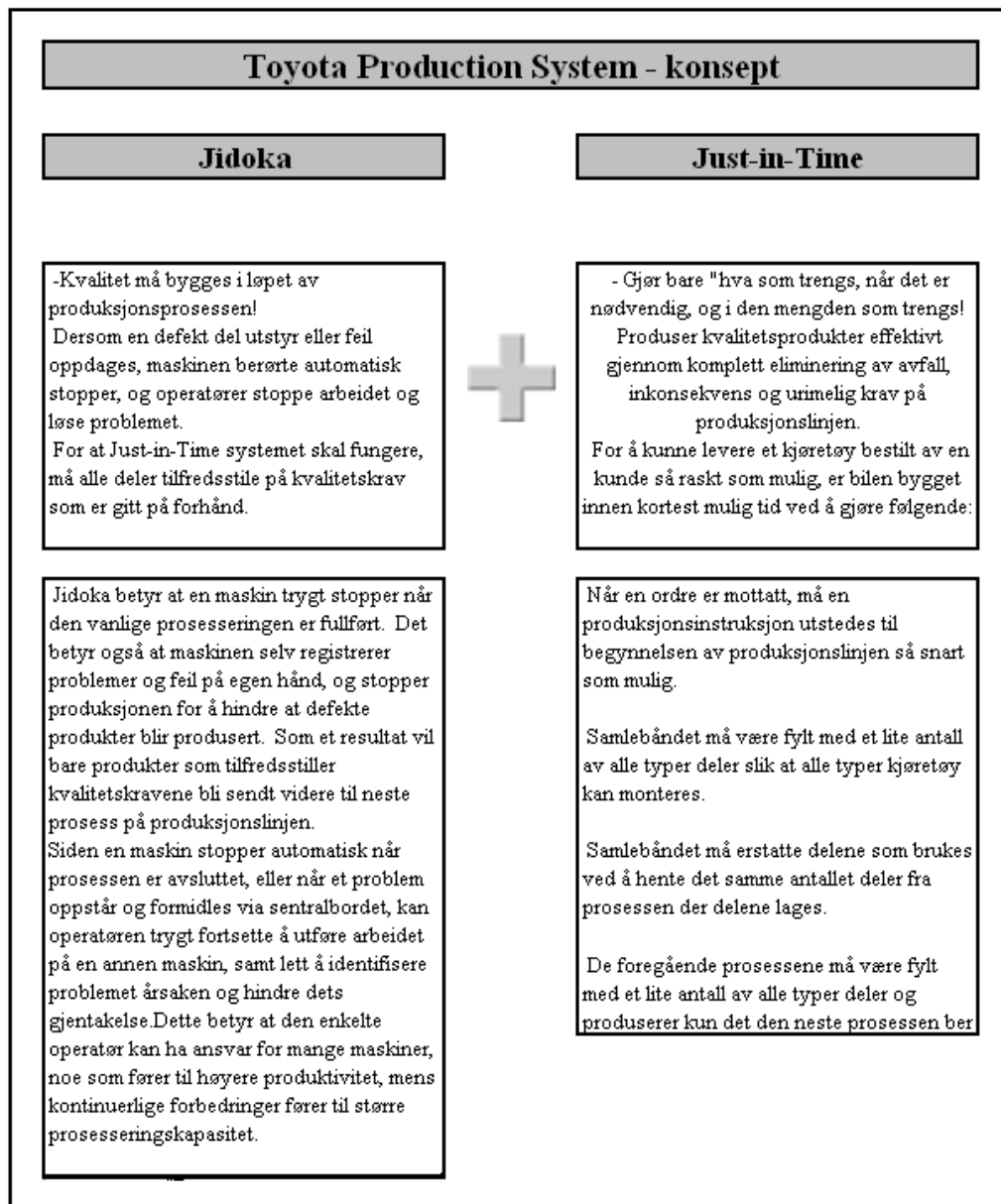
(Lean Enterprise, 2009, A brief history of lean)

3.2 Toyota Production System

Toyota Production System er det ledende produksjonssystemet innenfor industri i verden. Formålet med TPS er å hindre overproduksjon, oppnå flyt i produksjonen og hindre sløsing. Sentralt i dette systemet er filosofien: ”komplett eliminering av alt avfall”. I dette ligger at alt som ikke er verdiskapende skal lukes bort, dvs. at sløsing i produksjonsprosessen skal reduseres.

(Toyota (2009) Toyota Production System)

TPS er basert på to konsepter:



Figur 1. Prinsippene i Toyota Production System (Toyota (2009) Toyota Production System).

3.3 Prinsipper

Grunnlaget for Lean Production ligger i følgende prinsipper:

- 1. Verdi**
Verdien av varen/tjenesten skal spesifiseres fra kundens synspunkt.
- 2. Verdistrøm**
Identifiser alle ledd i en verdikjede og eliminer de leddene som ikke er verdiskapende.
- 3. Flyt**
Utføringen av jobben skal skje jevnt og kontinuerlig, da uten unødvendige avbrytelser.
- 4. Etterspørsel**
Etterspørsel internt i verdikjeden vil si at det internt bli oppmuntret til etterspørsel i intern verdikjede. Prosjektet skal bruke Pull-logistikk.
- 5. Perfeksjon**
Når de 4 foregående prinsipper er i virke skal man strebe mot en perfekt gjennomføring uten noen som helst form for sløsing.



Figur 2. Lean prinsippene (Lean Enterprise Institute, 2009, Principles of Lean).

4. Lean Construction

Lean Construction er en videreføring av Lean Production. Prinsippene til Lean Production fungerte godt i industrien, og målet med Lean Construction var å tilpasse og innføre den samme tankegangen i byggeindustrien.

Ambisjonen med dette er å forstå og forbedre den prosjektbaserte produksjonen i byggenæringen. Ved å eliminere aktiviteter uten verdiskapning fra produksjonen, vil man minimere kostnadene og maksimere verdiskapningen.

Fafo (2010)

4.1 Prinsipper

Grunnlaget for Lean Construction ligger i følgende prinsipper:

- Aktivitetene i prosjektet skal bygges på teorien : Transformation – Flow – Value
- Pull – logistikk
- Involverende lederstil.

Bertelsen (2005)

5. The Last Planner System

The Last Planner System er en planleggingsmetodikk som har et hovedmål; å skape flyt i produksjonen. Dette gjøres ved fremdriftsplaner på flere nivåer, skape sunne aktiviteter og å følge opp planpåliteligheten.

I 1993 ble The International Group for Lean Construction stiftet, og Glenn Ballard startet arbeidet med et produksjonssystem for byggenæringen.

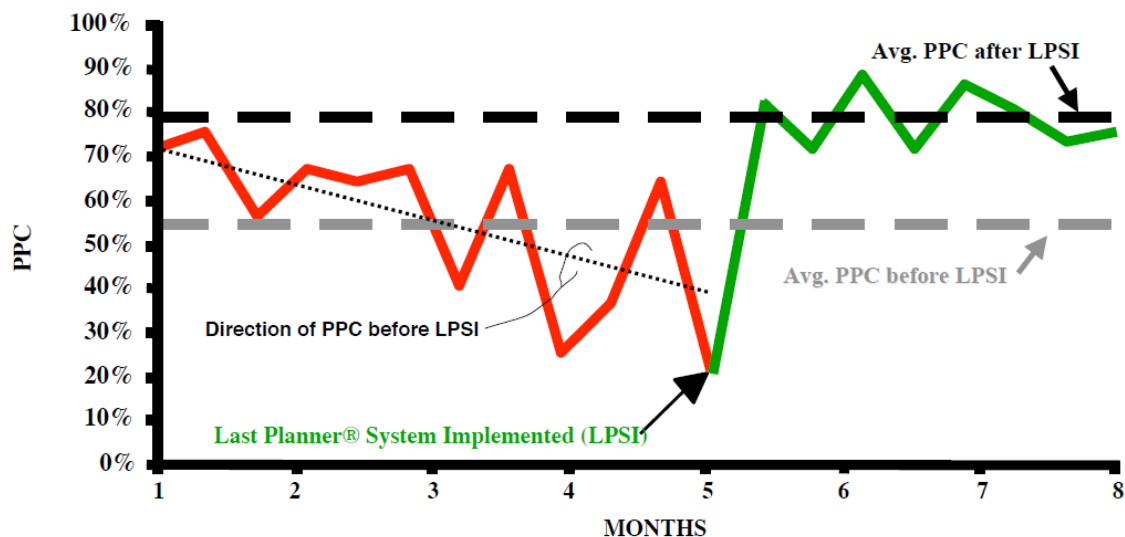
Dette resulterte i doktoravhandlingen: ”The Last Planner of Production Control” som ble fullført i 2000.

Målet med avhandlingen var å forbedre planpåliteligheten og å finne en planleggingsstruktur.

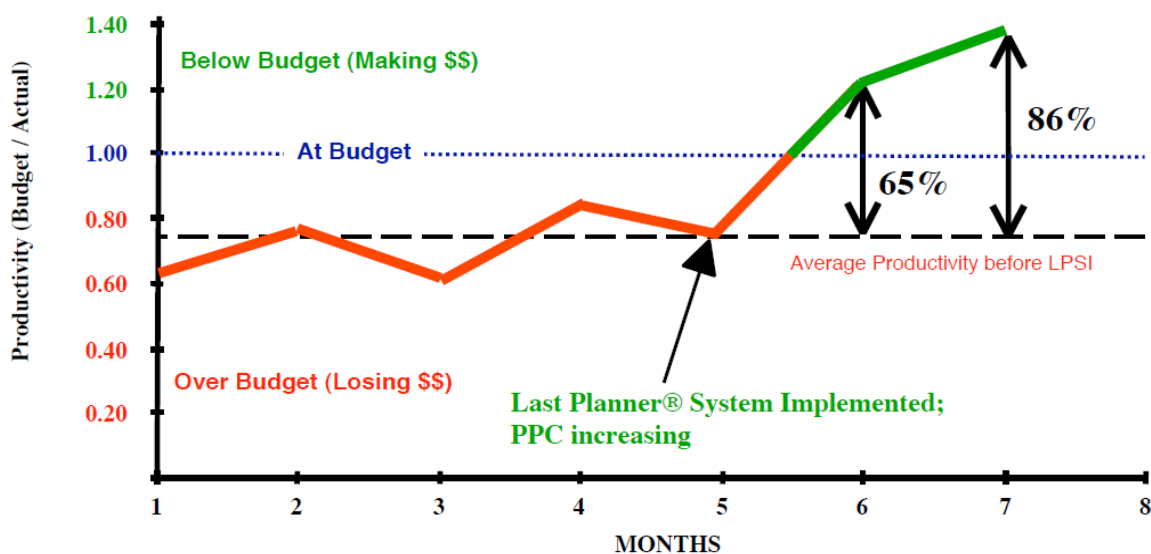
Avhandlingen konkluderer med at The Last Planner har en intensjon om å skape flyt i produksjonen ved å fjerne/reducere aktiviteter som ikke er verdiskapende og ha en planstruktur som gjør planpåliteligheten bedre.

Ballard (2000)

I 2006 la Glenn Ballard og Greg Howell en rapport om The Last Planner’s virkningsgrad, figur 3 og 4 er hentet fra denne rapporten. Figurene viser den positive effekten ved bruk av The Last Planner som metode.



Figur 3. Endring av PPU etter bruk av The Last Planner (Ballard, G & Howell, H (2006) Introduction to Lean Construction: Work Structuring and Production Control)

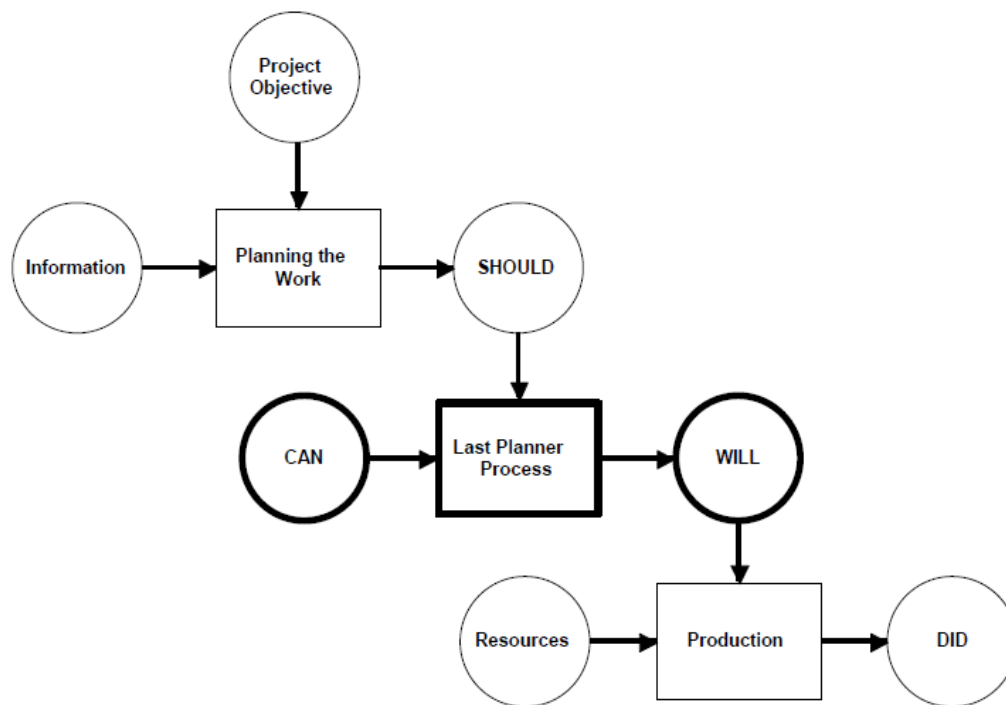


Figur 4. Endring av kostnader etter bruk av The Last Planner (Ballard, G & Howell, H (2006) Introduction to Lean Construction: Work Structuring and Production Control)

5.1 Bør – kan – vil - gjorde

I The Last Planner er planleggingen basert på det man *vil* gjøre i forhold til det man *bør* gjøre som er avhengig av det man *kan* gjøre.

Ballard (2000)



Figur 5. The Last Planner (Ballard, G. (2000) The Last Planner System of Production Control).

I Last Planner er hensikten å sikre pålitelige planer for den faktiske utførelsen, dvs. at en aktivitet ikke havner på detaljplanen dersom det ikke er klart til å gjennomføre den. Dvs. å hindre sløsing av ressurser ved å vente på en aktivitet som ikke kan fullføres. Det er derfor viktig å skille mellom det som bør gjøres og det som kan gjøres.

Ballard (2000)

5.2 Planhierarki

The Last Planner System har 4 planleggingsverktøy:

- Hovedfremdriftsplan: hva som skal gjøres
- Faseplan: hva som bør gjøres
- Periodeplan: hva som kan gjøres
- Ukeplan: hva som vil bli gjort

Dette systemet handler ikke hovedsakelig om planlegging og styring av prosjekter, men om å inngå avtaler mellom de ulike aktørene.

5.2.1 Hovedfremdriftsplan

Hovedfremdriftsplanen er en avtale mellom byggherre og utførende entreprenør om hvordan prosjektet skal gjennomføres for å tilfredsstillе byggherren, planen bygger på kontrakten mellom partene. Prosjektet fastlegger verdien ut fra betingelser som beskriver prosessene og hovedfremdriftsplanen inneholder prosesser som skal gjøres. I denne planen skal hovedprosesser og milepæler som er viktige for byggherre tidsfestes.

Bertelsen (2005)

Hensikten med en hovedfremdriftsplan er følgende punkter:

- Vise at arbeidet kan fullføres innenfor den gitte tidsrammen
- Identifisere milepæler som er viktige for byggherre eller utførende entreprenør
- Bestemme når viktige aktiviteter skal gjennomføres
- Utvikle en strategi for gjennomføringen av arbeidet

Ballard & Howell (2006)

5.2.2 Faseplan

En faseplan er en avtale mellom de utførende entreprenørene om hvordan de skal gjennomføre prosjektet på en best mulig måte innenfor tidsfristen. Denne planen beskriver hva som bør skje, og skal kun oppdateres ved vesentlige endringer i byggeprosessen.

Bertelsen (2005)

Faseplanen utvikles i begynnelsen av prosjektet, og man kan velge å ha en plan for hele prosjektet eller ha en plan for hver fase i prosjektet. Dette avhenger av størrelsen til prosjektet, og bør vurderes fra prosjekt til prosjekt.

Funksjonen til faseplanen er følgende punkter:

- Produsere en best mulig plan ved å involvere alle med relevant kompetanse og å planlegge kort tid før gjennomføring.
- Sikre forståelse og støtte for planen ved å utvikle den i et team
- Sikre at verdiskapende prosesser blir frigjort ved å planlegge fra prosjektets slutt til prosjektets start.

Ballard & Howell (2006)

5.2.3 Periodeplan

Periodeplanen er en rullerende avtale om hva som skal skaffes til prosjektet, dvs. en logistikkplan. Denne planen beskriver hvem som skal skaffe hva til hvilken tid, for eksempel personell, utstyr, planer osv.

Bertelsen (2005)

Funksjonen til periodeplanen er følgende punkter:

- Utvikle en detaljert plan som viser hvordan arbeidet skal gjennomføres

- Føre logg over aktiviteter som er klare til oppstart
- Bestemme rekkefølge og tidsperspektiv til aktivitetene
- Tilpasse arbeidets flyt med kapasitetene

Ballard & Howell (2006)

5.2.4 Ukeplan

En ukeplan har et tidsperspektiv på 1-3 uker, denne planen er en avtale om hvordan arbeidet vil skje. Planen skal sikre at de ulike aktørene kommer til på de ulike plassene i byggeområdet til riktig tid. Under utvikling av ukeplanen bør formenn og baser være delaktige, dette for å sikre at planen blir reel i forhold til forutsetninger som; personell, utstyr, materiell osv.

Bertelsen (2005)

5.3 PPU

Prosent Plan Utført er en metode for å følge opp planpåliteligheten:

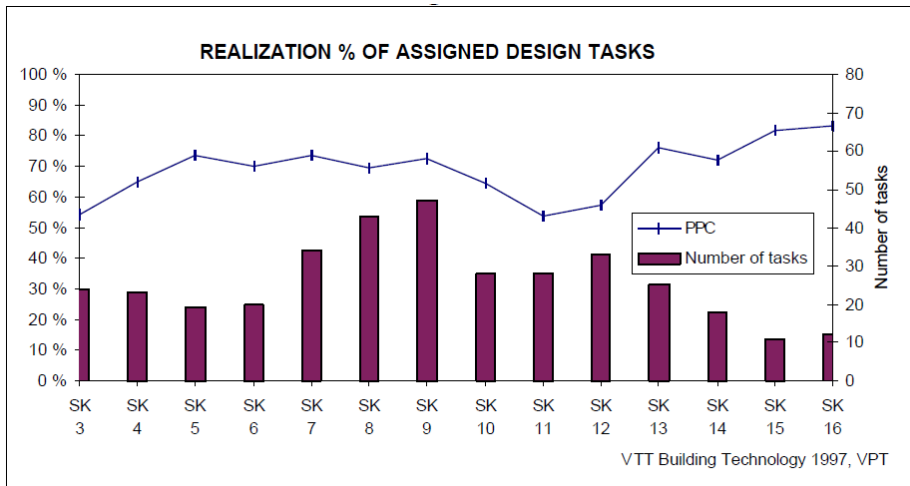
$$PPU = \frac{\text{antall ferdige aktiviteter}}{\text{antall planlagte aktiviteter}}$$

Etter hver uke skal planens pålitelighet måles, da bør både ukeplan og periodeplan måles. Det er ikke et mål å oppnå PPU på 100%, da PPU er et mål for planpålitelighet, ikke produktivitet. Tvert imot vil en PPU på 100% insinuere at det er for få aktiviteter i den planlagte perioden. PPU bør ligge mellom 80-90 %, da kan man si at det er en sammenheng mellom planlegging og effektivitet.

Når PPU er målt, er det viktig å finne årsaker til at den enkelte aktivitet ikke er fullført. Det er da viktig å ta lærdom av feilen, og redusere eller eliminere denne.

Bertelsen (2006)

Nedenfor viser figuren fremstillingen av PPU:



PPC (Koskela et al, 1997)

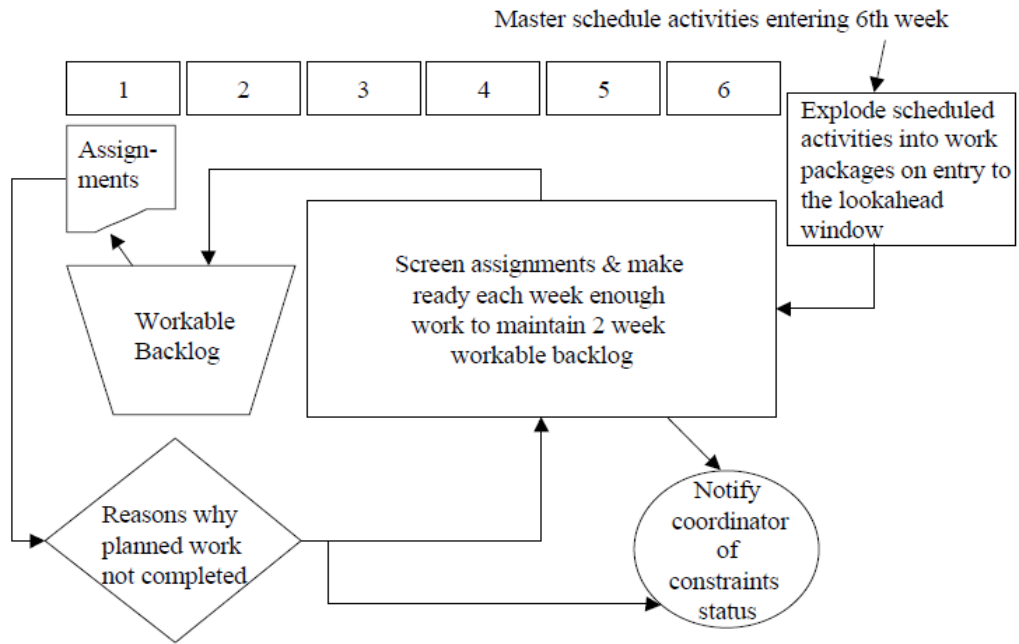
Figur 6. PPU (Ballard, G. (2000) The Last Planner System of Production Control).

5.4 Hindringsanalyse

I en hindringsanalyse følger man opp kommende aktiviteter og registrerer når de ulike forutsetningene ligger til grunn. Når alle forutsetningene er avklarte, betegnes aktiviteten som sunn. De 7 forutsetningene er:

- Foregående aktivitet er fullført
- Tegninger
- Utstyr
- Personell
- Materiell
- Plass
- Ytre forutsetninger

I figuren nedenfor vises prosessen for å flytte en aktivitet fra periodeplanen og inn i ukeplanen. Målet med dette er å kun flytte sunne bufferaktiviteter inn i ukeplanen.



Figur 7. Hindringsanalyse (Ballard, G. (2000) The Last Planner System of Production Control)

DEL 3 – EMPIRI

6. Beskrivelse av Skanska

7. Målinger gjennomført ved Strindheimtunnelen

6 Beskrivelse av Skanska

6.1 Skanska AB og Skanska Norge AS

Skanska er et verdensomspennende entreprenørkonsern med virksomheter i hele 9 land. Firmaet har sin ekspertise innen:

- Anlegg
- Bygg
- Utvikling av boliger og kommersielle lokaler
- Prosjekter i offentlig-privat samarbeid (OPS)

I 2007 hadde Skanska 56 000 ansatte fordelt på 9 land. Det samme året hadde firmaet en total omsetning på 139 milliarder SEK, hvorav 11 milliarder SEK i Norge.

Hovedkontoret ligger utenfor Stockholm og firmaet er listet på OMK Nordiska Börs. *(Skanska (2009) Kort om Skanska)*

6.2 Strindheimtunnelen

Prosjektet er en del av E6 Trondheim – Stjørdal, og har en kontraktssum på 730 millioner. Arbeidet startet i januar 2010, og overleveringen skal skje i desember 2013.

”Kontrakten innebærer bygging av Strindheimtunnelen på 2 x 2140 m og to rampetunneler i østenden på samlet 740 m. Arbeidene i dagsone øst består blant annet av nytt Strindheimkryss, med rundkjøringer i to plan og tilhørende ramper.”

(Skanska (2009) Skanska bygger Strindheimtunnelen)

På dette prosjektet har Skanska hovedentreprisen og har Johs.J. Syltern AS som underentreprenør. Johs.J. Syltern har massearbeider og VA-arbeider i dagsone, samt massekjøring fra tunneldrift.

I perioden januar-mai vil det foregå betongarbeider, selve tunneldriften er planlagt startet i slutten av mai.2010. Oppgaven min handler derfor om betongarbeidene og forberedelsene før tunneldrivingen.

6.3 Slik gjør vi det

Slik gjør vi det skal sørge for sikker og effektiv prosjektgjennomføring fra Idéfasen til Garantiperiode. I Slik gjør vi det er prosjektgjennomføringen delt i fokusområder, kalt prosesser, som danner rammer for kontinuerlig forbedringsarbeid. Prosessene gir grunnlag for organisering/arbeidsfordeling på større prosjekter.

For hvert enkelt prosjekt dannes et prosjektspesifikt styringssystem, en prosjektplan, med basis i Slik gjør vi det. Dette gjøres ved et webintervju som henter ut et utvalg av relevante dokumenter fra Slik gjør vi det. Intervjuet gjennomgås i oppstartsmøtet til prosjektet. Avhengig av type dokument, skal noen prosjektilpasses mens andre benyttes uforandret.

6.4 Kontinuerlig forbedring

Skanska har som mål å avdekke forbedringsområder ved:

- Interne revisjoner av prosjekt
- Revisjoner av UE og leverandører
- Systematisk avviksbehandling av kvalitetsavvik
- Kundeundersøkelser
- Vernerunder
- RUH
- Ledelses inspeksjon
- Granskninger
- ISO sertifisering

Ut fra disse faktorene definerer man fokusområdene for forbedring, og bruker kompetanseheving og oppdatering av Slik gjør vi det som en kontinuerlig forbedringsprosess.

Organiseringen av denne prosessen styres av ledelsen. I første ledd, hvor man definerer fokusområdene for forbedring, er det styringsgruppen på anlegget som gjennomfører. Videre opprettes arbeidsgrupper med medlemmer fra relevante prosesser som leder forbedringsarbeidet innenfor de definerte fokusområdene. Denne arbeidsgruppen sørger for at prosessene jobber mot samme mål i grensesnitt mot neste arbeidsgruppe. Prosesseierne godkjenner det faglige innholdet i dokumenter som er relatert til sin prosess før publisering i Slik gjør vi det.

6.5 Bruken av Lean på tidligere anleggsprosjekter

I avd. fjell og masse har noen av Lean prinsippene blitt prøvd ut ved to prosjekter; Kongsvinger Kraftverk og LS04 (jernbaneutbygging i Sandvika). Prøveperioden varte på begge anlegg i ca. 9 mnd. I etterkant er følgende punkter vurdert:

- **Overordnet produksjonsplan:** prosjektene har tilpasset den overordnede prosjektplanen til byggherrens ønsker, noe som ikke i alle tilfeller er hensiktsmessig for Skanska. Det er derfor viktig at prosjektet utvikler en produksjonsplan som prosjektet kan bruke på en god måte, og at rollefordelingen på prosjektet kommer godt frem.
- **Møtestruktur:** på prosjektene har de gjennomført lagsmøter, basmøter og driftsmøter. I tillegg har formenn rapportert stauts til driftsleder hver mandag. Prosjektene hadde en fast agenda på de forskjellige møtene, og dette systemet fungerte godt.
- **Utkvikksplan:** går ut på det samme som min hindringsanalyse, men Skanska har gjennomført den 6-3 uker før oppstart av aktiviteten. Prosjektene føler ikke at de har hatt utbytte av denne, da den ikke har blitt involvert i verken basmøter eller driftsmøter. Og Skanska har derfor bestemt å foreløpig legge den til side.
- **Ukeplan:** begge prosjektene brukte en plan som Skanska Finland har utviklet. Dette er en 3-ukersplan som tydeliggjør sammenhengen mellom mengder og

varigheter. Denne ukeplanen er blitt standardisert, slik at alle prosjekter kan bruke den samme.

- **Måling av planpålitelighet:** måling av PPU ble gjennomført ukentlig på begge prosjektene. I Kongsvinger lå den på 90 % og på LS04 lå den på 80-90 %. Prosjektene anså denne metoden som en god egenkontroll.

6.6 Bruken av Lean ved Strindheimtunnelen

Ved Strindheimtunnelen har ledelsen satt opp 13 ulike punkter, disse skal følges opp på forhånd, slik at de finnes et økonomisk grunnlag å jobbe ut i fra. Deretter skal det settes opp årsaksdiagram, under gjennomføringen av dette skal produksjonsleder og formenn involveres. Deretter skal det settes opp tiltak og en plan for hvilke som skal iverksettes når. Denne delen skal også fagarbeiderne involveres i. Under gjennomføringen av de enkelte tiltak skal fagarbeiderne kontinuerlig oppdateres, slik at de vet når målene evt. er nådd eller hvor langt man har kommet på vei.

Nedenfor er en nærmere beskrivelse av de 13 punktene:

- **Samarbeid mellom fag**

Samarbeid mellom fag, tallfestes ikke, men dersom dette fungerer godt vil det ha gevinst både økonomisk og fremdriftsmessig. Det er ingen som er satt som ansvarlige for dette punktet, det regnes som et felles ansvar. En måte å forbedre dette punktet på, kan være å gjennomføre bakoverplanlegginger på de områder hvor det er flere ulike aktører. I tillegg kreves god kommunikasjon mellom de ulike aktørene, både internt og eksternt.

- **Betongpumping**

Utgiftene pr. m³ skal senkes med 24 %, dette ved å redusere leieutgifter på betongpumper. Dette gjøres ved å redusere stopptiden på pumpa.

- **Ventetid på betongverk og bil**

Utgiftene pr. m³ skal senkes med 67 %, da ved å redusere tiden betongbilene venter på å få tømme bilen på anlegget. Dvs. å planlegge bedre før og under støp, slik at man slipper å få betongbiler som venter unødvendig.

- **Kapasitetsmålinger tunnel**

Timeverk ved gitt måte å arbeide på, det skal reduseres 10 % av timeverkene.

- **Optimalisering av tunneldrift**

Timeverk ved ikke gitt måte å arbeide på, det skal reduseres 10 % av timeverkene.

- **Kapasitetsforbedringer vann og frostsikring**

Timeverkene skal reduseres med 10 %.

- **Sprengstoff og tennere**

Utgiftene skal reduseres med 18 %.

- **Driftskostnader maskiner**

Utgiftene skal reduseres med 10 %.

- **Brakkerigg**

Utgiftene skal reduseres med 14 %, dette ved å leie ut rom til andre entreprenører på boligrigg, da anlegget må ha 2 44-manns rigger for å dekke sitt eget behov, men ikke klarer å fylle disse til en hver tid. Det er da viktig at personell som følger skiftordning 12-9, ikke får beholde faste rom.

- **Rigg og logistikk**

Utgiftene skal reduseres med 0,5 mill.

- **Innkjøp materiell og UE**

Utgiftene skal reduseres med 6 %.

- **Enklere løsninger**

Ved hjelp av enklere løsninger skal det bespares 2,5 mill NOK. Dvs. at Skanska kommer med andre løsninger på spesifikke arbeidsoppgaver. Dersom Statens Vegvesen godkjenner bruk av disse løsningene, deler entreprenør og byggherre gevinsten 50-50. Dvs. at Skanska må finne enklere løsninger som har en kostnadsbesparelse på 15 millioner.

- **Standardisering av planverktøy og møtestruktur**

Dette punktet tallfestes ikke, men dersom det fungerer bedre vil det spares tid og føre til en mer effektiv produksjon. Punktet inneholder i bunn og grunn å innføre The Last Planner, og å få dette til å bli en naturlig del av organisasjonen.

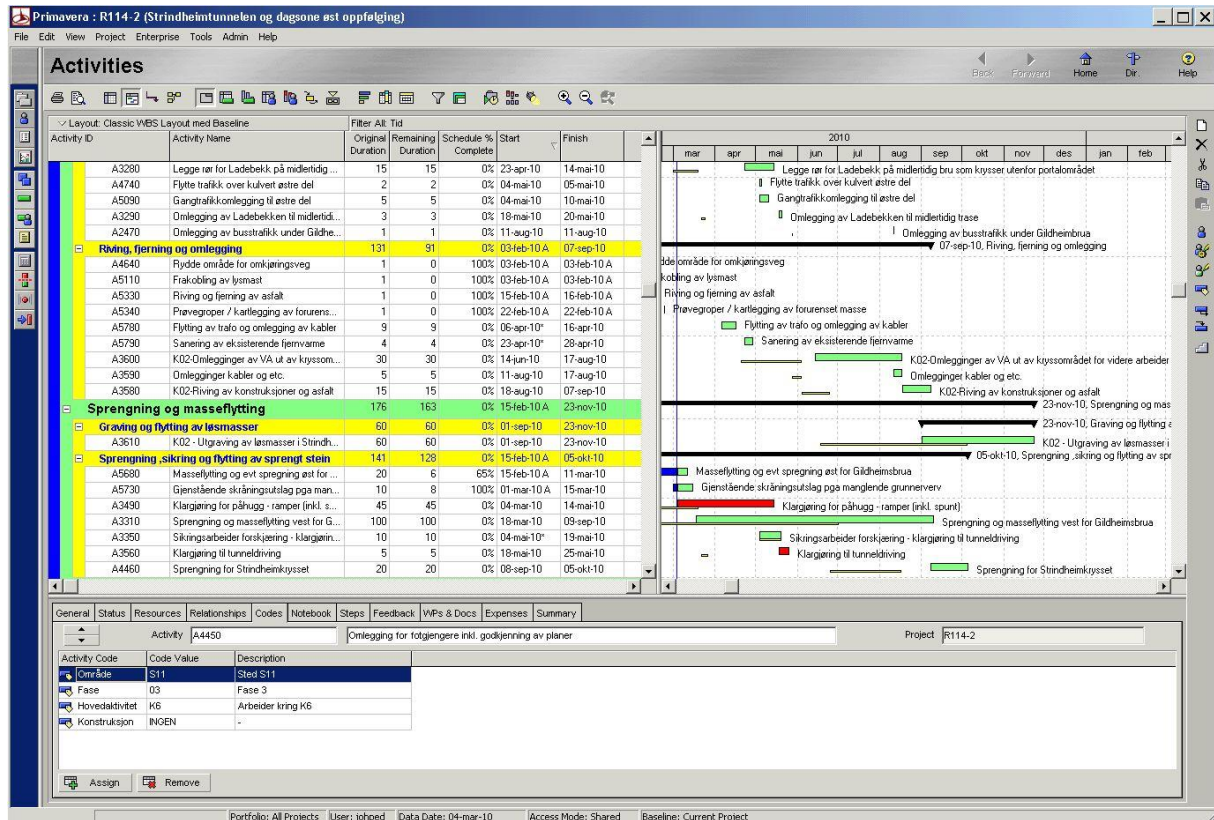
I denne oppgaven har jeg fulgt opp de 3 første punktene.

7 Målinger gjennomført på Strindheimtunnelen

7.1 Samarbeid mellom fag

7.1.1 Planlegging i prosjektet

På dette prosjektet har Skanska AS og Johs.J. Syltern AS en felles hovedplan som ligger til grunn for anbudet og kontrakten med Statens Vegvesen. Denne hovedplanen inneholder hele anleggsperioden i grove trekk, og oppdateres jevnlig av Skanska's planlegger. Planen lages i programmet Primavera.



Figur 8. Hovedfremdriftsplan (Skanska)

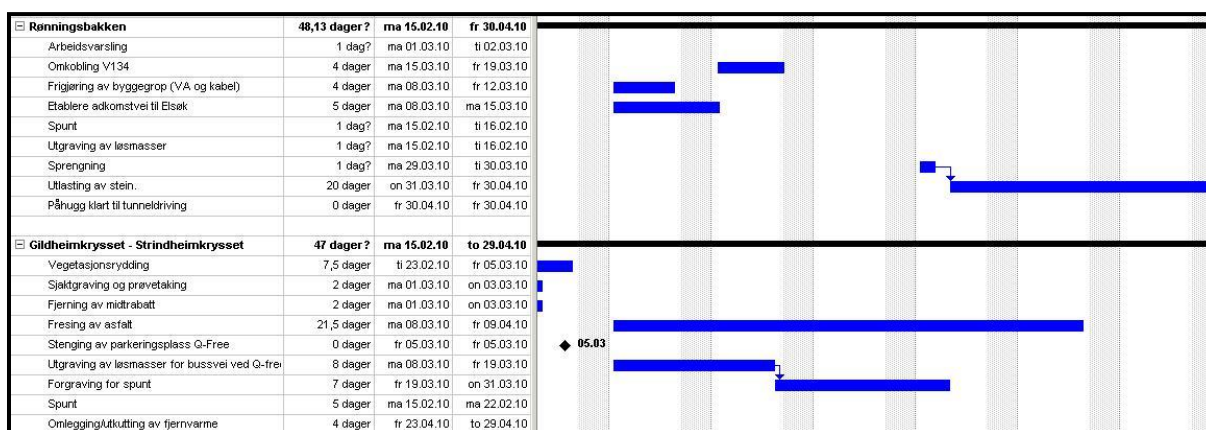
Når det kommer til detaljplanleggingen gjøres det av anleggsleder til J.Syltern og av produksjonssjef og formann til Skanska. Deretter gir de fremdriftsplanene til planleggeren, som så legger den i hovedfremdriftsplanen. Dette gjøres hver uke av Skanska, men noe sjeldnere av J.Syltern.

Betongarbeidene har en egen detaljert plan som fagarbeiderne bruker. Denne planen er laget av produksjonssjef og formenn, og blir lagt fram for basene på driftsmøtet hver tirsdag. Under driftsmøtet blir fremdriftsplanen gjennomgått og revidert etter møtedeltakernes ønsker.



Figur 9. Fremdriftsplan betong (Skanska)

J.Syltern lager sin egen fremdriftsplan i MS Project;



Figur 10. Fremdriftsplan massearbeider og VA (J.Syltern)

7.1.2. Brown Wall

Formål:

Gjennom planleggingsmøtet skal det utarbeides en fremdriftsplan som alle fag kan stå inne for. Muligheten for alle fag til å gi innspill bidrar til å gjøre planen mer pålitelig, og skaper et større eierskap hos alle de involverte partene.

Resultat:

Nedenfor vises et eksempel på hvordan en ferdig plan kan se ut:



Figur 11. Eksempel på bakoverplanlegging (Skanska)

Hver aktivitetstype utdeles Post-it-lapper i egen farge. En lapp er da en aktivitet. På lappen skal det stå varighet og en spesifisering av aktiviteten.

Aktivitetstypene kan for eksempel være delt inn i:

- Betong (SKA)
- VA (SG)
- Graving (JS)
- Klargjøring for betong (JS)

Det skal planlegges fra slutt mot start, og siste aktør før milepelen skal opp først. Når alle aktivitetene er på plass, redigeres planen slik at ingen "kollisjoner" oppstår.

I etterkant skal planen brukes og følges i detaljplanleggingen.

7.1.3 Brown Wall 1: K6

Bakoverplanleggingen av K6 ble gjennomført mandag 8 mars fra kl. 11.30-14-30.

K6 er en konstruksjon med både en kulvert og flere støttemurer, i tillegg er det VA- og massearbeid i området. Det er også flytting av en trafo og omlegging av tilhørende kabler.

Forberedelse:

Utførelsen av K6 vill strekke seg over flere måneder, og jeg satte derfor opp 6 milepæler som skulle hjelpe oss gjennom selve planleggingen:

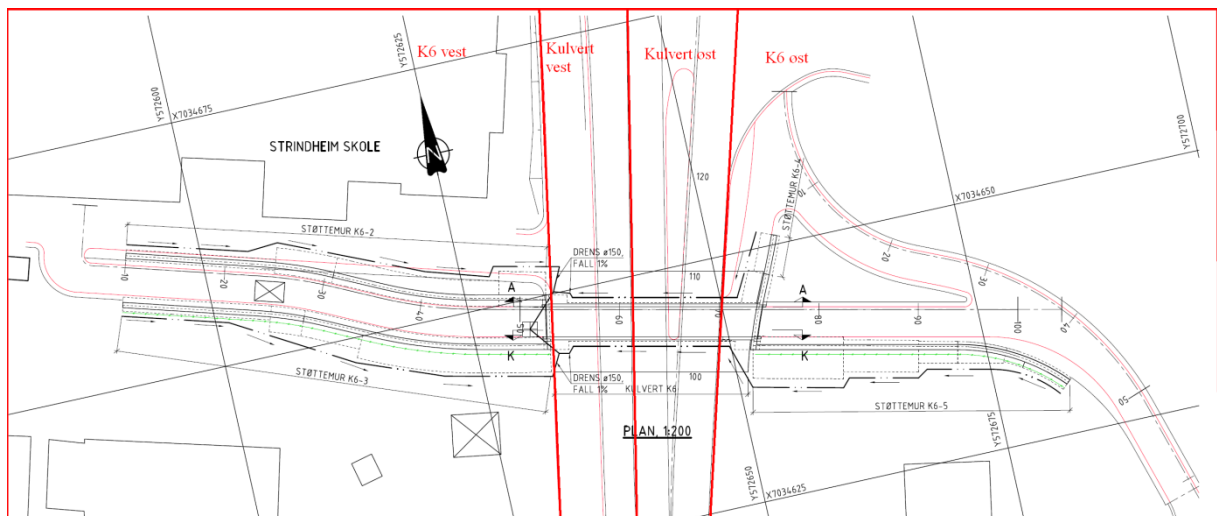
- Klart for tilbakefylling østre del
- Trafikk lagt over kulvert østre del
- Trafo flyttet og tilhørende kabler omlagt
- Fjernvarmeanlegg trykktestet og klart for gjenfylling
- Betongarbeider komplett
- Asfaltering over K6 komplett, samt spleiset med Interimsveien

Disse milepælene ble datofestet, og skulle brukes som kontroll på planen som ble lagd av møtedeltakerne.

I forhold til å dele inn området K6, kunne det gjøres på to måter:

- Deles inn i de enkelte konstruksjoner; K6-5, K6-4 osv.
- Deles inn i soner på tegning.

Grunnen til at jeg valgte siste alternativ er at det i dette området skal gjennomføres en del massearbeid og VA-arbeid, og for å få med disse arbeidene måtte det deles inn i soner.



Figur 12. Soneinndeling K6 (Egenprodusert)

Gjennomføring:

Dette var første gangen på prosjektet at bakoverplanlegging ble gjennomført, og derfor begynte vi møtet med at jeg forklarte hensikt og gjøremåte for alle deltakere.

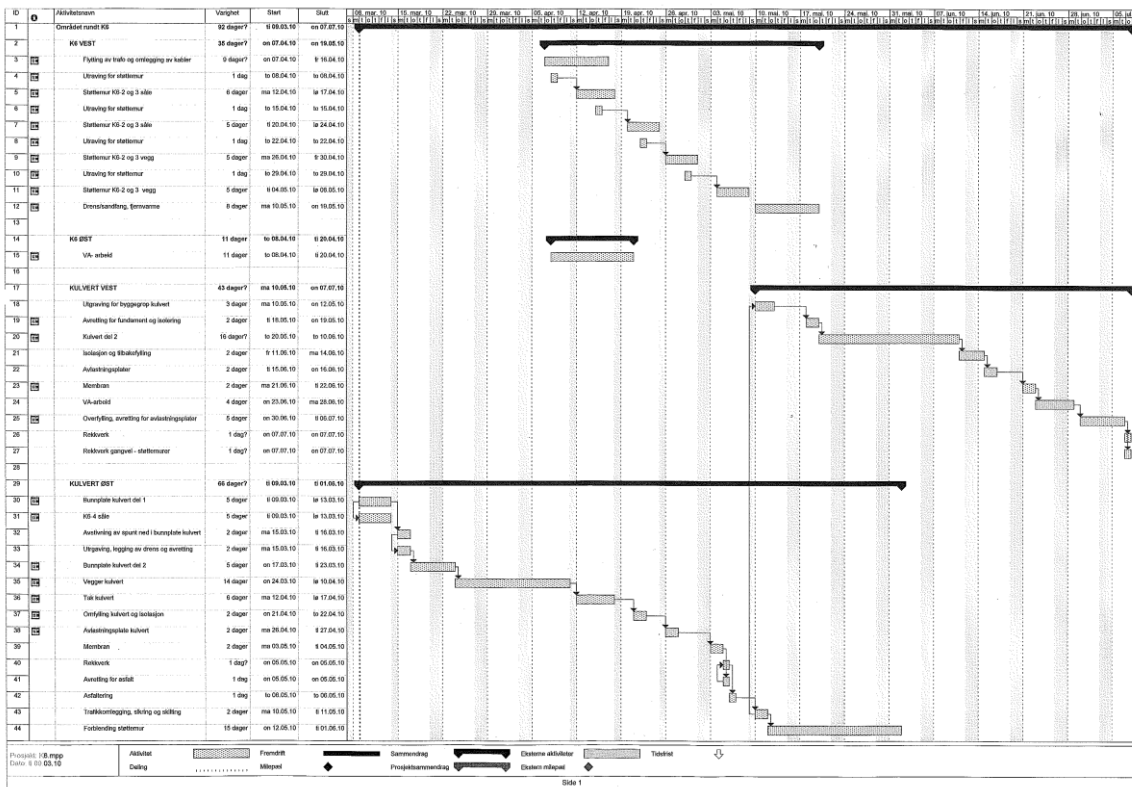
Deretter ble milepælene og sonekartet delt ut og forklart for deltakerne, det påpekes at eksakte datoer for milepælene ikke ble gitt, men det ble lagt fram en uke på da dette skal være ferdig. Aktørene satte på lappene i aktivitetenes rekkefølge, og ved første gjennomføring ”manglet” vi 2 uker for å komme i mål til riktig tid. Dette løste seg ved å planlegge aktiviteter parallelt og å korte ned noe på enkelte aktiviteter.

I forhold til milepælene ble ikke dette fulgt opp av møteleder, dette medførte at det var et avvik mellom milepælene og planen som ble lagt i fellesskap.

Ved møtets slutt var alle aktører enige om planen og var fornøyd med utbytte av møtet.

Etterarbeid:

I etterkant satte jeg sammen fremdriftsplanen i MS Project som vist i figuren nedenfor (Skanska's planlegger lagde denne i Primavera og distribuerte denne til prosjektets funksjonærer).



Figur 13. Fremdriftsplan K6 (Egenprodusert)

Etter samtaler med møtedeltakere kom jeg fram til følgende forbedringspotensial:

- Hvert fag setter opp en liste over aktiviteter i forkant av møtet : dette gir bedre flyt og oversikt
- Møtene må være bedre strukturert: slik at kun det området/konstruksjonen som er case blir diskutert, dette kan det spares den del tid på

- Møteleder må ha bedre kontroll på milepælene: dersom det skal legges arbeid i å finne milepæler med eksakte datoer, må møteleder følge opp dette og passe på at de forskjellige milepælene blir holdt.

De ulike aktørene er positive til å bruke denne metoden på områder/konstruksjoner som har et bredt spekter av aktiviteter. Men det er også viktig at metoden ikke brukes for hyppig.

I tillegg bør planpåliteligheten følges opp, for å se om denne type planlegging kan gjøre positive utslag for produksjonen. Og om man da skal innføre denne type planlegging på prosjektet.

7.1.4. Brown wall 2: Forskjæring til rampetunnel

Denne bakoverplanleggingen ble gjennomført tirsdag 27. april 2010. Denne fasen består av spunt, sprengning, utlasting og sikring. Aktiviteten og området er tidskritisk for prosjektet.

Forberedelse

De ulike aktivitetene ble delt inn i :

- Spunt
- Staging
- Sprengning og utlasting
- Sikring av skjæring

Milepælen var: overlevering av området fra J. S. , som vil si at all sprengning og utlasting er fullført, og at det kun mangler sikring av forskjæring for å kunne begynne med rampetunnelen.

Datoen for denne milepælen ble satt til: 28.mai.2010.

Dvs. at vi hadde 5 uker vi skulle planlegge under bakoverplanleggingen.

Gjennomføring

På forhånd var alle møtedeltakere informert om de ulike aktivitetene og hadde satt seg inn i aktivitetenes mengder og varigheter. Det var på forhånd også informert om hvilken dato som var satt til overlevering fra J.S. til Skanska. Under møtet ble spesielt tidsbruk på salveboring tatt opp, men deltakerne greide å komme frem til en plan som alle kunne stå inne for og som holdt fristen som ble satt.

Etterarbeid

I etterkant satte jeg opp en enkel fremdriftsplan som vist nedenfor.

Betongpumping Strindheimtunnelen

Business case / utfordring

Skanska behøver redusere kostnader for å effektivisere produksjonen. Betongpumping er en avgjørende del av dette.
Mars 2010 nivå nøkkeltall 125 kr/m³, kostnad 2 125' kr
Skal reduseres med 30 kr/m³

Ønsket situasjon, hvordan vil vi ha det?

Null ventetid på betongpumpe, gjelder begge parter.

Hører under ønsket situasjon eller tiltak?
Vi har en tydelig prosedyre for bestilling
Vi oppdaterer planene hver uke

A3

Nåstatus, årsaker til hvordan vi har det

Mann: 2 formenn, 3 skift a 8-10 pers, 2-3 pumpejåførere

Maskin: 3 pumpebiler fra betongleverandøren, vurderer eksterne pumpebiler

Metode: Word-dokument for bestilling sendes pr mail, arkiveres på E-room, telefonsamtaler i tillegg for avklaring av leverandørens kapasitet, neste ukes behov (ukerapport) må sendes før torsdag kl 12

Materialer: Betong

Kunde-leverandør:

Oppdatert hovedframdriftsplan (Peder) - Bas-møter (Frank) - 3-ukersplan (Sindre) – ukerapport (formann) – betongleverandør (1 pers) og pumpebiler (1 pers)

Figur 15. A3 betongpumping (Skanska)

7.6 Ventetid på betongverk og bil

Ventetiden på betongverk og bil skal ved Strindheimtunnelen reduseres med 67 %, dvs. fra antatt 30 kr pr. m³ til 10 kr pr. m³. For å kunne begynne forbedringsarbeidet måtte jeg først finne ut status for prosjektet. Dvs. at jeg fulgte opp alle støpene på anlegget fra start og t.o.m. 23.april. For hver enkelt støp fylte jeg ut følgende skjema:

Ventetid betongblander/-bil, Strindheimtunnelen

Business case / utfordring

Skanska behøver å redusere kostnader for å effektivisere produksjonen. Ventetid er en avgjørende del av dette. Kalkylekost 30 kr/m³, skal reduseres med minimum 20 kr/m³. Kostnaden vil tilsvarende reduseres fra 390' kr til 130' kr.

Ønsket situasjon, hvordan vil vi ha det?

Blandeverk og betongbiler skal forårsake null ventetid for Skanska og for leverandør.

Vi har en tydelig prosedyre for bestilling
Vi oppdaterer planene hver uke

A3

Nåstatus, årsaker til hvordan vi har det

Mann: 2 formenn, 3 skift a 8-10 pers, x sjåfører

Maskin: x betongbiler fra betongleverandøren

Metode: Word-dokument for bestilling sendes pr mail, arkiveres på E-room, telefonsamtaler i tillegg for avklaring av leverandørens kapasitet, neste ukes behov (ukerapport) må sendes før torsdag kl 12

Materialer: Betong

Kunde-leverandør:

Oppdatert hovedframdriftsplan (Peder) - Bas-møter (Frank) - 3-ukersplan (Sindre) – ukesrapport (formann) – betongleverandør (1 pers) og pumpebiler (1 pers)

Figur 18. A3 ventetid betongverk og betongbil (Skanska)

7.7 Hindringsanalyse

I denne oppgaven har jeg gjennomført hindringsanalyse på prosjektet i 10 uker. Jeg har da sett på hindringene første gang 2 uker før, for så å følge de opp fram til planlagt oppstart. Grunnen til at hindringsanalysen ikke er gjennomført tidligere i prosessen, dvs. å starte 4-6 uker før aktiviteten starter. Er at detaljplanleggingen til betongarbeidene ikke har et større perspektiv enn uken man er inne i og to uker fram i tid. Dvs. at de i uke 13 har detaljplanleggingen klar for uke 13, 14 og 15.

Nedenfor vises et utdrag fra skjema som er brukt under hindringsanalysen.

Strindheimstunnelen								Uke 7					Uke 8					Uke 9								
Aktivitet	Ansvarlig	HMS	Foregående aktivitet	Material	Utstyr	Tegninger	Plass	Ytre forutsetninger	Mandag	Tirsdag	Onsdag	Torsdag	Fredag	Lørdag	Mandag	Tirsdag	Onsdag	Torsdag	Fredag	Lørdag	Mandag	Tirsdag	Onsdag	Torsdag	Fredag	Lørdag
K3																										
Såle landkar nord K3																										
Riving og fjerning av asfalt	Syltern	X	X	X	X	X	X	X																		
Prøveproper/kartlegging av forurenset masse	Syltern	X	X	X	X	X	X	X																		
Utgraving av løsmasser	Syltern	X		X	X	X	X	X																		
Avretting fundament	Syltern	X		X	X	X	X	X																		
Omlegging av bussvei	Syltern	X	X	X	X	X	X	X																		
Fjerning av rundkjøring bussvei	Syltern	X	X	X	X	X	X	X																		
Forskaling	Skanska	X		X	X	X	X	X																		
Armering	Skanska	X		X	X	X	X	X																		
Støp	Skanska	X		X	X	X	X	X																		
Riving/rydding	Skanska	X		X	X	X	X	X																		
Landkar nord K3																										
Byggesystem	Skanska	X		X	X	X	X	X																		
Oppsett	Skanska	X		X	X	X	X	X																		
Armering	Skanska	X		X	X	X	X	X																		
K6																										
Montere arbeidsvarsling	Syltern	X	X	X	X	X	X	X																		
Montere plankegerde	Syltern	X	X	X	X	X	X	X																		

Figur 19. Skjema hindringsanalyse (Skanska)

Resultatet av hindringsanalysen er at det er plass og foregående aktivitet som er manglende frem til oppstart, noe som faller naturlig. Ved noen få tilfeller har det i hindringsanalysen blitt registrert mangler på utstyr og materiell. Det påpekes at hindringsanalysen og rotårsakene ikke samsvarer. Både hindringsanalysen og rotårsakene er hentet fra de samme ressursene, dvs. at planleggingen ikke bestandig er god nok.

7.8 PPU

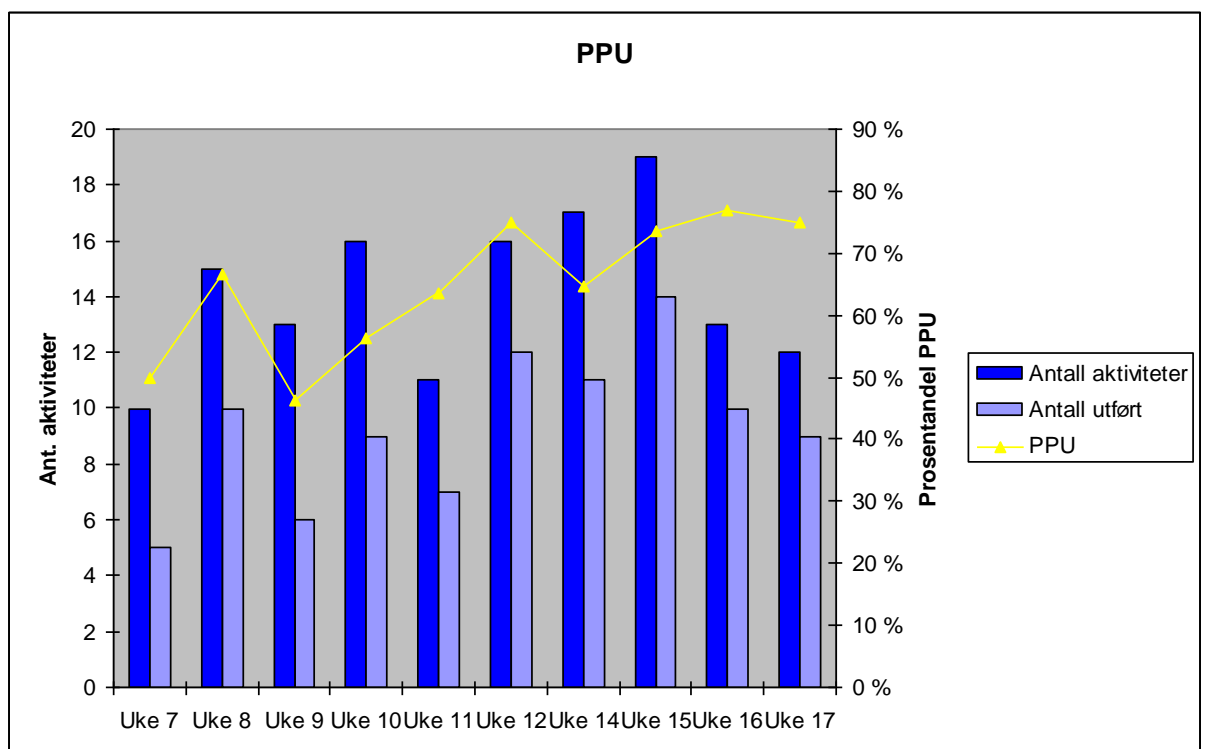
På dette prosjektet har jeg utført målinger av PPU på alle aktivitetene på prosjektet, da uavhengig hvilken aktør som har utført aktiviteten. I denne fremstillingen vil ikke de ulike aktørene bli sammenlignet med hverandre, men hele prosjektet vil bli vurdert i sin helhet.

Under oppfølgingen av planpåliteligheten, har jeg brukt den enkeltes aktørs fremdriftsplan. Dvs. på betong siden har jeg brukt 3 ukers-planen, og på massearbeidene har jeg brukt fremdriftsplanen til J.Syltern. Deretter har jeg ført aktivitetene og resultatene inn i et eget egenprodusert skjema som vist i figuren nedenfor.

Periode: uke 7.2010.															
Aktivitet	Ansvarlig	Utført	Ikke utført	HMS	Foregående aktivitet	Tid	Byggherre	Material	Forurensete masser	Utstyr	Bemanning	Tegninger	Plass	Ytre forussetninger	Kommentar
K03															
Riving og fjerning av asfalt	Syltern	X													
Prøveproser/karlegging av forurenset masse	Syltern		X			1									Tar på tipp
Omlegging av bussvei	Syltern	X													
Fjerning av rundkjøring bussvei	Syltern	X													
K06															
Montere arbeidsvarsling	Syltern		X							1					Mangler utstyr, gikk med mer sikring på omlegging enn anntatt
Montere plankegjerd	Syltern		X				1								Byggherre har ikke grunnerevene klare
Såle støttemur K 6-5 etappe 1	Syltern		X			1									Ikke nok tid
Såle støttemur K 6-5 etappe 2	Syltern		X				1								Byggherre har ikke levert godt nok arbeidsgrunnlag
Massearbeider															
Riving og fjerning av asfalt	Syltern	X													
Utgraving 2890-3000 (VA trasé 3)	Syltern	X													
Sum:		5	5	0	0	2	2	0	0	1	0	0	0	0	
Ant. aktiviteter:		10													

Figur 20. Skjema registrering av PPU (Egenprodusert)

PPU ble målt ukentlig over 10 uker, og har ført til følgende resultat:



Figur 21. PPU ved Strindheimtunnelen (Egenprodusert)

I løpet av denne perioden var det planlagt 142 aktiviteter, hvor 93 aktiviteter ble ferdige i henhold til fremdriftsplan. Anlegget hadde i løpet av denne 10 ukers perioden en PPU på 65 %.

Jeg har også fulgt opp fremdriftsplanen til K6 spesielt som vist på figuren nedenfor.

- **Foregående aktivitet:** aktiviteten kan ikke starte til riktig tid pga. forsinkelser i foregående aktivitet.
- **Ytre forhold:** værforhold osv.
- **Tid:** aktiviteten er ikke mulig å gjennomføre på den planlagte tiden.
- **Byggherre:** manglende tilrettelegging som stopper eller forsinker produksjonen.

Disse forutsetningene kan deles opp i ulike grupper:

Potensielt kontrollerbare faktorer:

- Foregående aktivitet
- Tegninger
- Plass
- Utstyr
- Materialer

Feil i tidsplanlegging:

- Tid

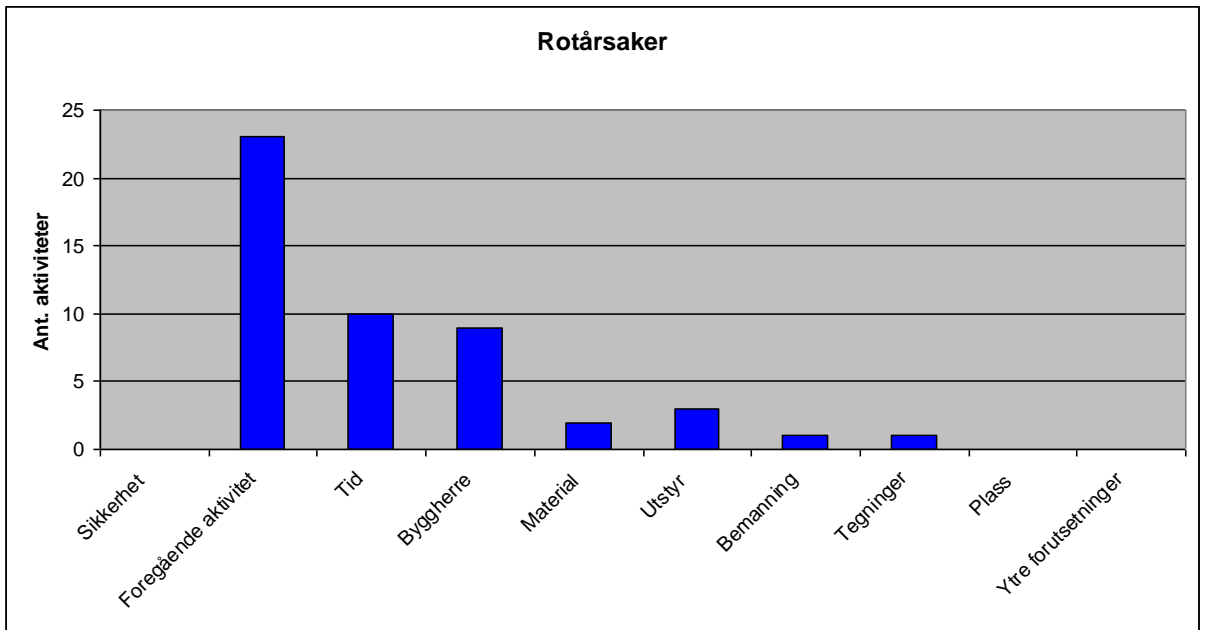
Lite beregnelige faktorer:

- Bemanning
- Ytre forhold

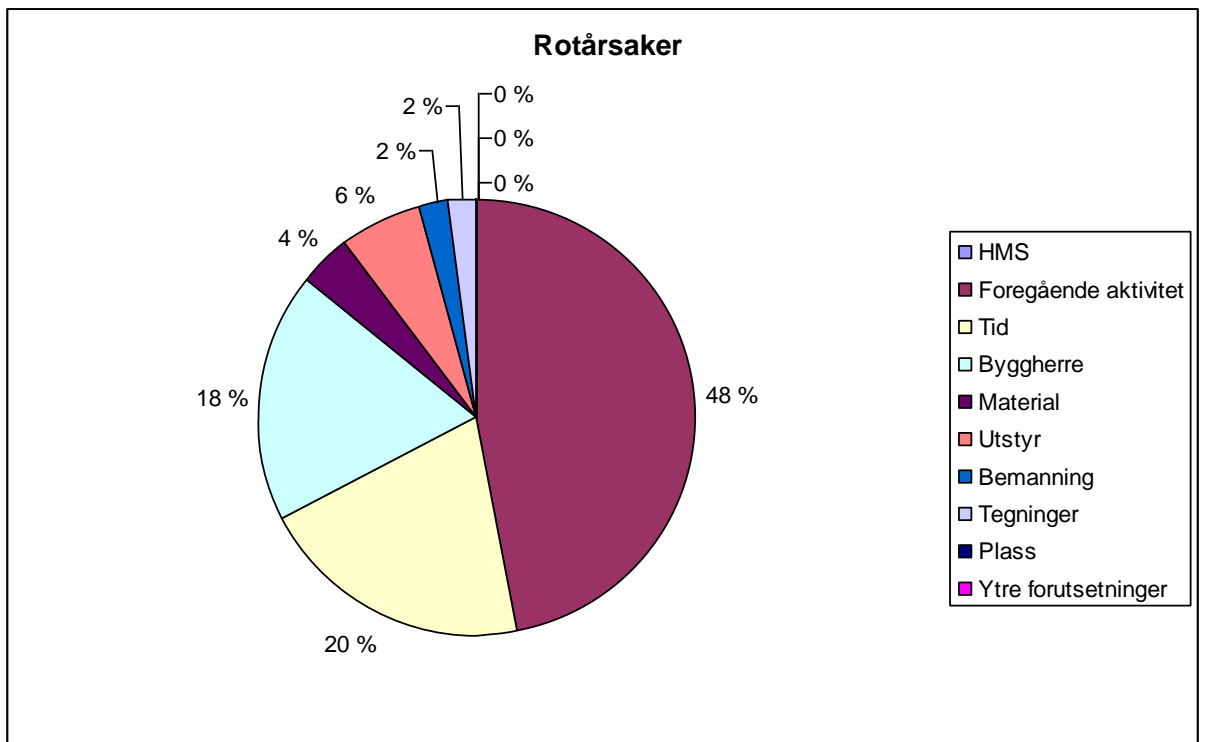
Andre faktorer:

- Andre

På dette prosjektet fordeler rotårsakene seg slik:



Figur 23. Rotårsaker fremstilt i antall (Egenprodusert)



Figur 24. Rotårsaker i % (Egenprodusert)

7.10 Diverse faktorer

Dette prosjektet var helt i startfasen da jeg utførte oppgaven min, og prosjektet hadde en del startvansker. Tidligere arbeider som lå til grunn for Skanska's arbeid var ikke fullført og en del avklaringer i forhold til både tekniske løsninger og grunnerverv var ikke klart fra byggherren (Statens Vegvesen) sin side.

Dette har ført til en del ekstra arbeid for funksjonærer ved anlegget og redusert fremdrift, noe som har ført til at arbeidet med oppgaven har blitt veldig selvstendig, og at noen av punktene jeg hadde planlagt ikke lot seg gjennomføre i den grad jeg hadde ønsket det.

DEL 4 – ANALYSER OG RESULTATER

8. Vurdering av målingene

9. Forbedringsområder

10. Konklusjon

11. Videre arbeid

12. Referanser

13. Vedlegg

8 Vurdering av målingene

Målingen som er gjennomført er vanskelig å vurdere, fordi prosjektet har hatt store vansker i oppstartsfasen.

I forhold til Brown Wall har dette hatt en god effekt på å sette fokus på planlegging, og selv om PPU er dårligere på K6 en generelt på prosjektet mener jeg at dette har lyktes. Som man kan se i den vedlagte fremdriftsplanen er det planlagt en samtidighet mellom VA arbeid på K6 øst og støttemurer og trafo flytting på K6 vest. Dette ble partene enige under selv bakoverplanleggingen, da disse aktivitetene skulle starte i uke 14, ble det gjort en befarings med det resultat at samtidigheten ikke var mulig å gjennomføre. Det at partene ikke gjennomførte denne befarings på et tidligere tidspunkt er beklagelig, da en alternativ løsning ikke ble funnet. Dvs. 2,5 uke forsinkelse på hele området, og at det ikke er mulig å bli ferdig med K6 til uke 27 som planlagt.

PPU på dette prosjektet var ikke god, den ligger på 65 %, men burde være oppe mellom 80-90 %. Grunnen til dette er oppstartsvanskene som prosjektet har hatt og følgene av dette.

Generelt viser hindringsanalysen og rotårsakene to forskjellige ting, dette vitner om at planleggingen på forhånd ikke er så god som man skulle tro. Og det kan vinkles dit hen at man helt klart burde hatt et system skriftlig for å hente opp ting som ikke er klart når en aktivitet skal starte.

I forhold til forbedringene på betongpumping og ventetid på betongverk og biler er det kun foretatt en kartlegging over hva som er problemet. Prosjektet har bestemt å begynne å jobbe med tiltakene i september. Men ut fra egne erfaringer når jeg har vært til stede under støpene så handler dette om planlegging, det er hovedgrunnen til de høye kostnadene på disse punktene.

9 Forbedringsområder

- **Funksjonærers kunnskap om Lean Construction**
Med tankesettet til Lean Construction så kommer alle funksjonærer til å jobbe med denne tankegangen, og da må funksjonærene få en mye bedre opplæring enn det de har pr.dags dato.
- **Eierskap i organisasjonen**
For å kunne implementere Lean Construction og The Last Planner må det utvikles et eierskap nedover i organisasjonen. Pr. dags dato er det lite eller ingen kunnskap om dette nedover i organisasjonen om hva som foregår. For at organisasjonen skal kunne
- **Hindringsanalyse**
Hindringsanalysen bør legges inn i driftsmøtet, slik at det blir en naturlig del av planleggingen. Denne må dokumenteres skriftlig og fungere som en huskeliste.
- **Brown Wall og PPU**
Planlegger bør gjennomføre Brown Wall med jevne mellomrom og følge disse opp i forhold til PPU, fordi jeg mener dette har en positiv effekt på fremdriften.
- **PPU og rotårsaker**
PPU og rotårsaker bør følges opp av formenn ukentlig, da man enklere kan utelukke feil som gjentar seg.

10 Konklusjon

Å implementere Lean Construction og The Last Planner på en god måte på et anleggsprosjekt er gjennomførbart. Dette ved hjelp av PPU, hindringsanalyse, forbedringsarbeid og en god planstruktur. Måten jeg har fulgt opp prosjektet på er videreførbare både på Strindheimtunnelen og andre anleggsprosjekter.

11 Videre arbeid

En viktig del av det videre arbeidet med Lean Construction ved Strindheimtunnelen er å få eierskap til metoden nedover i organisasjonen. I tillegg må det komme en god struktur på

hvordan arbeidet skal gjøres. Dersom dette gjøres i fremtiden, har jeg stor tro på at Lean Construction kan impleteres i organisasjonen på en god måte.

Referanser

Ballard, G. (2000) The Last Planner System of Production Control

Ballard, G & Howell, H (2006) Introduction to Lean Construction: Work Structuring and Production Control

Bertelsen, S. (2006) PPU på 100%

Bertelsen, S. (2005) UPPs – et gensyn med Last Planner

Hobbs, D. (2004) LEAN Manufacturing Implementation

Fafo (2010) Hva er Lean Construction

<http://develop.fafo.no/lean/lean/article/819.html>

Nedlastet : 8.02.2010

Lean Enterprise Institute (2009) A brief history of Lean

<http://www.lean.org/WhatsLean/History.cfm>

Nedlastet : 8.02.2010

Lean Enterprise Institute (2009) A brief history of Lean

<http://www.lean.org/WhatsLean/History.cfm>

Nedlastet : 8.02.2010

Rother, M. & Shook, J. (2003) Learning to See, value-stream mapping to create value and eliminate muda.

Skanska (2009) Kort om Skanska

<http://www.skanska.no/no/Om-Skanska/Kort-om-Skanska/>

Nedlastet : 09.02.2010

Skanska (2009) Skanska bygger Strindheimtunnelen

<http://www.skanska.no/no/Presse/Vis-presse/?newsid=2277&language=nb-no>

Nedlastet : 10.02.2010

Toyota (2009) The origin of the TPS

http://www2.toyota.co.jp/en/vision/production_system/origin.html

Nedlastet : 09.02.2010

Toyota (2009) Toyota Production System

http://www2.toyota.co.jp/en/vision/production_system/index.html

Nedlastet : 09.02.2010

Yamashina, H. , Grøndahl, P. & Arnström, A. (1982) Japansk tillverkningsfilosofi och Kanban-systemet

Logg

Fredag 22. Januar 2010

Møte med prosjektsjef Roar Sve i Tr.heim. Under møtet ble oppgaven avgrenset etter ønske fra begge parter.

Uke 4: 25-29 januar

Besøk på Sveberg, et byggeprosjekt til Skanska som bruker Lean Construction. Fikk en innføring i hvordan de bruker Lean Construction. Begge de jeg var i møte med har skrevet masteroppgave om Lean ved NTNU, og kom derfor med mange gode tips om hva jeg burde ha med og ikke.

Laget mal for statusrapporter.

Web siden ble påbegynt.

Innhenting av teori.

Inngikk konsulentavtale med Skanska, fikk utlevert PC og bruker.

Uke 5: 1-5 februar

Leverte prosjektplan mandag 1.februar kl. 11.00 til Leif Erik Storm, revidert utgave sendt 15.30. Prosjektplan ble godkjent onsdag 3.2.2010. Det ble gjort endringer på problemstilling og mål, for å avgrense oppgaven i henhold til spesifiseringen.

Veiledningstime med Leif Erik fra 13.30 til 14.15. Omhandlet forprosjekt og utarbeidelse av rapporten.

Web-side publisert onsdag 3.februar.

Statusrapport skrevet og sendt til Leif Erik onsdag 3. februar.

Påbegynt maler for oppfølging av PPU, rotårsaker og hindringsanalyse.

Uke 6: 8-12 februar

Maler for oppfølging av PPU, rotårsaker og hindringsanalyse er ferdig.

Onsdag 10 februar: møte med Kai Morten og Wenche, deretter møte med både Skanska, SG og Syltern. Case: hva må gå bra på Gildheimbrua?

Uke 7: 15-19 februar

Var på Strindheim mandag og tirsdag, hadde befaringer gjennom VAR-teknikk onsdag og fredag på henholdsvis Hamar og Lillehammer.

Startet hindringsanalysen til Skanska, arbeidet til UE er det ikke startet med.

Planleggingsmøte mandag kl 12, Syltern, Skanska og SG. Oppfølgingsmøte tirsdag kl 14.30.

Møtet mandag ble ikke ført som et planleggingsmøte, det begynte med at SG la fram sin fremdriftsplan for arbeidene rundt Gildheimbrua og forklarte avhengighetene rundt arbeidet. Så ble 5 viktige ting tatt opp, og gitt frist til tirsdag kl 12.00.

Uke 8: 22-26 februar

Jobbet videre med PPU, hindringsanalyse og rotårsaker.

Uke 9: 1-5 mars

Forberedelser til bakoverplanlegging av K6. Området rundt K6 ble delt inn i soner, og godkjent av Kai Morten og Jostein. Videre startet arbeidet med milepæler i samarbeid med Peder. Det fantes ingen tegning med både betong, trafikkomlegginger og VA-arbeid på, så en oversiktstegning over betongkonstruksjonene på K6 ble forstørret til A1. Deretter ble resterende arbeider tegnet inn for hånd. Det viktigste med denne tegningen var ikke at den skulle være på millimeteren riktig, men at den skulle visualisere at arbeidene er tett oppe i hverandre og avhengige av hverandre.

Uke 10: 8-12 mars

Mandag 8. mars ble den første bakoverplanleggingen gjennomført, da på området rundt K6. Utover uken gjennomførte jeg etterarbeid, dvs. laget plan i MS-project og skrev evaluering av selve møtet. Denne evalueringen inneholder også synspunkter fra andre som deltok på møtet.

Uke 11: 15-19 mars

Mandag deltok jeg på koordineringsmøtet med både Skanska, SG og JS.

Møtet omhandlet K3, K6, rampetunnelene og arbeider ved Q-free.

Tirsdag 16. mars var det Lean-møte ved Strindheimtunnelen, da ble listen over de 13 forbedringspunktene gjennomgått. Det ble bestemt hvem som hadde ansvaret for hva, når hvert punkt skulle gjennomføres, hvem som skulle delta i forbedringsarbeidet til hvert enkelt punkt og hvordan det skulle gjennomføres.

Denne uken ble litt kort, da jeg hadde obligatorisk oppmøte på Gjøvik i VAR-teknikk onsdag og fredag, men fikk jobbet mye med oppgaven den torsdagen.

Uke 12: 22-26 mars

Oppfølging av PPU, rotårsaker, hindringsanalyse, etterkalkulasjon.

Uke 13: Påskeferie

Uke 14: 6-9 april

Oppfølging av PPU, rotårsaker, hindringsanalyse, etterkalkulasjon.

Uke 15: 11-16 april

Oppfølging av PPU, rotårsaker, hindringsanalyse, etterkalkulasjon.

Uke 16: 19-23 april

Oppfølging av PPU, rotårsaker, hindringsanalyse, etterkalkulasjon.

Uke 17: 26-30 april

Oppfølging av PPU, rotårsaker, hindringsanalyse, etterkalkulasjon.

Uke 18: 3-7 mai

Slutføring av PPU og rotårsaker.

Uke 19: 10-14 mai

Denne uken gikk med til sammensetting av oppgaven.

Uke 20: 17-21 mai

Fullføring av rapporten, og redigering av forprosjekt. Det viste seg at oppgaven ble litt stor og jeg valgte å ta bort elementer av den som ikke passet inn. Jeg så på det som viktigere at oppgaven har en rød tråd, enn at oppgaven ble gjennomført på en prikk etter forprosjektet.

Sammendrag av statusrapporter

Fremdriftsplanen har blitt noe forsinket underveis, men selv mener jeg at alle målene er nådd.

Den ene Brown Wall måtte avlyses, da prosjektet ikke hadde kapasitet til dette.

Eller så er PPU, hindringsanalyse, rotårsaker og etterkalkulasjon gjennomført til planlagt tidspunkt.

Timeverksforbruk:

	Estimert timeforbruk	Faktisk timeforbruk
04.jan.10	0	0
01.feb.10	50	51
15.feb.10	110	115
01.mar.10	170	175
15.mar.10	230	244
05.apr.10	290	307
19.apr.10	350	364
03.mai.10	425	438
18.mai.10	500	502
24.mai.10	530	545

Forprosjekt

LEAN construction

Lene Selnes Stigen

07HBINPLA

- Problemstilling

”Hvordan kan Lean Construction brukes til å optimalisere deler av anleggsarbeidet ved Strindheimsprosjektet? Kan denne metoden videreføres til senere anleggsarbeid på Strindheimsprosjektet og på senere anlegg?”

- Mål

Målet med oppgaven er å få økt kunnskap om Lean Construction og The Last Planner System of Production Control for å utvikle en metode for bruk på Strindheimsprosjektet, som kan anvendes videre i anleggsarbeidet og på senere anleggsprosjekter.

- Spesifikasjon av oppgaven

Denne oppgaven handler både om inkluderende planlegging, oppfølging av planer, måling av planpålitelighet og evt. innsparinger ved bruk av Lean Construction og The Last Planner.

Opgaven blir innledet med grunnleggende teori om Lean Construction, The Last Planner og Lean – verktøyene, som ligger til grunn for rapporten. Slik at leser skal få tilstrekkelig kunnskap for å få utbytte av oppgaven.

Skanska AS avd. fjell og masse er i startfasen med bruken av Lean Construction, og de har derfor satt opp en liste med 12 punkt over områder de mener de kan minke kostnadene på. Ut fra denne listen har jeg arbeidet spesielt med 3 punkter i denne oppgaven:

4. Samarbeid mellom fag
5. Betongpumping
6. Ventetid på betongverk og bil

Jeg ønsker å prøve ut Lean-verktøyene og metodene i praksis, og deretter sammenligne punkt 2 og 3 på forbedringslisten med kalkylen. Punkt 1 vil ikke kunne måles, men grad av samarbeid vil kunne vurderes. Dette vil bli gjort ved å kartlegge dagens resultater og deretter jobbe med kostnadsbesparelsen.

Jeg ønsker å gjøre følgende punkter over en 10-ukers periode:

- Prøve ut planleggingsmetoden ”Brown wall”, da i samarbeid med formenn i egen organisasjon og fra UE.
- Følge opp fremdriftsplanen ukentlig med hindringsanalyse. Hindringsanalysen vil da bli oppdatert kontinuerlig fram til de enkelte aktivitetens oppstart.
- Måling av planpålitelighet i etterkant ved bruk av PPU. Denne målingen vil bli gjennomført ukentlig.
- Finne rotårsaker som følge av PPU resultater.

Til slutt vil jeg vurdere om denne metoden å bruke Lean Construction på kan videreføres videre i Strindheimprosjektet og på senere anleggsprosjekter.

- Ansvarsforhold

Stuedsted: Høgskolen i Gjøvik

Veileder: Leif Erik Storm

Samarbeidspartner: Skanska AS, avd. fjell og masse

Kontaktperson: Roar Sve, Prosjektleder

Prosjektleder: Lene Selnes Stigen

- Ressursbehov

	Estimert timeforbruk
04.jan.10	0
01.feb.10	50
15.feb.10	110
01.mar.10	170
15.mar.10	230
05.apr.10	290
19.apr.10	350
03.mai.10	425
18.mai.10	500
24.mai.10	530

