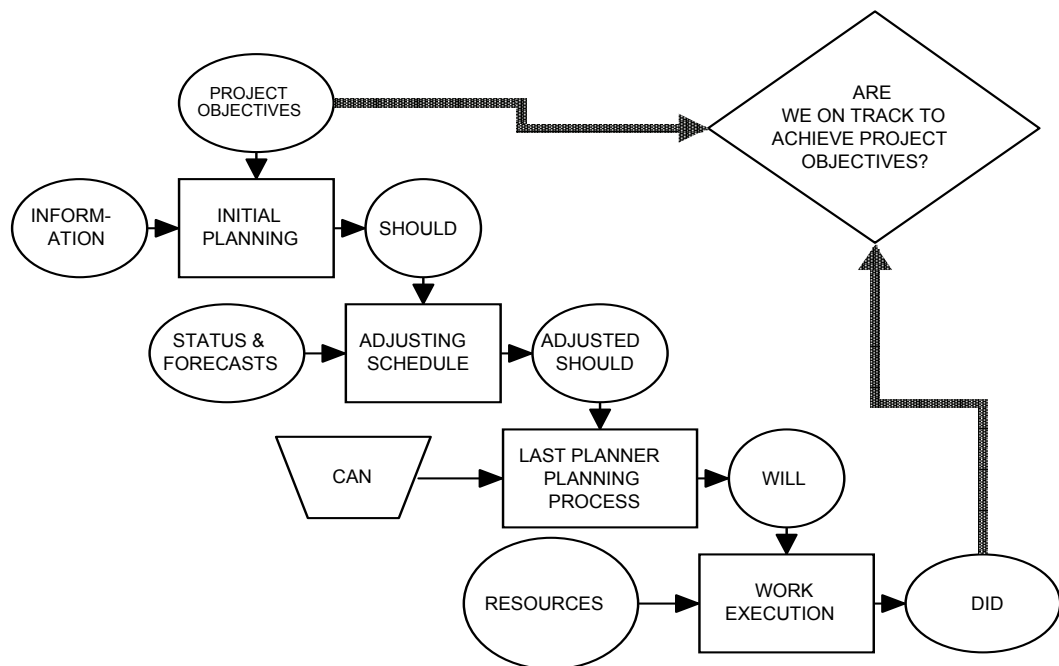


Innovationsprojekt Flotab – applikation av Last Planner för effektivare samverkan i byggprocessen

SBUF projekt 11945 - Slutrapport



Bengt Toolanen

Luleå 2008

Förord

Denna rapport omfattar studier av implementering av en Lean Construction influerad planeringsmetod, Last Planner konceptet, för effektiviserad samverkan och samordning vid genomförandet av byggprojekt. Studien har genomförts som en pilotstudie vid byggandet av en ny flotationsanläggning vid LKAB:s malmförädlingsverk i Svappavaara.

Projektet, *Innovationsprojekt Flotab – applikation av Lean Construction metoder för effektivare samverkan i byggprocessen*, är ett projekt med stor anknytning till pågående forsknings- och utvecklingsprojekt vid Luleå tekniska universitet med inriktning mot att bygga upp kunskap för en effektiviserad och mer uthållig framtida byggprocess. Detta projekt har initierats av författaren som ett uppföljningsprojekt till tidigare SBUF projekt 11636, *Byggandet av kusinteranläggning MK3 – processdesign, samverkansformer och IT-stöd*.

Genomfört pilotförsök med Last planner konceptet har varit intressant och framgångsrikt ur många synpunkter. Det framgår att det är möjligt att se snabba resultat av metodiken beträffande ett ökat engagemang bland aktörerna, bättre kommunikation och informationsöverföring som underlättar samordning och samverkan och fokuserar intresset på angelägna projektmål. Studien visar att planeringskonceptet är en intressant innovation att appliceras, speciellt vid komplexa och dynamiska byggprojekt, för att effektivisera samverkan, samordning och planeringskvaliteten vid projektgenomförande.

Last Planner konceptet har verksamt bidragit till att projektet blivit en framgång beträffande uppnåendet av tids, kvalitets och ekonomiska målsättningar. Projektet har kunnat genomföras tack vare välvilligt och intresserat bemötande från företrädare för LKAB, NCC, ÅF, Metso, ABB, YIT, LTU, SBAF och inte minst SBUF som stöttat projektet även ekonomiskt. Ett stort tack till er alla!

Luleå, November 2008

Bengt Toolanen

Kontakt person: bengt Toolanen, tel.: +46703203960; Epost: bengt @betola.se

Sammanfattning

Det traditionella byggprocessupplägget med strikt skedesuppdelning av design och produktionsfaser (stafettpinneupplägget) har visat sig fungera dåligt i vissa projektmiljöer ifall upphandlingar och processdesign ej utformats med hänsyn till förändrade krav. Exempelvis finns idag en allt högre andel projekt med krav på korta ledtider, från projektinitering till färdigställande, samt med högre teknisk komplexitet till följd av allt högre krav från kunderna. Därför finns det idag ett stort behov av att utveckla nya processmodeller för att få en till verkligheten bättre anpassad och effektivare byggprocess. I det sammanhanget är sökandet av nya idéer för processupplägg från andra branscher (benchmarking) ett intressant område som har börjat utvecklas även i Sverige. I de fall nya byggprocesskoncept hänförs till teorier för lean thinking kan dessa lämpligen kallas för Lean Construction koncept.

I denna rapport beskrivs pilotförsök med implementering av ett Lean Construction koncept, Last planner planeringskoncept, vid byggandet av ett komplext anläggningsprojekt med höga krav på kort ledtid, funktioner och kvalitet. Metoden har i många länder visat sig vara ett bra verktyg för effektiviserad samverkan och samordning i komplexa projekt.

Genomfört pilotförsök med Last planner konceptet vid projekt Flotab vid LKAB i Svappavaara har varit intressant ur många synpunkter. Det framgår att det är möjligt att se snabba resultat av metodiken beträffande ökat engagemang bland aktörerna, bättre kommunikation och informationsöverföring som underlättar samordning och samverkan och fokuserar intresset på angelägna projektmål. Last Planner har bidragit till att projektet blivit en framgång beträffande uppnåendet av tids, kvalitets och ekonomiska målsättningar.

Nyckelord: lean construction, last planner, projektplanering, samverkan, samordning, innovationsprojekt

Innehållsförteckning

FÖRORD	I
SAMMANFATTNING.....	III
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	V
1 INLEDNING	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Bakgrunden i projekt MK3	2
1.3 Projektets syfte	3
1.4 Metod	3
1.5 Projektorganisation	4
2 FLOTAB – PROJEKTET.....	7
2.1 Presentation av projektet	7
2.2 Projektet Flotab – ett partneringsprojekt	7
3 LEAN CONSTRUCTION – SAMVERKANSINRIKTAT INDUSTRIELLT PROCESSTÄNKANDE	9
3.1 Inledning	9
3.2 Utvecklingen inom fordonsindustrin som förebild	9
3.3 Byggindustrins processutveckling	11
3.4 Lean Construction begreppet	11
4 LAST PLANNER.....	13
4.1 Last Planner – en planeringsmetod inom Lean Construction	13
5 RESULTAT – ANALYS, DISKUSSION, SLUTSATSER.....	17
5.1 Inledning	17
5.2 Uppföljning av veckoplaner	17
5.3 Uppföljning av försöksperioden genom enkätundersökning	19
5.4 Sammanfattning	22
6 REFERENSER	25
BILAGA 1 – EXAMENSARBETE.....	27

1 INLEDNING

1.1 Bakgrund

Byggbranschen har återkommande under senaste decennierna varit i fokus för kritisk publicitet i massmedia till följd av problem med kvalitet i produkter, ogynnsam kostnadsutveckling och av andra orsaker. Detta har också lett till tillsättandet av statliga utredningar som Byggnadskostnadsdelegationen (SOU 2000 : 44) och Bygghögskolekommittén (SOU 2002 : 115) som slutrapporterats i *Från byggsekt till byggsektor* respektive *Skärpning gubbar*.

En starkt bidragande orsak till problemen är att det traditionella byggprocessupplägget visat sig fungera dåligt i vissa projektmiljöer ifall upphandlingar och processdesignen ej utformats med hänsyn till förändrade krav. Exempelvis finns idag en allt högre andel projekt med krav på korta ledtider, från projektinitiering till färdigställande, samt med högre teknisk komplexitet till följd av allt högre krav från kunderna. I samband med sådana projekt har det ofta visat sig att den traditionellt utformade byggprocessmodellen (stafettpinneupplägget) ej fungerat tillfredsställande. Därför finns det idag ett stort behov av att söka nya processmodeller för att få en till verkligheten bättre anpassad och effektivare byggprocess.

Under senare år har entreprenadmodeller som överför mer av ansvaret även för produktutformningen på utförarna, t.ex. funktionsentreprenad applicerats för att minska ledtider i projekt och för att få bättre samordning mellan design och produktion. Partneringmodeller för förbättrad samverkan mellan beställare och utförare har också applicerats i allt växande utsträckning under senare år. I dessa sammanhang är det viktigt att processdesignen utformas för att effektivisera samverkan, samordning, arbetet med innovationer samt annat. Det är det också intressant att söka idéer till förnyelse av byggprocessen även genom benchmarking med andra branscher. Moderna processmodeller t.ex. från fordonstillverkande industrin kallas ofta för Lean Construction modeller. I denna rapport avhandlas pilotförsök med en samverkansinriktad planeringsmodell, benämnd Last Planner, som utvecklats av anhängare till Lean Construction i USA (Toolanen 2008).

1.2 Bakgrunden i projekt MK3

Under genomförandet av projekt kulsinteranläggning MK 3 vid LKAB, Vitåfors medverkade Luleå tekniska universitet i delstudier av vissa processdelar. Syftet med dessa var att följa, dokumentera och utvärdera processdesignen vid genomförandet av MK3 projektet. Fallstudien fokuserades särskilt på:

upphandlingen av projektet

processdesign för samverkan

riskhantering och riskfördelning,

processdesign för IT-stöd under projektering och byggande

produktionsplanering

Forskningsprojektet har avrapporterats till SBUF under 2007 (SBUF projekt 11636) med titeln *Byggandet av kulsinteranläggning MK3, Processdesign – samverkansformer – IT-stöd*.

I rapporten från MK 3 projektet gavs rekommendationer på lämpliga åtgärder för vidareutveckling av processdesignen i kommande projekt. Bland annat gavs rekommendation om åtgärder för en effektiviserad samverkan vid planering/arbetsberedning av byggproduktion i kommande projekt enligt följande (citatt): *Alternativa metoder för produktionsstyrning, Last Planner metodik, kan användas för att få bättre styrning och kontroll av byggproduktionen. Metoden uppmuntrar också ett ständigt förbättringsarbete genom att ta hänsyn till förutsättningarna för ett produktivt genomförande och genom att systematiskt följa upp och lära av tidigare erfarenheter. Last Planner metoden för också ut den dagliga planeringen och erfarenhetsåterföringen till basnivån och ger större delaktighet i processen även för yrkesarbetarna. Last Planner är en Lean Construction inspirerad planeringsmodell som applicerats på många projekt internationellt. Erfarenheterna från Danmark är att Last Planner bidragit till att uppnå effektiviserad samverkan som resulterat i förbättrad ekonomi och även i bättre arbetsmiljö. Antalet olyckstillbud har också minskat kraftigt, ca 70% minskning i medeltal för utvärderade projekt (se figur 1.1 nedan).*

Impact of Lean on Construction Safety

		2001 all year	2002 1. half-year
Lean	Working hours	138822	146460
Projects	Accidents causing absence	4	5
	Days of absence due to accidents	-	37
	Incident rate (accidents per 200000 w.hours)	5.8	6.8
	Absence rate (preliminary results)	-	1.9
Ordinary	Working hours	426984	150127
Projects	Accidents causing absence	42	15
	Days of absence due to accidents	-	110
	Incident rate (accidents per 200000 w.hours)	19.7	20.0
	Absence rate (preliminary results)	-	5.4

70% reduction in accidents
66% reduction in accidents

Source: Dag Sanders, MTH, Copenhagen, Denmark

Figure 1.1 Jämförelse av arbetsolycksfall mellan Lean Construction projekt och traditionella projekt

I samråd med LKAB och NCC beslöts sedermera att testa implementering av Last Planner metodik vid genomförande av projekt flotationsanläggning vid LKAB – Svappavaara. Detta projekt bedömdes vara lämpligt som en fortsättning på uppföljningen av MK 3 projektet eftersom det i betydande utsträckning skulle genomföras med resurser som varit delaktiga vid genomförandet av MK3-projektet. Därigenom kunde möjligheten till erfarenhetsöverföring från projekt MK3 tillvaratas på ett systematiskt sätt genom ett innovationsprogram.

1.3 Projektets syfte

Det primära syftet med projektet har varit att göra pilotförsök med implementering av Last Planner planeringsmodell vid projekt Flotab vid LKAB i Svappavaara.

1.4 Metod

Fallstudien har i huvudsak gjorts enligt följande arbetsgång:

- I. Teoretisk introduktion av Last planner systematiken för intresserade aktörer på projektet genomförd av projektledaren Bengt Toolanen.

- II. Genomförande av veckoplanering enligt ett för projektet anpassat planeringsformulär (se Bilaga I). Projektets planerings- och IT-ansvarige, Peter Westerlund, har fungerat som koordinator för planering och uppföljning. Planer och uppföljningar har varje vecka distribuerats till deltagande aktörer på inblandade företag och till projektledaren Bengt Toolanen. Resultaten har kontinuerligt diskuterats mellan projektledaren och deltagarna.
- III. Uppföljning av försöken har genomförts genom en enkätundersökning som utformats av två examensarbetare, Peder Marklund och Roger Mukka från Luleå tekniska universitets civilingenjörsprogram, under ledning av projektledaren Bengt Toolanen. Resultaten från enkätundersökningen samt examensarbetet presenteras i rapporten enligt Bilaga II.

1.5 Projektorganisation

Projektet har letts av en styrgrupp bestående av:

- Mats Eklund, NCC Construction Sverige AB, Avd. chef region Norrland
- Jan-Christer Gärde, LKAB, Projektchef
- Thomas Olofsson, Professor, LTU
- Ove Lagerqvist, Skanska Teknik AB
- Thomas Gustavsson, SBAF

I arbetsgruppen för projektgenomförande har ingått:

- Bengt Toolanen, projektledare. Luleå tekniska universitet
- Peter Vesterlund, CADesign AB, planeringskoordinator
- Joakim Stenvall, NCC
- Peter Johansson, Metso Minerals AB

- Anders Lundqvist, YIT AB (Rör)
- Benny Boman, YIT AB (El)
- Jonas Bergqvist, ABB (Del av tiden)
- Thorbjörn Johansson, ÅF

2 FLOTAB – PROJEKTET

2.1 Presentation av projektet

LKAB (*Luossavaara-Kirunavaara AB*) är ledande producent av förädlade järnmalmprodukter i Europa. Råmalm från gruvorna i Kiruna och Malmberget förädlas i egna malmförädlingsverk mestadels till kulsinter (pellets) för ståltillverkning. Företagets koncernkontor är lokaliserat till Luleå. Bolaget har ca 3500 anställda och har ett 30-tal bolag i 15 länder. LKAB omsatte under 2007 16 385 Mkr. Bolaget är helägt av svenska staten. Förutom malmförädlingsverken i Kiruna och Malmberget finns ett kulsinterverk vid den numera nedlagda järnmalmgruvan i Svappavaara.

LKAB:s huvudstrategi mot marknaden är att leverera kulsinter eller pellets, med en diameter på cirka en centimeter. Produkterna håller hög järnhalt och jämn kvalitet. Den ökande efterfrågan på järnmalmprodukter har lett till att LKAB genomför ett omfattande investeringsprogram på ca 30 miljarder kronor för att säkerställa planerade framtida volymer. Investeringarna omfattar nya kulsinteranläggningar i Vitåfors och i Kiruna, kapacitetsökning i gruvorna samt satsningar på logistik med bland annat en ny malmhamn i Narvik. LKAB har som mål att höja leveranskapaciteten av järnmalmprodukter från 25 Mton till 30 Mton per år. För att klara av logistiskt denna planerade produktionsökning krävs att leveranserna från gruvan och till förädlingsverken kan rationaliseras så att dessa kan hantera råmalm med t.ex. olika fosforinnehåll.

Som ett led i investeringsprogrammet har LKAB sålunda beslutat att investera i en flotationsanläggning i Svappavaara. Totalt investeras 400 miljoner kronor i projektet som omfattar flotationsanläggning, driftcentral/kontor och en analysanläggning. Anläggningen skall klara av att rena fosfor från fyra miljoner ton malm per år. Projektet påbörjades under första kvartalet 2007 och blev tagen i produktion sommaren 2008. Projektet är uppdelat i tre delar, driftcentral/kontor, flotationshall och analysanläggning.

2.2 Projektet Flotab – ett partneringsprojekt

LKAB har upphandlat projekt Flotab som ett samverkansprojekt enligt partneringsmodell. De strategiska leverantörerna i projektet har varit NCC som byggleverantör, Metso Minerals som processleverantör medan ABB, YIT och

LEAB har varit installationsleverantörer. Många verksamma vid Flotab projektet hade tidigare arbetat vid MK 3 kulsinterprojekt i Vitåfors och var därmed förtrogna med partnering som samverkansmodell. MK3 projektet har beskrivits i slutrapporten *Byggande av kulsinteranläggning MK3 – processdesign, samverkansformer och IT-stöd* till SBUF projekt 11636.

3 LEAN CONSTRUCTION – SAMVERKANSINRIKTAT INDUSTRIELLT PROCESSTÄNKANDE

3.1 Inledning

I detta avsnitt ges en beskrivning av Lean Construction (LC) för att ge ett teoretiskt ramverk till Last planner som är en planeringsmetod framtagen av aktivt verksamma inom LCI - USA (Lean Construction Institute) .

3.2 Utvecklingen inom fordonsindustrin som förebild

Först - hantverkstillverkning

I slutet av 1800-talet och fram till ca 1910 var fordonstillverkning mestadels hantverksmässig, kännetecknad av skickliga hantverkare som med ofta enkla verktyg producerade kundanpassade bilar. Erforderliga komponenter för fordonen tillverkades ofta hantverksmässigt och anpassades genom manuell bearbetning till att passa ihop med anslutande komponenter för att bilda ett system. Möjligheterna till masstillverkning var därmed dåliga och produkterna blev därmed unika, dyra och därmed inte tillgängliga för en större kundkrets.

Därefter - masstillverkning

Massproduktionsteknik för bilar började utvecklas i USA i början av 1900-talet. En av förgrundspersonerna var Henry Ford som bildade Ford Motor Company 1903. Ford lyckades genom egen och annan tillgänglig teknikutveckling främst avseende bearbetnings- och pressverktyg få igång en för massproduktion nödvändig komponentutveckling och -tillverkning. En grundläggande förutsättning för detta var en noggrann produktbestämning som uppfyllde krav på bl.a. måttnoggrannhet. Denna massproduktionsteknik blev en stor framgång i strävan att minska produktionskostnaderna och en nyckelfaktor för att få volymavsättningar på en bredare marknad.

Den massproduktionsteknik som utvecklades och som fortfarande används inom många branscher har med tiden visat svagheter främst i form av inflexibilitet och högt volymberoende. Kundenpassningen av produkterna är svår att

uppnå rationellt vilket resulterar i begränsning av antalet produktmodeller. Med tiden har även attraktionskraften för att arbeta i denna typ av industri minskat till följd av bl.a. ökade krav på personlig utveckling hos individer.

Idag - Lean Production

Nästa stora paradigmskifte inom fordonsindustrin, som sedan ca 1990 blivit benämnd Lean Production, har mestadels sitt ursprung i Japan och i Toyotas utveckling av nya processer för produktion av bilar (TPS - systemet) för att kunna konkurrera på en världsmarknad för bilar. Huvudstrategin i Japan blev att satsa på effektiva, kvalitetssäkrade och flexibla processer för produktframtagning, produktion och marknadsföring.

Systematisk analys

De koncept som växte fram karakteriseras av en systematisk analys av alla processteg för att få ett effektivt produktionsflöde och att minska resursåtgången totalt. Beträffande exempelvis material kan förluster (muda) bero på väntan på insatsmaterial, felaktigt material, tillverkningsfel och på ej använt eller förstört material. Analyser av produktionskedjor görs ofta i termer av värdeskapande och icke - värdeskapande aktiviteter. En annan viktig teori är strävan om en kontinuerlig effektivisering (kaizen) genom främst engagemang av anställda på alla nivåer i företaget i ett organisatoriskt lärande. I Lean Production ingår även, förutom för produktionsfasen, koncept för en effektiv och kundorienterad produktutvecklingsprocess. Denna kännetecknas av effektiv samverkan med strategiska leverantörer i integrerade projektgrupper.

Det goda exemplet

Framgångarna för Lean Production konceptet illustreras effektivt av framgångarna för Toyota på den mycket konkurrensutsatta världsmarknaden för bilar. Toyota har sedan lång tid tillbaka varit lönsammaste bilföretaget (i absoluta tal) och blev under 2007 även världens volymmässigt största bilfabrikant. En jämförande studie av världens biltillverkare, redovisad i boken *The Machine that changed the World*, visade redan i mitten av 1980 – talet att Toyotas effektivitet i produktutveckling och vid biltillverkning var helt överlägsen andra tillverkare (Womack, Jones, Roos 1990).

Med hänvisning till den intressanta utvecklingen inom fordonsindustrin, främst beträffande effektivitetsutveckling och uppfyllande av angelägna kundkrav beträffande ekonomi, tid och funktion, bör det vara intressant för byggsektorn

att genom benchmarking hitta idéer och koncept för en angelägen förbättringsprocess. Lean Construction utgör ett gott exempel i denna riktning.

3.3 Byggindustrins processutveckling

En jämförelse mellan bygg- och fordonsindustriernas utveckling visar att det i stora delar av dagens byggprocess finns många likheter med de historiska skeдена inom bilindustrin. Byggindustrin har fortfarande i stor omfattning stora processuella likheter med hantverksepoken inom fordonsindustrin, speciellt vid de traditionella platstillverkade projekten som baseras på bearbetning av material med låg prefabriceringsgrad (skivmaterial, regelvirke, m.m.) med ofta relativt enkla handhållna verktyg.

Inom dagens byggindustri finns det också goda exempel på användningen av industriellt influerade produktionsmetoder och processupplägg. Förebilder inom detta finns främst inom prefabriceringen av bostäder (Älvsbyhus, Lindbäcks Bygg, m.fl.) och komponenter som prefabricerade våtrumsheter (Partab). Det är dock viktigt att betona att det primärt är frågan om att etablera ett industriellt processtänkande som är det viktigaste, oavsett om produktionen sker på en fast fabrik eller på en projektarbetsplats (mobila fabriken).

De problem med uppbyggnaden av kundcentrerade värdekedjor som fanns i massproduktionstänkandet inom bilindustrin finns i stor omfattning kvar inom byggnadsprocessen genom fragmentisering och därmed bristande förutsättningar för effektiv samverkan. De studier som gjorts av effektiviteten i byggprocessen har kommit fram till att det finns stora värdeförluster i form av exempelvis samordningsproblem, väntetider och informationsrelaterade problem (icke värdehöjande aktiviteter). Potentialen för effektiviseringar kan på goda grunder bedömas vara mycket stor ifall byggprocessen blir mer influerad av bl.a. Lean Thinking influerade processmodeller än hitintills. Det spillas med visshet en massa energi och tid i många projekt på aktiviteter som inte är värdehöjande ur kundperspektiv!

3.4 Lean Construction begreppet

Lean Construction (LC) bör primärt användas som ett samlingsbegrepp på innovativa processmodeller för byggsektorn, utvecklade genom benchmarking främst med modern fordonsindustri som utvecklat och applicerat Lean Thinking och Lean Production teorier.

Att betrakta produktion i termer av flöden av operationer fram till färdigställande har praktiserats sedan början av 1900-talet genom t.ex. Fords upplägg för

bilproduktion. Det nya som framkommer i samband med applikation av Lean Thinking baserade koncept är koncentrationen på totala ledtiden för projekt samt på reduktion av resursbehovet i allmänhet. Produktionsteoretiskt innebär detta att förutom att enskilda aktiviteter optimeras transformationsmässigt (input – output) så är det viktigt att aktiviteterna länkas ihop flödesmässigt så att ett jämnt och resurseffektivt flöde skall uppnås utan onödiga förluster (muda). För analys av tidsaspekten har det utvecklats system för att metodiskt analysera processen ur aktivitetsperspektiv. Begrepp som, icke - värdehöjande aktiviteter och värdehöjande aktiviteter ur produktsynpunkt har etablerats i dessa teorier. Som exempel på icke - värdehöjande aktiviteter kan nämnas väntetider, omställningstider och åtgärdande av produktfel.

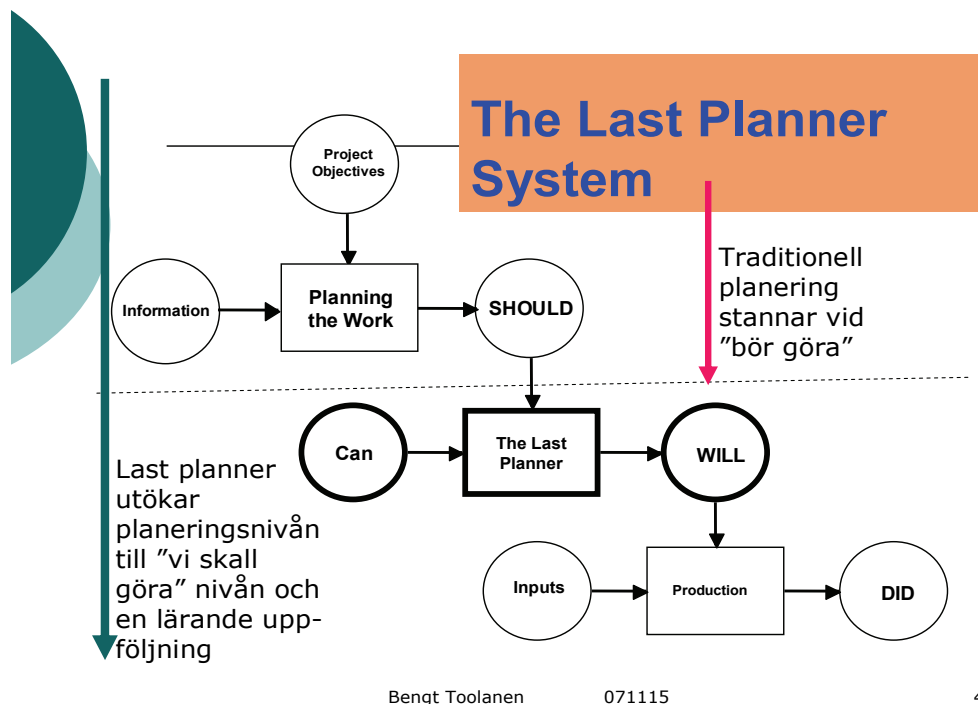
En nyckelfaktor för en effektivitetsutveckling inom byggprocessen ur Lean Construction perspektiv är att samverkansklimatet förbättras och att det finns incitament av olika slag för branschens aktörer att satsa på innovationer i flerdimensionell samverkan beträffande produkt- och processteknikutveckling. Med innovationer avses primärt inte traditionella uppfinningar utan främst om applicering av, för aktuell miljö, ny extern kunskap för process-, produkt- och produktionsutveckling.

Inom tillverkningsindustrin har en utveckling till effektiv och transparent samverkan mellan processens aktörer kommit att bli en framträdande framgångsfaktor. Det handlar främst om samverkan för att effektivisera design- och produktionsfaserna för att inbespara tid och kostnader. För samverkan krävs ofta transparenta och förtroendefulla samarbetsmönster för att skapa en miljö som uppmuntrar till innovationer. Detta har paralleller med den utveckling som sker även inom den svenska byggprocessen med etablerandet av olika samverkanskoncept mellan byggherrar och entreprenörer (t.ex. partnering) och leverantörs-samverkan enligt SCM (Supply Chain Management).

4 LAST PLANNER

4.1 Last Planner – en planeringsmetod inom Lean Construction

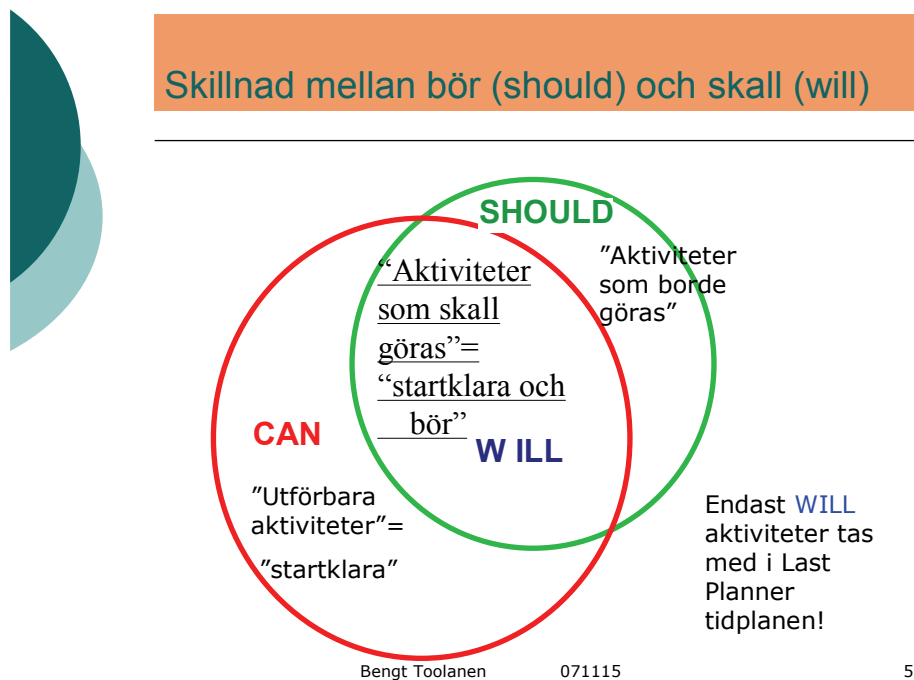
Last Planner är en Lean Construction metod för produktionsstyrning genom en veckoplaneringsmetod som förbättrar samordning och samverkan vid projektgenomförande. I *Last planner system* (se Figur 4.1), är utgångspunkten att skapa en arbetsstruktur som bygger på god samverkan och samordning mellan projektets aktörer. Metoden fokuserar på att säkerställa att alla förutsättningar är uppfyllda innan en aktivitet startas (*pull*) för att säkerställa bl.a. resurstillförseln till aktuell aktivitet.



Figur 4.1 Principschema av Last Planner system (Ballard 2000)

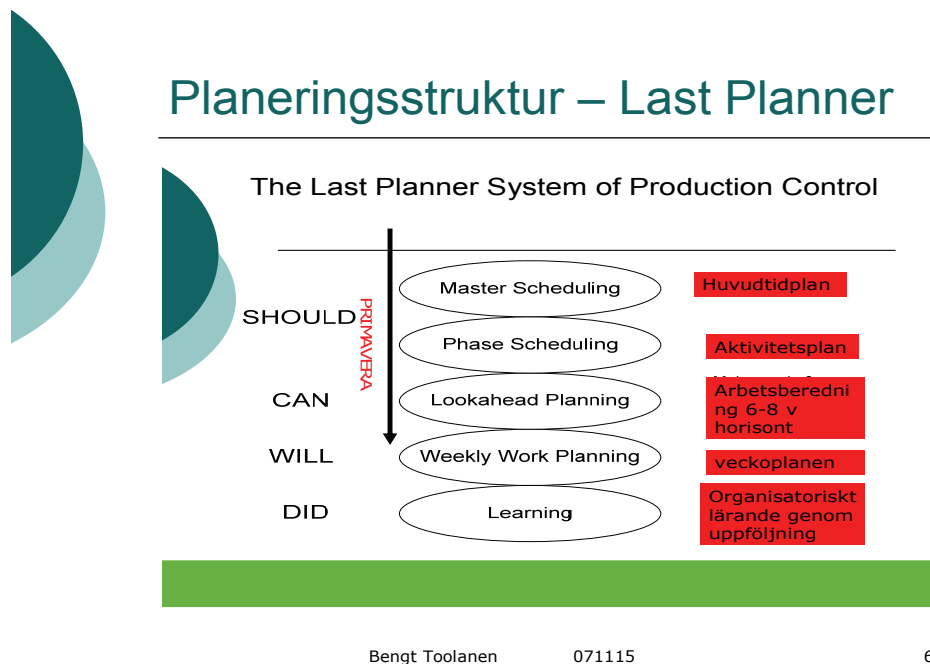
Viktiga förutsättningar som bör vara uppfyllda innan en aktivitet startar:

- godkända ritningar och beskrivningar finns
- erforderliga komponenter och material finns
- personal med rätt kompetens som kan utföra aktiviteten
- att anslutande arbete är färdigt och felfritt utfört
- yttre betingelser (*t ex klimat, risker*) är acceptabla
- erforderligt arbetsutrymme finns för att utföra aktiviteten



Figur 4.2 Definitioner av aktiviteter

En viktig princip vid Last Planner planering är att planeringen bör göras av personer, exempelvis lagbasar (byggnadsarbetare) och ledande montörer (installatörer), som är nära involverade i aktiviteternas utförande (last planners). Grundtanken med detta är att förbättra kommunikation, informationsöverföring och samverkan mellan olika kategorier av aktörer. Därmed är förhoppningen att dessa kommer i ett läge med mer personliga åtaganden (commitments) att göra planerade aktiviteter (*will do*) istället för den vanliga planeringens ”bör göra” aktiviteter (*should do*) och att aktiviteter inte startas förrän de kan genomföras effektivt med ett minimum av förluster (se figur 4.2). Vid uppföljning av produktion (*did*), görs en utvärdering av planerade aktiviteter och till vilken grad som dom är färdigställda (PPC = Percent Plan Complete) i förhållande till planerade aktiviteter. Endast aktiviteter som är genomförda till 100 % räknas med i utvärderingen och aktiviteter som ej har färdigställts analyseras. Filosofin med detta är strävan efter en högre planeringsprecision för att uppnå bl.a. bättre samverkan och samordning i produktionsfasen. Utvärderingen ligger också till grund för att åstadkomma incitament för lärande och utveckling genom att ständigt mäta och förbättra processen (*Ballard 2000*).



Figur 4.3 Planeringsstruktur vid Last Planner

I figur 4.3 visas en ofta applicerad planeringsstruktur vid projekt där Last Planner metodiken tillämpas. Huvudtidplanen som upprättas vid projektstart bör visa projektets översiktliga struktur samt viktiga ledtider under projektets gång samt start- och sluttidpunkter. Huvudtidplanen kompletteras med aktivitetsplaner för att specificera resursbehoven samt med översiktsplaner med 2-5 veckors framförhållning vilka revideras kontinuerligt under produktionen (look-ahead schedules) och dessa fungerar som arbetsberedningsplaner på högre nivå och längre tidshorisont än veckoplanen för aktuell vecka.

Last Planner systemet har bl.a. använts i Danmark som ett sätt att introducera Lean Construction i byggproduktionen. Ett exempel på hur väl detta uppfattas även av byggnadsarbetarna framgår av ett föredrag som företrädare för byggnadsarbetar facket hållit vid en IGLC konferens med titeln *A trade unions view of the building process* (Odegaard, m.fl. 2003).

5 RESULTAT – ANALYS, DISKUSSION, SLUTSATSER

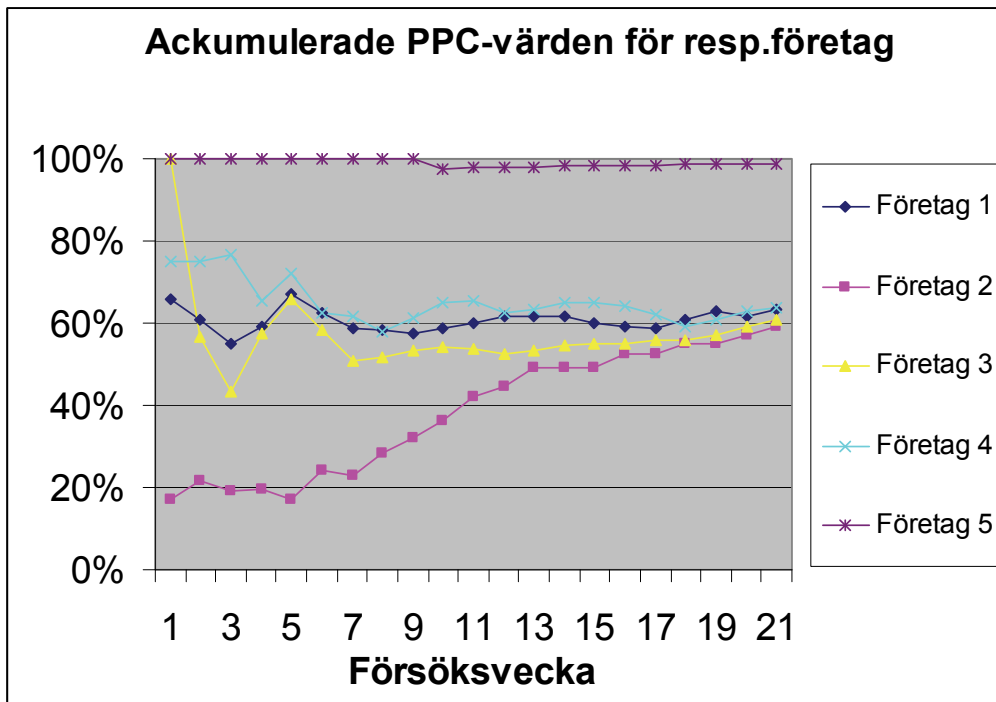
5.1 Inledning

Fallstudien med implementering av Last Planner vid Flotab inleddes med en genomgång för att förklara teorin bakom metoden. Fallstudien bestod därefter av två delar, dels praktiska försök med implementering av Last Planner konceptet under en period av 21 veckor i projektets slutfas då främst montage av processutrustning och installationer utfördes. Således var det under ett skede då behovet av samordning mellan aktörerna är mest accentuerad. I försöksperiodens slutskede genomfördes en enkätundersökning i syfte att undersöka deltagarnas erfarenheter av och inställning till planeringsmetoden. Fallstudiens resultat är detaljerat beskrivna i rapporten enligt Bilaga II. I detta kapitel redovisas och analyseras resultaten sammandraget.

5.2 Uppföljning av veckoplaner

Enligt teorin för Last planner skall veckoplanerna följas upp genom beräkning av PPC - mätetal som är ett uttryck för hur stor andel av planerade aktiviteter som utförts till 100 %. Syftet med detta är att få ett mått på hur väl planeringen lyckats. Att bara aktiviteter som är 100 % färdiga mäts har ett klart delskifte att ”fostra” aktörerna till att fullfölja aktiviteterna till fullo för att t.ex. undvika hinder av olika slag för efterföljande aktiviteter.

Av figur 5.1 framgår att utvecklingen av PPC – värden varit rätt olika för de involverade företagen. Medan företag 1 haft väldigt hög planeringsprecision under hela uppföljningsperioden så har företagen 3, 4 och 5 legat rätt konstant kring 60 % nivån. Företag 2 har däremot startat på en väldigt låg nivå men haft en klar förbättringstrend i PPC - värdena och uppnått 60 % nivån på slutet.

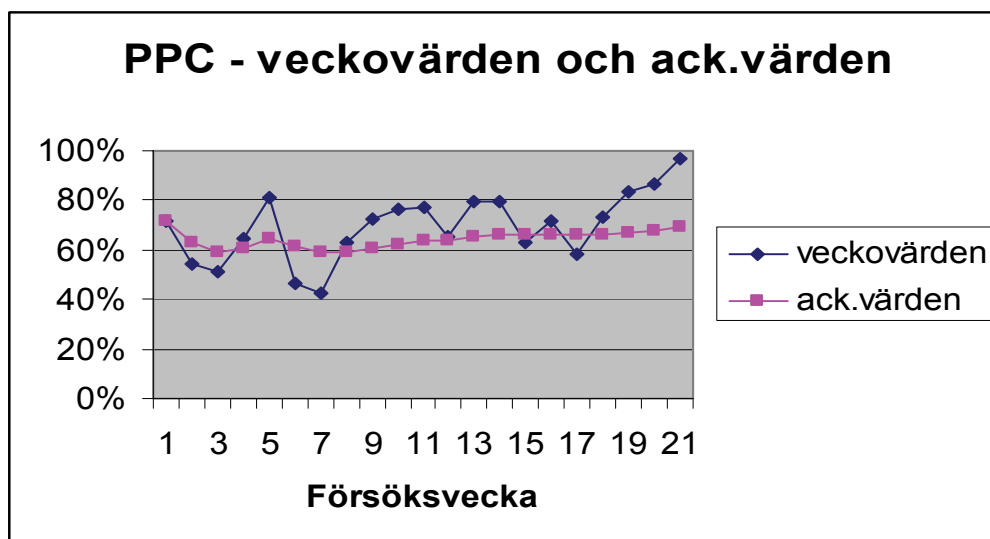


Figur 5.1 PPC – utfall, ackumulerade värden för de olika företagen under försöksperioden

De olika trenderna kan förklaras av faktorer som:

- Olika kvalitet på översiktliga planeringsnivåer hos de involverade företagen. Denna faktor bestämmer vilket underlag det finns att utgå från vid planering av veckoaktiviteter. I detta försök var det mycket varierande kvalitet i befintliga planeringsnivåer.
- Olika svårt att kunna avgränsa aktiviteter till lämpliga veckobatcher till följd av bristande kalkylunderlag (resurskalkyler)
- Vissa aktiviteter är i hög grad avhängiga av att föregående aktivitet blivit rätt färdigställd och detta kan också bero på samordningsproblem
- Problem med materialleveranser. Detta hänger ofta ihop med brister i överordnad planering

- Problem med personalresurser till följd av högkonjunktur
- olika engagemang att medverka i ett organisatoriskt lärande hos olika individer.



Figur 5.2 PPC – utfall, veckovärden och ackumulerade värden under försöksperioden

Av figur 5.2 framgår att de gemensamma PPC - värdena, medelvärden för alla inblandade företag, varierat kraftigt under försöksperioden. Orsakerna till variationerna kan hänföras till PPC - värdenas utveckling hos de enskilda företagen enligt figur 5.1 De ackumulerade veckovärdena visar på en svag förbättring med ca 10 % under samma period.

5.3 Uppföljning av försöksperioden genom enkätundersökning

Utformningen av enkätundersökningen, genomförandet samt resultaten framgår av rapporten enligt Bilaga II. I detta avsnitt görs sammanfattningar av vissa delar.

Införandet av Last Planner

Samtliga av de deltagande företagen ansåg att före införandet av Last Planner gavs en utförlig beskrivning av verktyget samtidigt som de bedömer att en ordentlig utbildning i planeringsverktyget inte var nödvändigt. De förstod sålun-

da avsikten med verktyget och dess metodik redan från början. De flesta upplevde det positivt och värdefullt att Last Planner implementerades i projektet.

Samarbetet

Samarbetet mellan aktörerna har fungerat mycket väl under projektets gång. Vidare bedömdes att samarbetsformen partnering har underlättat införandet av Last Planner. Även kommunikation mellan företagen har varit mycket god.

Planering

Alla aktörer var överens om att Last Planner är ett bra planeringsverktyg att arbeta med och samtliga har visat ett stort engagemang i planeringsarbetet. Planeringen anses av de flesta fungera bättre genom användningen Last Planner och deltagarna har blivit duktigare på att planera efter att ha använt metoden en tid. Metoden ger även mera överskådlig planering än vid användandet av traditionella planeringsverktyg. Vidare ansåg majoriteten att de genom att planera med Last Planner fått en bättre styrning av produktionen. Visualisering med Cad teknik anses vara ett mycket bra hjälpmedel för att underlätta planeringen. Vidare ansågs att mötena samt uppföljningarna blev effektivare och likaså förståelsen för andras aktiviteter.

Kontroll och styrning

Införandet av Last Planner anses ha gett projektet förbättrad styrning och kontroll av byggproduktionen. Metoden anses också ha bidragit till att produktiviteten i projektet ökat. Även arbetsflödet har varit jämnare med kortare väntetider. Även de tidsmässiga ramarna har fungerat bättre i projektet.

För- och nackdelar enligt deltagarna (citat)

Upplevda fördelar med att arbeta med Last Planner:

- *Ökar fokus på planering*
- *Tydlig avstämning med procent*
- *Bra med en gemensam veckoplan för alla aktörer.*
- *Förtydligande av aktiviteter för andra aktörer.*
- *Hjälper att lyfta fram viktiga aktiviteter som kan vara svårt att utläsa från varandras tidplaner.*
- *Uppföljning att aktiviteter blir gjorda på ett enkelt sätt*

- *Alla aktörer jobbar mer aktivt med sina tidplaner samt att alla får en tydlig insyn i varandras tidplaner vilket gör att veckoplaneringen blir lättare.*
- *Större ansvar för tidplan*
- *Genom att arbeta med Last Planner får man direkt ett kvitto på att tidplaneringen fungerar.*
- *Man känner en heder av att uppnå ett gott resultat (PPC).*
- *På det sätt som verktyget använts i Svappavaara så har samsynen, förståelsen mellan de olika aktörerna förbättrats.*
- *Inga nackdelar utan god planering kräver stor arbetsinsats och bra verktyg*
- *Kan ge en sned bild*
- *Finns en risk att man lägger för långa tider på aktiviteterna och får stora glapp för att få högre procent vilket medför att bygget tar längre tid.*
- *Om man ej plockar in tillräckligt detaljerade aktiviteter blir uppföljningen ej korrekt per vecka*
- *I just detta projekt kom den in för sent. Det var en lång startsträcka som föll in mitt i projektet*
- *Säkert bra om man börjar i tid*
- *Det kräver stort engagemang av samtliga för att det ska fungera.*
- *Jag tror det är svårt att se dessa positiva effekter eftersom vi redan hunnit en bra bit och de flesta projektstrukturer och rutiner varit klara.*

Orsaken/orsaker till att arbetet inte är utfört enligt planering enligt deltagarna

De främsta orsakerna till att aktiviteter ej blir korrekt utförda är:

- *Materialbrister*
- *Planeringsmissar*
- *Informationsmissar*
- *Väntan*

- *Ändringar/tilläggsarbeten*

Idealiserad planering enligt deltagarna

Om planeringen i projektet Flotab varit perfekt hade de deltagande entreprenörernas PPC värde ökat betydligt. För att planeringen i projektet skulle anses perfekt måste följande punkter uppfyllas.

Krav på aktiviteter:

- Aktiviteterna skall vara väl beskrivna.
- Aktiviteterna skall utföras i rätt ordning.
- Aktiviteterna skall vara lagom stora.
- Aktiviteterna skall vara genomförbara.

Krav på den framförhållande planeringen:

- Att forma sekvenser och takt av arbetsflödet.
- Att anpassa kapaciteten till arbetsflödet.
- Att lösa upp planerade aktiviteter till arbetsberedningar.
- Att utveckla metoder för utförande.
- Att upprätthålla en dokumentation av färdiga aktiviteter.
- Att uppgradera och granska planeringen.
-

5.4 Sammanfattning

Last planner (LP) planeringskoncept är ett verktyg för förbättrad planeringskvalitet och som utvecklats av anhängare till Lean Construction. Metoden har vid implementeringar i andra länder visat sig vara ett bra verktyg för effektiviserad samverkan och samordning i komplexa projekt.

Genomfört pilotförsök med Last planner konceptet vid projekt Flotab vid LKAB i Svappavaara har varit intressant ur många synpunkter. Det framgår att det är möjligt att se snabba resultat av metodiken beträffande ett ökat engagemang bland aktörerna, bättre kommunikation och informationsöverföring som underlättar samordning och samverkan och fokuserar intresset på angelägna

projekt mål. Last Planner har bidragit till att projektet blivit en framgång beträffande uppnåendet av tids, kvalitets och ekonomiska målsättningar.

Metoden bidrar till att höja planeringsnivån i allmänhet eftersom brister i överliggande planeringsnivåer blir fort synliga när aktiviteter skall transformeras till uppföljningsbara veckoaktiviteter. Detta ger en önskvärd *pulleffekt* i planeringssystemet vilket är ett av grundstenarna i lean thinking.

Sättet att följa upp veckoaktiviteter genom beräkning av PPC – värden, som fås genom att räkna ut kvoten mellan alla 100 % utförda aktiviteter och totala antalet aktiviteter är bra som metod för att lära deltagarna vikten av att hålla sina åtaganden. Detta är också en viktig samordningsfråga eftersom det ofta finns kopplingar till efterföljande aktiviteter som gör att risk finns för störningar och därmed förluster (muda) finns.

Metoden förbättrar samverkan mellan aktörerna påtagligt eftersom de skall utforma veckoplanen i samförstånd. Därigenom förbättras också samordningen på olika sätt och därigenom även risken för ineffektivitet orsakad av störningar av olika slag. En viktig princip är också att planeringen bör utföras av aktörer som har detaljkunskap om aktiviteterna och aktuella förhållanden på projektet (Last planners).

6 REFERENSER

Ballard, G. (2000), *The last planner system of production control*, Doctoral Thesis, Faculty of Civil Engineering, The University of Birmingham, UK

Toolanen, B. (2006), *Lean Construction - Samverkansinriktat industriellt processtänkande*, art. i SVR – Väg- och Vattenbyggaren, nr 1-2006

Toolanen, B. (2008), *Lean Contracting – Relational contracting influenced by Lean thinking*, Doctoral thesis 2008:41, Luleå tekniska universitet

Womack, J.P., Jones, D.T., Roos, D. (1990), *The Machine that Changed the World*, Rawson Associates, New York, USA

Olofsson, T., Toolanen, B., Jongeling, R., Wooksepp, S., Simu, K. (2007), *Byggande av kulsinteranläggning MK3*, Teknisk rapport 2007:05, Luleå tekniska universitet

BILAGA 1 – EXAMENSARBETE

Examensarbete

Implementering av Last Planner
– en studie av byggprojektet Flotab

Peder Marklund
Roger Mukka
2008

Luleå tekniska universitet
Civilingenjörsprogrammet
Väg- och vattenbyggnadsteknik
Institutionen för Samhällsbyggnad
Avdelningen för Byggproduktion

Förord

Detta examensarbete är avslutningen på utbildningen till civilingenjör i väg och vattenbyggnad vid Luleå tekniska universitet. Arbetet genomfördes vid avdelningen för byggproduktion samt vid LKAB:s flotationsanläggning i Svappavaara, under perioden december 2007 till maj 2008.

Arbetet omfattar litteraturstudier av teorier för Lean Construction samt en studie av att implementera planeringsverktyget Last Planner vid bygget av LKAB:s flotationsanläggning i Svappavaara.

Examensarbetets genomförande har möjliggjorts med hjälp av vår examinator Thomas Olofsson och vår förträfflige handledare Bengt Toolanen, samt ett gott och intresserat mottagande från företrädare från LKAB, NCC, METSO, ABB, YIT och LEAB m.fl.

Vi som gjort examensarbetet vill tacka alla som bidragit till att förverkliga vårt arbete.

Luleå, maj 2008

Peder Marklund, Roger Mukka

Sammanfattning

Detta arbete beskriver de studier som utförts vid implementering av Last Planner planeringsmetod, i projektet att bygga LKAB:s flotationsanläggning i Svappavaara. Studien har bedrivits vid institutionen för Samhällsbyggnad i Luleå och LKAB:s malmförädlingsverk i Svappavaara.

Arbetet inleder med en granskning av litteratur om teorier och grundtankar om Lean Construction. Filosofin bakom Lean Construction bygger på att avlägsna alla processer som inte skapar mervärde för kunden. Tankegångarna kommer från den Japanska bilindustrin och då främst från Toyotas framgångsrika produktionssystem TPS.

Dokumentet fortsätter med en presentation av bakgrunden till bygget av flotationsanläggningen. De deltagande företagen introduceras och deras roll i projektet delges. Studien fullföljer med en undersökning av fallstudien och försöker att besvara forskningsfrågorna:

- Hur går införandet av ledningsverktyget Last Planner?
- Identifiera de främsta orsakerna i de fall då planeringen med Last Planner inte fungerar.

Last Planner är ett planeringsverktyg som är framtaget inom Lean Construction konceptet och bygger på att engagera alla deltagarna i ett byggprojekt, för att gemensamt uppnå fastställda mål för projektet. Dokumentet beskriver de resultat och slutsatser som gjorts under arbetets gång. Planeringsverktyget Last Planner är ett nytt verktyg på den svenska marknaden och en utvärdering av implementeringen i projektet kan visa sig värdefullt, för kommande projekt. Projektet att bygga LKAB:s flotationsanläggning går under namnet Flotab och bedrivs som ett partneringsprojekt mellan LKAB och NCC, METSO, ABB, SWECO och PÖYRY.

Abstract

This document describes the studies, which were carried through during the implementation of Last Planner planning method, in the project to build LKAB a new flotation plant in Svappavaara. The study has been prepared at the Department of Civil, Mining and Environmental Engineering in Luleå and at LKAB's plant in Svappavaara.

The study starts with a review of literature about theories and fundamental thoughts about Lean Construction. The philosophy behind Lean Construction builds on eliminating all activities that doesn't create value for the customer. The way of thinking comes from the Japanese car industry and mostly from Toyotas prosperous production system TPS.

The document continues with a presentation of the background for the project to build a flotation plant. The participating companies are introduced and their part in the project is described.

The study concludes with a review of the case study, and tries to answer the research questions:

- How has the implementation of Last Planner functioned?
- What are the main reasons for unsuccessful planning?

Last Planner is a planning tool which is developed within the Lean Construction concept and it builds on committing all participants in a construction project, to jointly achieve established goals for the project. The paper describes the results and conclusions which have been made during the work. The planning tool is new on the Swedish market and an evaluation of the implementation in the project could prove to be valuable for coming projects. The project to build LKAB's flotation plant is named Flotab and is conducted as a partnering project between LKAB and NCC, METSO, ABB, SWECO and PÖYRY.

Begreppsbeskrivning

IGLC: International Group of Lean Construction består av ledande utvecklare och forskare inom Lean Construction både från industri och från den akademiska världen.

Just-in-time: Beställda produkter levereras i rätt mängd och tid.

Kaizen: Systematiskt arbete med ständiga förbättringar

Last Planner: Ledningssystem vilket genom bättre samordning inom byggproduktionen leder till en högre effektivitet.

LCI: Lean Construction Institute.

Lean Construction: När Lean Production filosofin tillämpas inom byggbranschen.

Lean Production: Produktfilosofi som ursprungligen kommer från Toyotas lönsamma bilföretag. Filosofin går ut på att öka kundvärdet och minska slöseriet.

Lean Thinking: Handlar om att i praktisk handling omsätta resurseffektiva tankesätt och principer.

Lookahead planning: Framförhållande planering, vanligtvis 3-12 veckor.

Partnering: Samverkansmodell med ofta transparent ekonomisk redovisning i ett byggprojekt.

PPC: Percent Plan Complete mäter i procent hur stor del planerat arbete som är färdigt inom en produktionsperiod.

TPS: Toyota Production System.

UE: underentreprenör.

WBS: Work Breakdown Structure.

ÄTA: Ändrings- och tilläggsarbeten.

Innehållsförteckning

1. Inledning	9
1.1 Bakgrund	9
1.2 Syfte	10
1.3 Mål	10
1.4 Avgränsningar	11
1.5 Forskningsfrågor	13
2. Metod	14
2.1 Forskningstyp	14
2.2 Induktiv och deduktiv forskning	14
2.3 Kvalitativ och kvantitativ forskning	15
2.4 Datainsamling	15
2.4.1 Intervju och enkät	16
2.4.2 Konfidentialitet	16
2.5 Litteraturstudie	16
2.6 Analys	17
2.6.1 Reliabilitet	17
2.6.2 Validitet	18
3. Teoretisk referensram	19
3.1 Den historiska utvecklingen	19
3.1.1 Taylorismen	19
3.1.2 Fordismen	21
3.2 Lean Production -The Toyota Production System	23
3.2.1 Historien om Toyota	23
3.2.2 Olika kategorier av slöseri:	25
3.3 Toyotas 14 principer för framgång	27
3.3.1 Filosofin	27
3.3.2 Processerna	27
3.3.3 Medarbetare och partners	30
3.3.4 Problemlösning	31
3.4 Lean Thinking	33
3.4.1 Definiera kundvärde	33
3.4.2 Värdeflöde	33
3.4.3 Kontinuerligt flöde	34
3.4.4 Kundorderstyrning	34
3.4.5 Perfektion	35
3.5 Lean Construction	35
3.5.1 Organisationer	35
3.6 Produktionsteori - Lean production	37
3.6.1 Transformationsteori	37
3.6.2 Flödesteori	37

3.6.3	Värdegenereringsteori	38
3.7	Last Planner	39
3.7.1	Traditionell produktionsstyrning	39
3.7.1.1	Push system	39
3.7.1.2	Work Breakdown Structure (WBS)	40
3.7.4	Bakgrund till Last Planner	41
3.7.5	Produktionsstyrning med Last Planner	43
3.7.5.1	Produktionskontroll	44
3.7.5.2	Styrning av arbetsflödet	44
3.7.5.3	Pull system	45
4.	Fallstudie vid projektet Flotab	46
4.1	Introduktion	46
4.2	Presentation av beställaren	46
4.2.1	Enproduktgruvan	47
4.2.2	Flotationsanläggning i Svappavaara	48
4.3	Partnering	49
4.3.1	Definition av partnering	49
4.3.2	Partneringdeklaration för projektet FLOTAB	51
4.3.3	Organisation	52
4.3.4	Change Order (CO) samt Ändrings/Tilläggsarbeten (ÄTA)	53
4.4	Visualisering med cad-teknik	53
4.5	Entreprenörer	54
4.5.1	NCC	54
4.5.2	Metso Mineral	54
4.5.3	ABB	55
4.5.4	YIT	55
4.5.5	Leab	55
5.	Resultat	56
5.1	Implementering av Last Planner	56
5.1.1	Entreprenörernas PPC	57
5.1.2	Grafisk presentation av PPC	58
5.1.3	Utvärdering av PPC	62
5.2	Resultat av enkät	63
5.2.1	Införande av Last Planner	64
5.2.2	Samarbete	65
5.2.3	Planering	66
5.2.4	Produktivitet och arbetsflöde	67
5.2.5	Kontroll och styrning	68
5.2.6	Fördelar och nackdelar	69
5.2.7	Orsaken/orsaker till att arbetet inte är utfört enligt planering	72
5.2.8	Förslag till förbättringar från enkätundersökningen för att undvika att arbete inte utförs enligt planering	74
5.2.9	Idealiserad planering	75

Innehållsförteckning

6. Diskussion och slutsatser	76
7. Referenser	78
Tryckta källor	78
Elektroniska källor	79
8. Bilagor	

1. Inledning

I detta kapitel ges bakomliggande information och bakgrunden till examensarbetet. Här redovisas problembeskrivning, syfte, samt vilka metoder och avgränsningar som varit gällande.

1.1 Bakgrund

Byggbranschen kritiseras för kvalitetsbrister, höga kostnader och ineffektivitet. Branschens problem med bristande planering, dåliga beslut och undermåliga arbetsmetoder leder till att en del arbete måste göras om. Forskning visar att den arbetstid en genomsnittlig byggnadsarbetare ägnar sig åt direkt värdeskapande arbete, är 15-20 %. (Josephson & Saukkoriipi, 2005) En stor del av dåligt utnyttjad arbetstid beror på väntan, omarbeten, dålig arbetsplanering, outnyttjad tid samt att arbete utförs i fel ordning.

I Sverige omsätter samhällsbyggnadssektorn varje år ca 450 miljarder kronor i ca 80 000 företag och sysselsätter ca 450 000 anställda. Byggfel och slöserier står för ca 30 % av produktionskostnaden vilket motsvarar 50 miljarder kronor. (Bygghögskolekommittén, 2007)

Det finns en stor förbättringspotential inom byggsektorn och det krävs en förnyelse av sättet att arbeta för att få en kostnadseffektivare byggproduktion

För att skapa en effektivare byggprocess har byggföretagen delvis tagit intryck från tillverkningsindustrin, främst från framgångsrika Toyotas produktionssystem (TPS) som är föregångare till begreppet Lean Production även kallat Toyota-modellen.

Lean Production är en ledningsfilosofi där tanken är att allt slöseri i produktionen överförs till ett resurssnålt och effektivt produktionssystem. Lean Production anpassad till byggindustrin går under namnet Lean Construction. (Toolanen, 2004)

Grundtanken i Lean Construction är inte att arbeta hårdare utan smartare. Detta skall uppnås genom bättre planering, rätt material, rätt verktyg, rätt plats och i rätt mängder, vilket skall leda till högre effektivitet.

Att sträva efter teamwork och allas engagemang för ständiga förbättringar i produktionen är en viktig del av filosofin.

Lean Construction utgår ifrån att tillämpa lean-verktyg och metoder ute i byggproduktionen där byggprojekt ses som mobila fabriker.

Grunden för Lean Construction är att involvera alla aktörer som är delaktiga i byggprojektet. Det innefattar hela organisationen, beställare, utförare och leverantörer.

En stor fördel med att engagera alla aktörer är att det blir bättre samordning i produktionsprocessens alla aktiviteter.

Last Planner som har sitt ursprung från Lean Construction Institute i USA och det är ett verktyg för att få bättre kontroll över produktionen. Last Planner är ett ledningssystem, vilket genom bättre samordning inom byggproduktionen leder till en högre effektivitet. Tillförlitligheten mäts med Percent Plan Complete, (PPC) genom vilket mäts hur stor del av planerat arbete som är helt (100 %) färdigt inom en produktionsperiod.

1.2 Syfte

Syftet med examensarbetet är studera införandet av en metod för produktionsstyrning, Last Planner vid LKAB:s byggprojekt, en flotationsanläggning i Svappavaara. Studien ska kartlägga hur implementeringen av Last Planner går samt försöka identifiera de främsta orsakerna i de fall då planeringen inte fungerar.

1.3 Mål

Studiens mål och författarnas förhoppning är att rapporten ska bidra till en bättre och effektivare planering inom byggsektorn. Resultatet ska ligga som grund för utvecklingen och förståelsen vid produktionsstyrning med planeringsverktyget Last Planner.

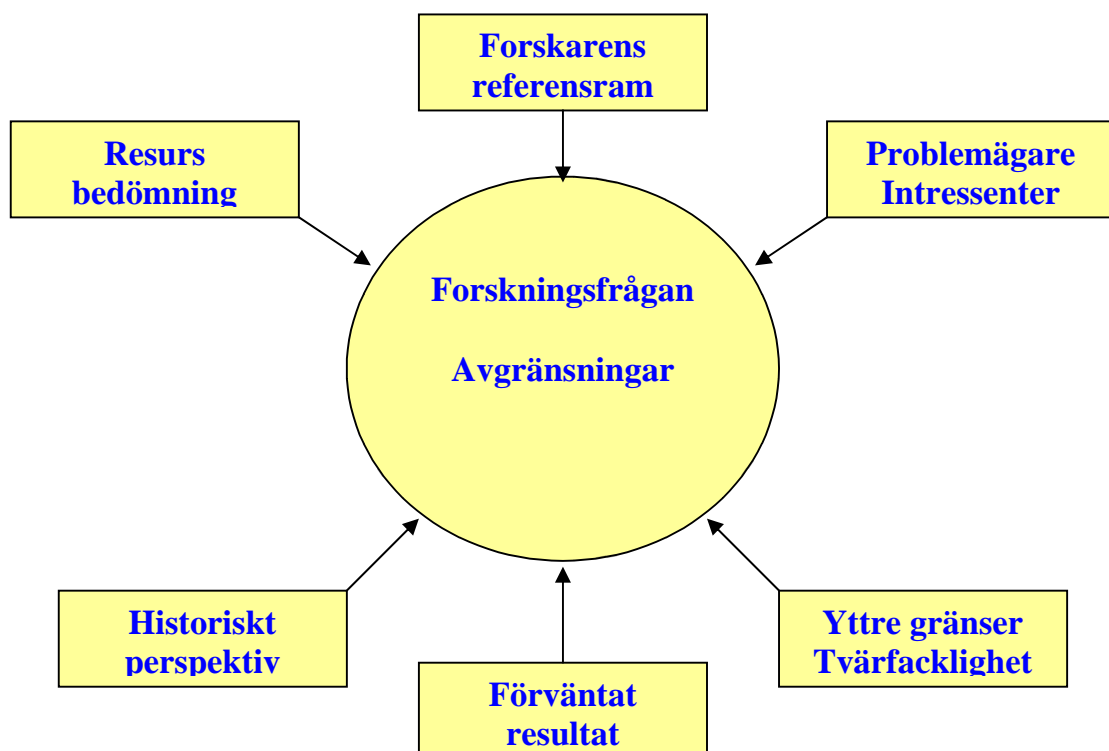
1.4 Avgränsningar

Utgångspunkten för studien är produktionssystemet Lean Construction. Rapporten fokuserar på ledningsverktyget Last Planner, en metod för produktionsstyrning.

Examensarbetet avgränsas till:

- Omfattningen av rapporten begränsas till 20 veckors heltidsstudier.
- Studien utförs endast vid LKAB:s byggprojekt Flotab i Svappavaara.
- Att endast fokusera på ledningsverktyget Last Planner.

Ytterligare faktorer som har avgränsat arbetet finns presenterat i figur 1.4 nedan. Modellen tar upp de sex områden för forskningsfrågan vilka bör redovisas utförligt i varje forskningsprojekt. (Andersson och Borgbrandt, 1998)



Figur 1.1 Sex områden vid beskrivning av forskningsfrågan (Andersson & Borgbrant, 1998)

- **Författarnas referensram, kompetens och intresseområde:** En del kunskap är inhämtat under studietiden, från praktik och genom viss erfarenhet från byggbranschen. Kompletterande kunskaper krävdes för att kunna utföra arbetet.
- **Problemägare, intressenter:** Problemägare till rapporten är LKAB och avdelningen för Byggproduktion vid institutionen för Samhällsbyggnad, samt våra handledare vid Luleå tekniska universitet. Intressenterna till arbetet är de som använder metoden för produktionsstyrning, Last Planner. Förhoppningsvis finns det indirekta intressenter inom byggbranschen som kommer att ha nytta av vårt arbete. Resultatet kan förhoppningsvis gynna alla byggföretag som använder sig av Lean Construction.
- **Yttre gränser:** De yttre gränserna i detta arbete utgörs genom att avgränsa till att endast undersöka införande av Last Planner på ett byggprojekt, flotationsanläggningen vid LKAB i Svappavaara.
- **Förväntat resultat:** Förväntningarna med rapporten är utreda hur införandet av Last Planner går samt att försöka att identifiera orsaker till att planeringen misslyckas. Resultatet ska ligga till grund för ett bättre planeringsarbete i framtida byggprojekt. Rapporten ska förhoppningsvis komma fram till några resultat inom området.
- **Historiskt perspektiv:** Last Planner och dess sammanhang med Lean Construction är relativt nytt i Sverige. Det finns få rapporter och artiklar om Last Planner. En djupare forskning i ämnet har Ballard G. (2000) utfört.
- **Resursbedömning:** De tidsmässiga resurserna för detta arbete är 20 veckor. Resurser består i de kunskaper vi har lärt oss om ämnet samt kunskap och hjälp som vi fått genom våra handledare Thomas Olofsson och Bengt Toolanen.

1.5 Forskningsfrågor

Rapporten försöker besvara två forskningsfrågor:

- Hur går införandet av ledningsverktyget Last Planner?
- Identifiera de främsta orsakerna i de fall då planeringen med Last Planner inte fungerar.

2. Metod

I detta kapitel beskrivs vilka forskningsmetoder som används. Först beskrivs vilken forskningsdesign som används, därefter behandlas intervju och litteraturstudie och till sist presenteras hur datainsamling och analys bedrivits.

2.1 Forskningstyp

Forskningsdesign innebär enligt Anderson och Borgbrandt (1998) att de ingående arbetsmomenten preciseras och beskrivs. De delar in dem i fyra olika forskningstyper.

- Förändring
- Utvärdering
- Teori och modellutveckling
- Utprovning

För denna rapport passar forskningstypen utvärdering bäst. Detta eftersom utvärdering syftar till kartläggning av vad som karakteriserar studieobjektet (Anderson och Borgbrandt, 1998).

Denna beskrivning passar väl in i rapporten där syftet är hur man arbetar med planering i ett byggprojekt.

Andersson och Borgbrandt (1998) beskriver att metodvalen för forskningstypen utvärdering är datainsamling genom enkäter och intervjuer och att analysen ska beskriva ett orsakssamband.

2.2 Induktiv och deduktiv forskning

Den induktiva forskaren följer upptäckandets väg. Det innebär att forskaren studerar det valda forskningsobjektet helt förutsättningslöst. Forskaren har därvid ej förankrat sin studie i tidigare skrivna teorier utan format sin egen teori utifrån forskningsobjektet. (Patel & Davidsson, 2003)

Den deduktiva forskaren följer vanligen bevisandets väg. Det innebär att forskaren arbetar utifrån vissa principer och befintliga teorier som denne sedan sammanfattar i slutsatsen.

När forskaren gör hypoteser ur den befintliga teorin och sedan prövar den empiriskt gentemot sitt specifika fall så är metoden hypotesiskt deduktiv. Objektivitet i det deduktiva arbetssättet är påtaglig då forskningen grundar sig på redan befintlig teori. (Patel & Davidsson, 2003)

Forskningen i denna studie är huvudsakligen deduktiv. Rapporten bygger på att ta fram data och utifrån dessa jämföra med befintliga Lean Construction teorier.

2.3 Kvalitativ och kvantitativ forskning

Det finns två sätt inom forskning att samla in och bearbeta information. Studier kan delas in i kvantitativa eller kvalitativa studier.

Kvantitativa studier är studier som omfattar information som kan mätas eller värderas numeriskt. Kvalitativa studier används däremot om man vill skapa en djupare förståelse för ett specifikt ämne, en specifik händelse eller situation. (Björklund & Paulsson, 2003)

I rapporten används främst kvalitativa metoder. Detta eftersom studien är uppbyggd på en enkätundersökning.

2.4 Datainsamling

Det finns ett flertal metoder som kan användas vid insamling och bearbetning av information och data. Olika former av självrapporteringar, test och prov, befintliga dokument, attitydskalor, observationer samt intervjuer och enkäter, är exempel på olika sätt att samla in data. Den teknik som väljs beror på vad som verkar ge bäst svar på studiens frågeställning i förhållande till den tid och de medel som står till förfogande. (Patel & Davidsson, 2003)

Det finns två olika typer av data att skilja på, primärdata och sekundärdata. Primärdata samlas in i syfte att användas i den aktuella studien. Exempel på primärdata är enkäter och intervjuer. Sekundärdata är data som huvudsakligen har ett annat syfte än den aktuella studien, exempelvis litteraturstudier. (Björklund & Paulsson, 2003)

Insamlingen av primärdata utförs genom enkäter i denna rapport.

2.4.1 Intervju och enkät

Både intervjuer och enkäter är metoder som bygger på att samla information genom frågor.

Detta innebär att metoderna har en hel del gemensamt, med det finns även skillnader.

Intervjuer är vanligtvis personliga vilket innebär att intervjuaren träffar intervjupersonen och genomför intervjun. Utfrågningar kan även genomföras genom ett telefonsamtal. För att erhålla information i denna studie har främst en enkätstudie använts. (Patel & Davidsson, 2003)

2.4.2 Konfidentialitet

En konfidentiell intervju innebär att bara intervjuaren vet vad de olika respondenterna svarat och det är bara intervjuaren som har tillgång till det insamlade materialet. (Patel & Davidsson, 2003)

För att respondenterna ska känna sig trygga vid enkätundersökningen och våga svara helt sanningsenligt på frågorna har materialet i denna rapport insamlats konfidentiellt.

Detta eftersom författarna anser att det är svårt att genomföra undersökningen om någon delaktig aktör i projektet känner sig utpekad.

2.5 Litteraturstudie

I examensarbetets inledningsfas genomfördes en litteraturstudie för att författarna skulle kunna skapa en teoretisk grund inom ämnet, för att arbeta vidare med. Informationen har inhämtats i facklitteratur, examensarbeten, vetenskapliga artiklar och via internet.

Handledarna har även bistått med en del material och artiklar om ämnet.

Litteraturstudien utfördes i Luleå tekniska universitets biblioteks sökkatalog Lucia. De sökord som har används är: Lean Production, Lean Construction, Last Planner, Lean Thinking, produktionsplanering, produktionsstyrning med flera.

Internet har främst använts för att studera Lean teorier. Information har bland annat inhämtats från Lean Construction Institute, International Group for Lean Construction samt från Glenn Ballards avhandling *The Last Planner system of production control*.

2.6 Analys

Under analysfasen är det viktigt att kritiskt granska informationen. Som hjälp har begrepp som reliabilitet och validitet använts.

2.6.1 Reliabilitet

Det är en naturlig målsättning att för varje undersökning ha en så pålitlig information som möjligt. Hög reliabilitet uppstår om olika och oberoende mätningar av ett och samma fenomen ger samma eller ungefärligen samma resultat. (Holme & Solvang, 1997)

För att öka reliabiliteten kan man exempelvis använda kontrollfrågor i enkäter och intervjuer. Syftet är att undersöka aspekterna ännu en gång. (Björklund & Paulsson, 2003)

Examensarbetets datainsamling består till en stor del av enkäter där analysen består av bearbetning ifrån skriftliga svar. Reliabiliteten kan vara problem i tolkande utredningar. Det finns en möjlighet att samma svar inte fås om samma frågor ställs av en annan person vid ett annat tillfälle Det är viktigt att enkäterna ger en neutral bild av ämnet för att inte påverka intervjupersonerna. Frågorna måste vara tydligt definierade och inte spegla intervjuarens syn på ämnet.

Det är viktigt att analysera eventuella felkällor och egna begränsningar för att få hög reliabilitet inför datainsamlingen. För att minska risken för feltolkningar har båda författarna tillsammans analyserat materialet.

2.6.2 Validitet

Validitet definieras som ett mätinstruments förmåga att mäta det som man avser att mäta. (Eriksson & Wiederheim- Paul, 2006)

Giltigheten för en studie kan öka genom användning av flera olika perspektiv, exempelvis genom triangulering. Triangulering är ett sätt att höja en studies tillförlitlighet genom att använda sig av flera olika metoder för att undersöka en och samma företeelse för att på så vis få flera eller olika perspektiv på studieobjektet. Vid användning av enkäter eller intervjuer kan validiteten öka genom formulering av tydliga, ej vinklade frågor. (Björklund & Paulsson, 2003)

För att stärka validiteten i enkätundersökningen ingick ett flertal frågor som var avsedda för att belysa samma område.

3. Teoretisk referensram

Produktionssystemet Lean Construction bygger på Lean Thinking och Lean Production teorier utgör kärnan i denna rapport. I detta kapitel presenteras den teoretiska referensramen som resultat av den litteraturstudie som har utförts. Först beskrivs den historiska utvecklingen för vad vi idag kallar Lean. Därefter beskrivs begreppet Lean Produktion som har sitt ursprung i Toyotas Production System (TPS). Vidare förklaras den västerländska tolkningen av Lean Thinking och dess grundtankar och principer. Sedan presenteras begreppet Lean Construction och konceptets produktionsteori. Till sist redovisas planeringsverktyget Last Planner.

3.1 Den historiska utvecklingen

Invandringen var stor i USA i början av 1900-talet och koloniseringen av nya områden ökade markant. Det ledde till en ökad efterfrågan av verktyg och artiklar som behövdes inom jordbruket. Industrins stora problem var att hinna med tillverkningen för att mätta det ökande behovet på marknaden. Industrin var lågt mekaniserad och en nackdel vid rekrytering av nya arbetare bestod i att de saknade industriell vana och deras brister att behärska språket.

Det krävdes många förmän för att få produktionen att fungera.

Standardisering blev lösningen för att kunna effektivisera tillverkningen. Komponenterna måste vara lika och tillverkningen bör ske utan att måtten varierar inom fastställda toleransgränser.

Först när detta var uppnått fanns de rätta förutsättningar för rationaliseringar och massproduktion. (Sandkull & Johansson, 1996)

3.1.1 Taylorismen

Amerikanen Fredrick Winslow Taylor studerade juridik vid Harvard men avbröt studierna för att i stället börja som lärling på maskinverkstaden Midvale Steel Company i USA.

Taylor blev med tiden förman i maskinverkstaden och började utföra experiment i vetenskaplig arbetsanalys. Amerikanens slutsatser fick stort

genomslag i industrin och de presenterades i två korta skrifter *Shop Management* från 1903 och *Principles of Scientific Management* från 1911. (Sandkull & Johansson, 1996)

Taylors teori kan sammanfattas i två teser:

- Det finns ett bästa sätt att utföra ett arbete.
- Rätt man på rätt plats.

Taylors första tes omfattades av att arbetarna i verkstaden medvetet höll igen på sin arbetstakt. Arbetarna ansåg att det inte fanns någon anledning att arbeta mer än man måste och nya i arbetslaget fick lära sig av de mer rutinerade arbetarna hur mycket som borde uträttas.

Orsaken till slöseriet av mänskliga resurser var att arbetsledningen saknade konkret kunskap om tillverkningsprocessen och kunde därför inte påverka produktionen. Eftersom endast de erfarna arbetarna hade detaljerade kunskaper om tillverkningsprocessen kunde de själva bestämma hur ett moment skulle utföras och hur lång tid det skulle ta.

Taylor fick som förman insikt i slöseriet och insåg vikten av att styra verksamheten med grundval av en detaljerad kunskap om arbetet. För att effektivisera arbetena och fastställa människors olika förmåga att kunna utföra dem, genomfördes systematiska analysmetoder. Syftet med arbetsstudierna var att hitta *The one best way of working*. (Sandkull & Johansson, 1996)

Taylor ansåg att standardiserade arbetsmetoder var det bästa sättet för att en arbetare skulle arbeta effektivare. Grunden i Taylors synsätt i produktionsekonomisk mening var att arbetet kunde skiljas från arbetaren, så att arbetet blev objektivt och kunde standardiseras. Detta resulterade i att man systematiskt kunde välja ut lämpliga arbetare, och lära dem att arbeta på effektivaste möjliga sätt.

Arbetaren betraktades som en operatör och ett standardiserat objekt. En annan stor fördel var att planeringen skildes från utförandet och ledningen tog hand om planeringen. (Sandkull & Johansson, 1996)

Den andra tesen ”rätt man på rätt plats” betonar vikten av rationella urvalsmetoder. Taylor ansåg att det var viktigt att man anställde den lämpligaste arbetaren för den uppgift som skulle utföras. Han beskriver en metod för att välja de bäst lämpade arbetarna under ett försök att lasta 47 ton tackjärn i stället för som tidigare 12,5 ton per dag. 75 män iaktogs och studerades under tre till fyra dagar och de bedömdes efter sina fysiska förutsättningar, noggrannhet, karaktär, vanor och ambitioner.

Taylor utvecklade en metod att uppdelade anställda som han kallade den personliga koefficienten. Metoden gick ut på att genom olika tester bedöma en persons uppfattningsförmåga och reaktionsförmåga. Undersökningarna visade att det var stor skillnad mellan olika individers personliga koefficient. Individer med snabb uppfattning och låg reaktionstid betraktades som att personen har låg personlig koefficient. Taylor valde ut de anställda med låg koefficient och de övriga fick besked om uppsägning även om de var pålitliga, intelligenta och flitiga arbetare. (Sandkull & Johansson, 1996)

3.1.2 Fordismen

Henry Ford grundade aktiebolaget Ford Motor Company år 1903. Till en början byggde Ford en bil i taget precis som alla andra tillverkare. Att äga en bil i början av 1900-talet var få förunnat på grund av de höga tillverkningskostnaderna. Ford hade en dröm om att producera en bil som alla skulle ha råd med. Enda möjligheten till detta såg Ford genom att producera ett stort antal bilar med enkel design och till lägsta möjliga kostnad. (http://www.ford.se/ns7/heritage/heritage/htg_henryford/-/-/-/)

För att kunna effektivisera produktionsprocessen i fabriken tog Ford till sig Taylors idéer för massproduktion och standardiserade komponenter.

Framgången startade med introduktionen av T-Forden 1908 och masstillverkningen på löpande band började 1913.

Löpandebandet innebar att varje arbetare utförde endast ett eller några få arbetsmoment under en kort tid. På varje arbetsstation arbetade en operatör som under ett förutbestämt tidsintervall utförde en arbetsinsats med nödvändiga komponenter. En annan fördel med löpande bandet var att det inte längre behövdes några speciella yrkeskunskaper utan vem som helst kunde klara av jobbet. När löpandebandprincipen hade varit i bruk i ett år hade antalet monterade bilar fördubblats med en minskad arbetsstyrka på 10 %. Framgångarna med löpande bandet blev en förebild för andra tillverkande industrier. (Sandkull & Johansson, 1996)

Ford framhöll tre principer bakom massproduktion

- Den planerade, regelbundna och kontinuerliga förflyttningen av produkterna genom verkstaden.
- Arbetsuppgifterna tilldelades arbetaren i stället för att han själv fick ta initiativ att finna sin arbetsuppgift, och därigenom kunde arbetstiden förtätas.

Analysen av tillverkningens olika moment och fördelningen av dessa moment på olika arbetare.

Fordism kallas en mera avancerad form av Scientific Management. Det innebär att tillverkningen integreras i alla led från råvara till färdig produkten och inkluderar alla underleverantörer. (Sandkull & Johansson, 1996)

3.2 Lean Production -The Toyota Production System

Toyota är världens näst största bilföretag med en produktion på 6,8 miljoner bilar per år.

En ny bil tillverkas nästan var 4: e sekund för ett totalt värde motsvarande cirka tusen miljarder kronor. Toyota är marknadsledande i Japan och övriga Asien och är det största icke-amerikanska bilmärket i USA. Totalt levereras bilar till 160 länder. (<http://www.toyota.se/about/index.aspx>)

Toyotas unika sätt att tillverka bilar kallas Toyota Production System (TPS) och utgör grunden för vad vi i dag kallar Lean Production. Toyotas Production System var länge okänt för västvärlden. Inte förrän långt in på 80- och 90- talen uppmärksammades produktionssystemet.

Lean Production beskrevs av författarna James P. Womack, Daniel T. Jones och D. Roos i boken *The Machine That Changed the World*. Det blev starten för många tillverkningsföretag att ta till sig vad Toyota lärt sig under årtionden, nämligen att korta ledtiderna genom att eliminera slöseriet i varje steg i tillverkningsprocessen. Detta leder till högre kvalitet och lägre kostnader. (Liker, 2004)

3.2.1 Historien om Toyota

Kiichiro Toyoda startade år 1930 Toyota Motor Corporation. Toyoda var en erkänt duktig uppfinnare och han konstruerade en vävstolsmaskin som stoppade när tråden gick av. Patentet såldes till ett engelskt företag för 100 000 pund. (Liker, 2004)

Toyota Motor Corporation kämpade hårt på 30- talet med sin tillverkning av mindre lastbilar.

De första åren tillverkades lastbilar med primitiv teknologi och låg kvalitet vilket var främsta orsaken till att Toyota inte nådde några större framgångar.

För att försöka förbättra produktionen gjordes ett besök i USA på Ford och GM för att studera deras produktionslinor.

De studerade även boken *Today and Tomorrow* (1926) skriven av Henry Ford. (Liker, 2004)

Efter det första besöket på Fords fabriker kunde Toyotas ledare konstatera stora skillnader mellan företagen. Ford hade en internationell marknad och tillverkade ett stort antal bilar i ett begränsat antal modeller. Den japanska marknaden var för liten för en monteringslinje för varje modell. Det var en förutsättning för Toyota att tillverka ett flertal olika modeller i små volymer. Ett annat villkor som skiljde företagen åt var att Toyota hade brist på kapital medan Ford var kapitalstarkt. För att Toyota skulle lyckas var det nödvändigt att anpassa Fords produktion med löpandebandet och samtidigt ha hög kvalitet, låga kostnader, korta ledtider och flexibilitet. (Liker, 2004)

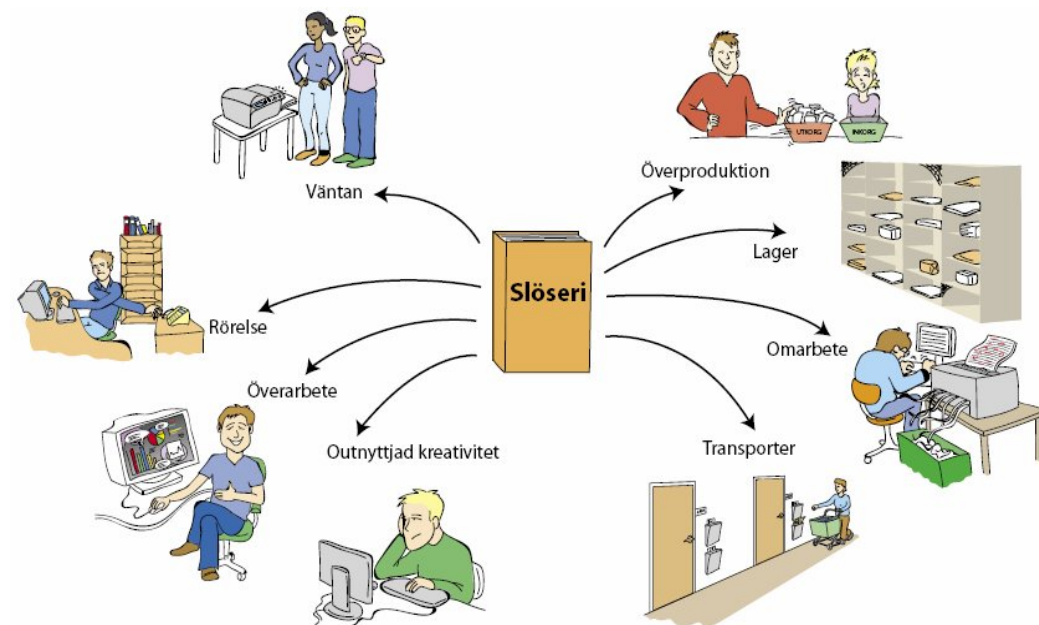
Under 50-talet påbörjade Toyota med fabrikschefen Taiichi Ohno i spetsen att utveckla sitt eget produktionssystem. Grunden var att använda Henry Fords upplägg och vidareutvecklade detta system. Ohno återvände till den plats han bäst kände till, verkstadsgolvet. Målet var att ändra ”spelets regler”. Till sin hjälp hade han sina kunskaper om verkstadsgolvet, hängivna ingenjörer, chefer och operatörer.

Efter många år av övning lyckades Ohno och hans medarbetare skapa det nya Toyota Production System. (Liker, 2004)

3.2.2 Olika kategorier av slöseri:

Muda är det japanska ordet för slöseri och är kärnan inom Lean Production och Lean Thinking. Kunden vill ha ut ett värde från produkten och allt annat är slöseri (muda).

Enligt Toyota finns det åtta olika kategorier av slöseri: (Liker, 2004)



Figur 3.1 Olika former av slöseri (IVF Industrieforskning och utveckling)

1. *Överproduktion:* Produktion av något som ingen har beställt leder till överbemanning och onödiga kostnader för lager och transporter.
2. *Väntan:* Förseningar pga. väntan på material, delar, verktyg, på att andra ska bli färdiga eller att en maskin ska repareras etc.
3. *Onödiga transporter:* Transporter av färdiga produkter, material, delar etc. transporteras långa sträckor. Det gäller även in och ut ur lager mellan processerna.
4. *Onödigt eller felaktigt utfört arbete:* Orsaken kan vara bristfällig produktutformning, dåliga verktyg eller om produkten har högre kvalitet än vad kunden kräver.
5. *För stora lager av råvaror, produkter i arbete eller färdiga produkter:* Orsakar långa ledtider, inkurans, skadat gods, förseningar, onödiga transporter och lagringar etc. För stora lager döljer även problem med dålig produktionsplanering, sena leveranser från leverantörer, stillestånd och långa ställtider.
6. *Onödiga rörelser och förflyttningar:* Personalförflyttningar som att leta efter verktyg och information, hämta delar, material, råvaror etc.
7. *Misstag och korrigeringar:* Onödiga inspektioner eller reparationer. Göra om, ersätta eller skrota produkter är slöseri.
8. *Outnyttjad kreativitet:* Förlorad tid, bortkastade idéer, ej genomförda förbättringar för att man inte lyssnar på de anställdas idéer och förslag.

3.3 Toyotas 14 principer för framgång

Toyota Production System är uppbyggt på 14 principer. De delas in i fyra olika kategorier: Filosofin, Processerna, Medarbetare och partners samt Problemlösning. Några är en del av det japanska kulturarvet medan andra är specifika för Toyota. (Liker, 2004)

Nedan beskrivs de olika principerna:

3.3.1 Filosofin

Princip 1: Basera besluten på ett långsiktigt tänkande, även då det sker på bekostnad av kortsiktiga ekonomiska mål

Toyota anser att den viktigaste faktorn för framgång är tålamod, att hela tiden ha fokus på lång sikt hellre än på kort sikt och att investera i människor.

I stället för att göra så stora ekonomiska vinster som möjligt med ett kortsiktigt tänkande arbetar Toyota långsiktigt för att föra företaget till nästa nivå. Toyota investerar för framtiden och betonar samhällsperspektivet, vilket framhåller känslan till arbetarna att de har ett större uppdrag än att bara arbeta för pengar. (Liker, 2004)

3.3.2 Processerna

Princip 2: Skapa kontinuerliga processflöden som för upp problemen till ytan

Ledare inom Toyota är övertygade om att bara den rätta processen skapas kommer de positiva resultaten att komma. I de flesta processer är 90 % av den totala tiden inte värdeskapande tid. Genom att skapa ett system med enstyckstillverkning är det lättare att öka den värdeskapande tiden och få ett kontinuerligt flöde på produkterna som går genom produktionsprocessen. Fördelen med ett bra flöde är att tiden från råmaterial till färdig produkt kortas ner, kvalitén ökar och kostnaderna minskar. Säkerheten höjs eftersom all personal drivs att lösa olika problem som uppstår vid flödet av material och information. (Liker, 2004)

Princip 3: Låt efterfrågan styra, undvik överproduktion

Toyota producerar endast med kundstyrd tillverkning. Avsikten är att undvika kostnader som kan uppstå genom överproduktion, stora buffertar och lager. Mindre förråd av material måste dock finnas som buffert inom produktionsprocessen. Toyota har byggt upp ett system med enkla signaler, kanban, för att fylla upp dessa lager. Det kan vara ett kort eller en tom förpackning till stationen bakom för att signalera materialbehov. (Liker, 2004)

Princip 4: Jämna ut arbetsbelastningen

Optimalt är att producera efter kundorderstyrning men i verkligheten kan kundens behov variera olika veckor. Variationerna leder till ojämn arbetsbelastning vilket i slutändan ökar slöseriet. Toyotas lösning är att jämna ut arbetsbelastningen genom att samla alla order under en period och fördela dem så att samma volym produceras varje dag. Detta leder till att ledtider och lager kan reduceras. (Liker, 2004)

Princip 5: Skapa en företagskultur som skapar rätt kvalitet från början

Toyota bedömer att det är viktigt att sluta lösa problem för att i stället bygga in kvalité från början. Detta innebär att montörerna slipper att ägna sig åt onödig problemlösning och behovet av akutåtgärder minskar. Det kan ibland vara nödvändigt att stoppa produktionslinjen för att få allt rätt från start. Grunden för att bygga in kvalité från inledningen är att gå till botten med problemet och åtgärda det direkt, så att problemet inte uppstår igen. (Liker, 2004)

Princip 6: Standardiserade uppgifter är en grund för ständiga förbättringar och personalens delaktighet

Standardisering utgör grunden för att säkra kvalitet och att bygga vidare med ständiga förbättringar. Toyotas standardiserade uppgifter leder till att de har få fel i produktionen. Uppstår det fel då de standardisera uppgifterna följs så ändras de för att eliminera problemet. (Liker, 2004)

Princip 7: Kontrollera visuellt, så att inga problem förblir dolda

Den sjunde disciplinen bygger på att rengöra och göra det synlig. I Japan finns det ett 5s som är ett program för att eliminera slöseri, defekter och skador på arbetsplatsen

Fem S står för: (Liker, 2004)

1. *Sortera*: Sortera och spara endast det som behövs. Allt annat slängs.
2. *Strukturer*: En plats för allt och allting på ett ställe.
3. *Städa*: Rengöring ses som en inspektion för att upptäcka fel och brister som kan orsaka maskinhaverier.
4. *Standardisera*: Standardisera och utveckla ett system för att lättare kunna upprätthålla och övervaka de tre första stegen.
5. *Självdisciplin*: Upprätthålla en god ordning på arbetsplatsen är en löpande process av ständiga förbättringar.

Fem S bidrar till att göra problem och avvikelser synliga (Liker, 2004).

Princip 8: Använd bara pålitlig, väl utprövad teknik som passar personalen och processerna

Toyotas strategi är inte vara före sina konkurrenter med att använda den senaste teknologin. Företagets sätt att arbeta är att gå sakta framåt, ny teknik fungerar ofta inte tillfredsällande. Det är bättre att använda enkla och manuella system som bevisligen fungerar. Taktiken är att låta konkurrenterna testa och utvärdera nya tekniska lösningar för att sedan ta till sig av dessa när de är färdigutvecklade och fungerar till 100 %. (Liker, 2004)

3.3.3 Medarbetare och partners

Princip 9: Skapa ledare som verkligen känner verksamheten, lever efter Toyotas filosofi och lär andra göra det.

Toyota rekryterar alla sina ledare internt. Fördelen är att nya ledare känner väl till företagets filosofi och kultur vilket de förväntas föra vidare till medarbetarna.

Toyotas chefer är även insatta i detalj hur arbetet går till på verkstadsgolvet. De flesta internationella företag handplockar nya ledare utanför de egna leden. De styr och påverkar företaget utifrån sin egen filosofi och tankesätt. (Liker, 2004)

Princip 10: Utveckla enastående människor och arbetslag som följer företagets filosofi.

Toyota betonar vikten med teamwork. Det är individen som gör det värdeskapande arbetet, inte gruppen. Teamets uppgift är att samordna, motivera och lära sig av varandra. Oftast är individuellt arbete effektivast för att utföra detaljerat arbete för att producera en produkt.

Arbetsgrupper från verkstadsgolvet löser de problem som uppstår i produktionen eftersom de har mest kunskap om de problem som uppstår. (Liker, 2004)

Princip 11: Respektera partners och leverantörer genom att utmana dem och hjälpa dem bli bättre

Toyota ställer höga krav på sina leverantörer och förväntar sig att produkterna levereras med hög kvalitet. Företaget betonar vikten av ett gott samarbete med leverantörerna och de tar ansvar för problem och kostnader som kan uppstå. Toyota hjälper leverantörer som inte håller tillräckligt hög kvalitet. Målsättningen är att samarbetspartnerna ska bli lika bra som Toyota. (Liker, 2004)

3.3.4 Problemlösning

Princip 12: Gå och se med egna ögon för att förstå situationen ordentligt

För att få en djupare och bredare kunskap om ett problem är det viktigt att gå och se efter själv. Skälet till detta är att inte bli påverkad av andras uppfattningar och omdömen. Genom mer insyn om problemet är det lättare att fatta rätt beslut. (Liker, 2004)

Princip 13: Fatta beslut långsamt och i samförstånd, genomför dem snabbt

När ett företag har ett projekt som skall vara implementerat inom ett år ägnar de ca tre månader till planering och resterande nio månader åt implementering. Många problem dyker upp efter implementeringen och det tar lång tid att rätta till dem. Toyota ägnar ca tio månader till planering och endast två till att implementera projektet.

På Toyota är sättet att komma fram till ett beslut lika viktigt som beslutets kvalitet. Toyota ägnar mycket tid för att lösa alla typer av problem för ett projekt. Implementeringen går fort och smidigt eftersom tid inte behöver ägnas till att rätta till misstag. (Liker, 2004)

Princip 14: Bli en lärande organisation genom att oförtröttligt reflektera och ständigt förbättra

Toyotas strategi är att medvetet investera på lång sikt och alla inom företaget arbetar tillsammans för att uppnå högt kundvärde. Kontinuitet och ett långsiktigt tänkande skapar goda förutsättningar att bli en lärande organisation med ständiga förbättringar som grund.

För att ständigt kunna förbättra verksamheten är det viktigt att personalen själva identifierar och kommer fram till orsaker till att problem uppstår (Liker, 2004).

Den vanligaste, enklaste och mest effektiva problemlösningsmetoden på Toyota är Fem Varför? Ställs frågan Varför? tillräckligt många gånger så kommer man fram till orsakerna till problemet. (Liker, 2004)

Exempel visas i tabellen nedan:

Problem	Åtgärd
Det ligger en oljepöl på golvet. <i>Varför?</i>	Torka upp.
Maskinen läcker olja. <i>Varför?</i>	Laga maskinen.
Packningen har gått sönder. <i>Varför?</i>	Byt ut packningen.
Vi köpte packningar med låg kvalité. <i>Varför?</i>	Ställ högre krav på packningar.
Vi fick ett bra pris. <i>Varför?</i>	Ändra inköspolicy.
Inköparen blir värderad efter kortsiktiga besparingar.	Ändra sättet at värdera inköparna.

Figur 3.2 Beskriver problemlösningsmetoden "Fem varför"?

En lärande organisations styrka är när individer i organisationen erkänner ett misstag och lär sig att förebygga problemet och förbättra sina egna svagheter.

3.4 Lean Thinking

Lean fokuserar på det som skapar värde för slutkunden och att systematiskt eliminera allt slöseri i produktionsprocessen. Dessa två grundtankar ligger som grund för alla organisationer som vill införa Lean Production. Lean Thinking är den västerländska tolkningen av Toyota Production System (TPS) och den baseras på fem grundläggande nyckelprinciper. (Womack & Jones, 1996)

- Definiera kundvärde
- Identifiera värdeflöde
- Kontinuerligt flöde
- Kundorderstyrning
- Perfektion

3.4.1 Definiera kundvärde

Den första principen sätter både interna och externa kunder i fokus. Värdet av produkten kan endast definieras av kunden, det vill säga vad kunden är beredd att betala för en särskild produkt, vid en specifik tidpunkt. Företagen måste tänka på ett nytt sätt i produktionen av varor och tjänster. Det viktigaste är inte att vara duktig på att producera produkter, om kunderna inte är nöjda så är det rent slöseri. Fokus bör ligga på att den färdiga produkten verkligen utgör ett värde för kunden. (Womack & Jones, 1996)

3.4.2 Värdeflöde

För att kunna se helheten genom produktionskedjan är en processkartläggning nödvändig för samtliga aktiviteter från kundbehov till färdig produkt. Genom att identifiera hela värdeströmmen för en produkt går det att upptäcka onödig resursförbrukning. (Womack & Jones, 1996)

Värdeflödesprocessen kan indelas i tre olika kategorier:

- Det som verkligen skapar kundvärde.
- Det som inte skapar direkt kundvärde men krävs i produktionsframtagningen, orderhantering och produktionsprocessen. Dessa kan ännu inte elimineras.
- Aktiviteter som inte medför något kundvärde elimineras direkt.

Ett verktyg för att kunna analysera det värdeskapande flödet är värdeflödesanalys. Value Stream Mapping används för analysen och den består av olika processkartor där kapaciteten i alla flöden inom produktionen mäts och på så sätt kan resursslöseri upptäckas. (Womack & Jones, 1996)

3.4.3 Kontinuerligt flöde

När kundvärdet och värdeflödet är specificerat är nästa steg att få de värdeskapande aktiviteterna att flöda med utgångspunkt från kundens behov. Detta kräver ett nytänkande i uppdelningen av funktioner, avdelningar samt att gruppera produkttyper i batcher. Det mest effektiva sättet att tillverka produkter kan vara svårt att se. Den totala värdekedjans effektiva flöde är viktigare än enskilda enheter. Den typiska produktionsfilosofin har varit att tillverka partier av liknande produkter. Enligt Lean Production är produktionen mera effektiv om den har ett kontinuerligt flöde från råmaterial till färdig produkt. Fördelen med detta tankesätt är att genomloppstiderna kortas. (Womack & Jones, 1996)

3.4.4 Kundorderstyrning

Tillverkningen av produkter strävar efter att tillverkas efter kundorder. Produkterna blir kundanpassade samtidigt som problem med överproduktion och lagerhållning minskar.

Fördelen blir en jämn efterfrågan från kunderna eftersom kunderna själva vet vad de kan få och vid vilken tidpunkt (Womack & Jones, 1996).

Kundorderstyrning bygger på Just-in-time (JIT) som på svenska översätts till ”Precis i rätt tid”. Det innebär att varje komponent i hela produktionskedjan skall finnas på plats vid rätt tidpunkt och i rätt kvantitet. (Sandkull & Johansson, 1996)

3.4.5 Perfektion

Grunden i den femte och sista principen bygger på att ett förbättringsarbete aldrig är fullbordat. Kontinuerliga och ständiga förbättringar kan alltid göras för att minska olika former av slöseri men även för att kunna erbjuda en produkt som kunden egentligen vill ha.

Ett vanligt förekommande ord inom Lean Production är Kaizen, det japanska ordet för ständiga förbättringar. (Womack & Jones, 1996)

3.5 Lean Construction

Lean Construction används som ett gemensamt begrepp på applikationsmodeller till byggindustrin av Lean Thinking och Lean Production. Dessa begrepp har sitt ursprung från tillverkningsindustrin. (Toolanen, 2004)

3.5.1 Organisationer

IGLC och LCI är två organisationer som har haft stor betydelse för Lean Construction. De har sammanställt tydliga definitioner som används inom Lean Construction idag. Den svenska inspiratören inom området heter Lean Forum. Dessa beskrivs närmare nedan:

International Group for Lean Construction (IGLC) grundades 1993. Organisationen består av ett nätverk av forskare och praktiker inom arkitektur, ingenjörskonst och produktion vars syfte är att skapa förnyelse inom området för att möta nya utmaningar. För att få en effektiv förnyelse av byggprocessen enligt IGLC: s målformuleringar bör fokus läggas på de teoribitar där avsaknaden av kunskap är störst. (Toolanen, 2004)

Lean Construction Institute (LCI) bildades av Glenn Ballard och Greg Howell 1997. LCI är en ideell organisation som forskar och utvecklar kunskap i fråga om nya former av projektstyrning med avseende på design, ingenjörskonst och konstruktion vid samhällsviktiga byggnationer. (<http://www.leanconstruction.org/>)

Lean Forum Bygg är en inspirationskälla inom Lean i svensk byggindustri. Organisationen sprider kunskap om det framgångsrika lean-tänkandet till svenska byggföretag. Syftet är företagen ska få ökad förståelse om kundvärde och reducering av slöseri. Lean Forum Bygg identifierar utvecklingsbehov, utvecklar och driver seminarier, workshops, konferenser och utbildningar. (<http://www.leanforumbygg.se/>)

3.6 Produktionsteori - Lean production

I detta avsnitt beskrivs olika produktionsmetoder.

3.6.1 Transformationsteori

De tre olika begreppen som denna produktionsmetod kan beskrivas med är inputs, transformation och outputs. Resultatet av produktion är inputs bestående av material, maskiner och personal i en omvandlingsprocess (transformation) för att uppnå eftersträvat resultat, outputs. Tillverkningsprocessen kan delas in i ett antal underprocesser där var och en studeras med utgångspunkt från dess inputs och outputs. (Toolanen, 2004)

Ekonomisk styrning bygger på kostnadsstyrning av outputs mot lägsta transformationskostnad vilket leder till att det mest lönsamma tycks vara att producera långa serier och stora volymer. Detta kan emellertid medföra en suboptimering som kan ge negativa konsekvenser för andra angelägna produktionsmål som minimering av lager, tid till leverans av färdig produkt och kundnytta. (Toolanen, 2004)

3.6.2 Flödesteori

Ända sedan början av 1900-talet har produktionen betraktats i termer av operationer fram till färdigställande. Denna teori kommer bland annat från Fords upplägg för biltillverkning.

Den japanska industrin utvecklade nya flödesteorier som etablerade sig på 80-talet. Dessa grundade sig på ett nytt tänkande med Just-in time. (Toolanen, 2004)

Vid produktframställning bidrog de nya flödesteoretiska tillämpningarna till fokusering på den totala ledtiden samt reducering av resursbehovet i allmänhet. För analys av tidsaspekterna har begreppen värde-höjande aktiviteter och icke-värdehöjande etablerat sig inom dessa teorier. Exempel på icke-värdehöjande aktiviteter är väntetider, omställningstider och åtgärder av produktfel. (Toolanen, 2004)

Nya tillämpningar av detta produktionssätt har organisatoriskt lett till självstyrande grupper i produktionen, som själva ansvarar för en stor del av den dagliga arbetsplaneringen och kvalitetskontrollerna.

Produktion enligt Lean Construction teori går ut på en förkortning av ledtider, minskat antal variabler, förenkla processen och ökad flexibilitet. Flödestänkande är ett viktigt begrepp och det inkluderar även nätverksupplagda samarbetsrelationer med underentreprenörer för en totaloptimering av flödet från insatsvaror till färdiga produkter. (Toolanen, 2004)

3.6.3 Värdegenereringsteori

Värdegenereringsteorin har liksom flödesteorin vuxit fram som en reaktion mot transformationsteorins ensidiga koncentration på att minimera kostnader i en process olika delmoment. Ett stort antal kritiker till massproduktion anser att den starka koncentrationen på volymtänkande försummar andra angelägna mål som leveranstid, lageroptimering och uppfyllande av kundvärde. (Toolanen, 2004)

Värdegenereringskonceptet sätter kundvärdet i centrum och teorin innebär att produkternas värde bestäms i termer av kundnytta och nöjda kunder. Konceptets utveckling är nära sammankopplat med utvecklingen av kvalitetssystem för produktionsverksamhet. (Toolanen, 2004)

I en relation mellan kund och leverantör måste kundens begäran och förväntningar överföras i designen och tillverkningen av produkterna. Detta innebär att det viktigaste att mäta är kundnöjdheten. För att kontrollfunktionen ska fungera tillfredsställande måste informationsflödet fungera över hela processen. (Toolanen, 2004)

3.7 Last Planner

Avsnittet beskriver traditionell produktionsstyrning av ett byggprojekt och bakgrunden till planeringsverktyget Last Planner, samt produktionsstyrning med Last Planner.

3.7.1 Traditionell produktionsstyrning

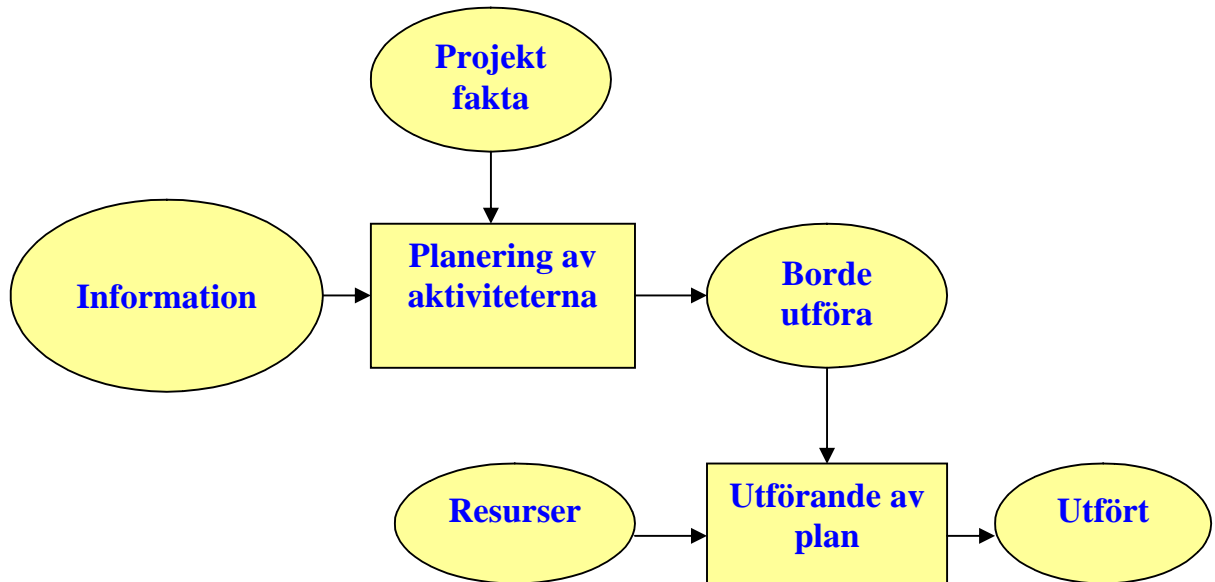
I traditionell produktionsstyrning är tiden och resurserna nyckelfaktorer som man försöker att planera och kontrollera. Faktorer som arbetskraft, tid, material och utrustning planeras och kontrolleras med hjälp av ett system som ska bedöma hur kostnadseffektivt resurserna används. Varje resurs har sin egen budget som övervakas, så att den inte överskrids.

Baserat på projektets framskridande görs periodiska prognoser över vilka resurser som behövs. Styrningen av tiden görs med hjälp av planering, tidplan och övervakning. Planeringen bestämmer vad som skall göras och i vilken ordning. Tidplanen avgör aktivitetens varaktighet och tidpunkt. Övervakning görs mot tidplanen och prognosen för när aktiviteten skall vara klar.

3.7.1.1 Push system

Tiden mäts inte mot produktiviteten utan kontrolleras med avseende på produktion eller framskridande. Traditionella planeringssystem är ofta baserade på så kallad push metod. Push system bygger på att informationen trycks in i en process som är styrd av mål eller tid.

Figur 3.3 nedan visas en schematisk bild av ett traditionell (push) planeringssystem.



Figur 3.3 Traditionellt (push) planeringssystem

3.7.1.2 Work Breakdown Structure (WBS)

Produktionsstyrning med traditionellt synsätt baseras oftast på WBS (Work Breakdown Structure). Tanken med WBS är att dela upp projektet i mindre delprojekt, för att lättare kunna övervaka och kontrollera projektets framskridande.

Nedan ges en kort beskrivning på engelska av WBS:

“The WBS provides the framework for defining the project from the top all the way down to its smallest components and for accumulating the costs associated with each piece. In so doing, the WBS provides a data base from which problem areas can be identified, forecasts made, and corrective action can be taken.” (Diekmann and Thrush, 1986)

Det traditionella sättet att styra projekt genom att fokuseras på kostnader och schema, gör det svårt att korrigera avvikelser i produktionen och orsaken till dessa. Enligt Ballard och Howell (1996) krävs att man förstår arbetsflödet i ett projekt för att man ska kunna rätta till störningar och dess anledningar.

3.7.4 Bakgrund till Last Planner

Projektet Last Planner startades, för att komma till rätta med den dåliga planeringen, bristande kvaliteten och den låga produktiviteten inom byggindustrin. Projektet startade med att man upptäckte att endast hälften av det planerade aktiviteterna var utförd efter en vecka.

Produktionssystemet Last Planner utarbetades med följande initiala frågeställning.

- På vilka grunder fattas besluten i planeringen.
- Kan beslutsunderlaget förbättras.

Experiment utfördes för att testa teorin att misslyckanden berodde på dåliga arbetsrutiner, kvaliteten ställdes mot följande utmaningar: definition, sekvens, tillstånd och storlek.

Arbetet mättes med andelen färdiga aktiviteter och orsaker till förseningar spårades. Med detta som bas för utredningen insågs att utbildning måste ingå i planeringsprocessen.

Nedan följer den frågeställning som gjordes med avseende på kvalitet.

Definition:

- Är aktiviteterna tillräckligt beskrivna så att rätt sort och mängd material kan införskaffas?
- Kan arbetet koordineras med andra aktiviteter?
- Kan man säga att aktiviteten är utförd i slutet av veckan?

Tillstånd:

- Är aktiviteterna genomförbara?
- Är materialet tillgängligt?
- Är designen fullständig?
- Är krävda aktiviteter utförda?

Sekvens:

- Utförs aktiviteterna i rätt ordning?
- Hur görs prioriteringen av aktiviteterna?

Storlek:

- Är aktiviteterna anpassade efter resurserna?
- Utförs de initiala aktiviteterna i tillräcklig utsträckning, med avseende på kommande arbete?

Utbildning blev en nyckelfaktor vid granskning av arbetet och nedanstående punkter utarbetades.

Lärande:

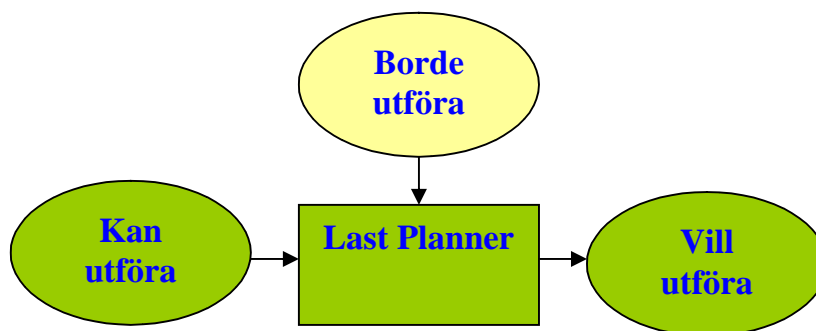
- Dokumenteras orsaker och anledningar till störningar?
- Med hjälp av dessa kriterier utarbetades mätinstrumentet PPC, vilket gjorde att planeringen blev bättre och produktionen ökade.
- Väl beskrivande arbetsberedningar och kvalitetskriterier, skulle skydda produktionen från kommande osäkerheter och variationer.
- Dessa skydd skulle minska efterforskning och väntan på material, mm.
- För att komma till rätta med arbetsflödet infördes framförhållningsplanering i Last Planner.

Till den framförhållande planeringen (*Lookahead planning*) utarbetades de tre nedanstående reglerna.

- Tillåt aktiviteterna att kvarstå i huvudschemat, tills man vet att dessa inte ska eller kan utföras.
- Tillåt aktiviteten att kvarstå i framförhållningsplaneringen, endast om planeraren tror att den kan utföras enligt plan.
- Tillåt aktiviteten att kvarstå i planeringen om alla begränsningar för dess utförande upphävs. (Ballard and Howell 1996)

3.7.5 Produktionsstyrning med Last Planner

Last Planner är ett planeringsverktyg som består av två komponenter, kontroll av enheter i produktionen och styrning av arbetsflödet. Information och ökat ansvar ska leda till att alla deltagarna engagerar sig i projektet och utvecklas till att göra korrigerande handlingar, om och när detta krävs. Det viktigaste kriteriet för systemet är att aktiviteter endast får utföras, om de kan utföras fullständigt, alla resurser som krävs till utförandet måste finnas tillgängliga. Last Planner har en produktionsstyrning som man kan uppfatta likt en mekanism som transformerar den planerade aktiviteten från kan utföra till vill utföra (eg. Can till Will). Figuren nedan ger en schematisk bild av transformationen i planeringssystemet, det gröna indikerar det nya i planeringsmetodiken.



Figur 3.4 Transformation i Last Planner

3.7.5.1 Produktionskontroll

För att uppnå kontroll av enheterna i produktionen, finns det ett antal kriterier som bör vara uppfyllda. Dessa bedömningsgrunder har direkt betydelse för kvaliteten på utförandet av planerna i Last Planner. Listan nedan räknar upp kraven på aktiviteterna. (*Ballard. 2000*)

- Aktiviteterna skall vara väl beskrivna.
- Aktiviteterna skall utföras i rätt ordning.
- Aktiviteterna skall vara lagom stora.
- Aktiviteterna skall vara genomförbara.

3.7.5.2 Styrning av arbetsflödet

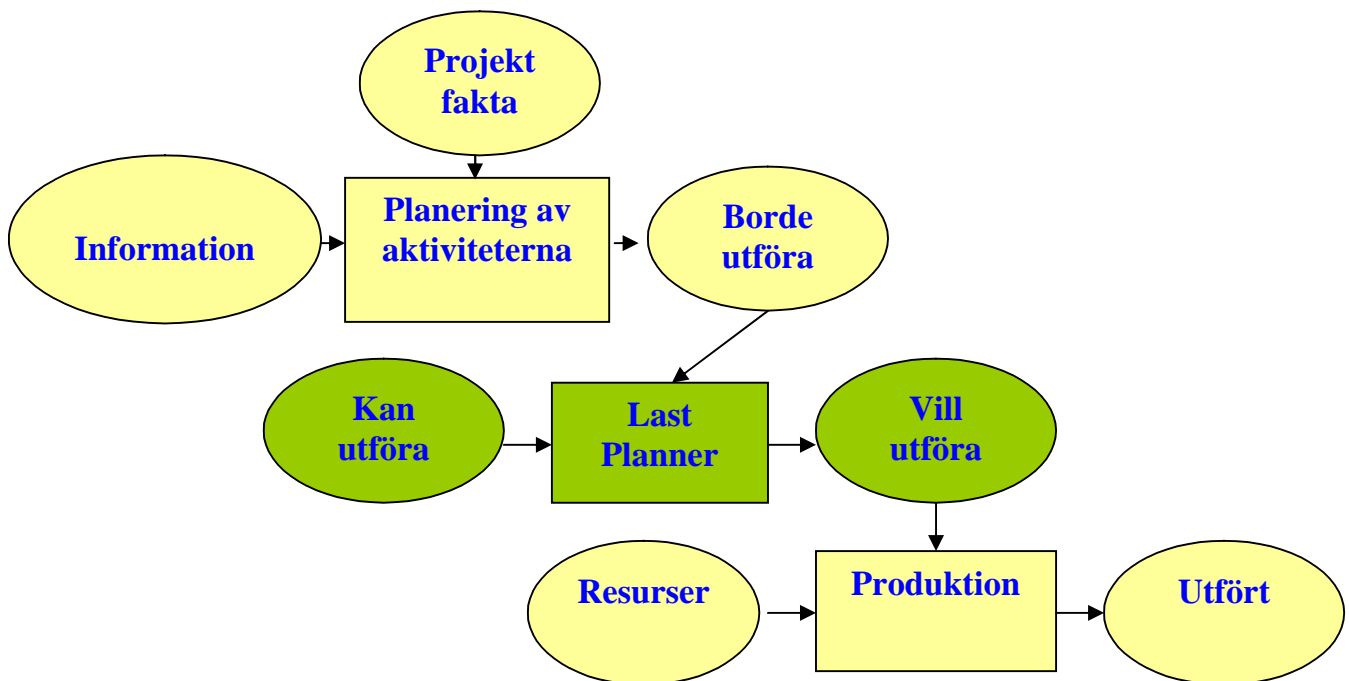
Arbetsflödet styrs med hjälp av framförhållningsplanering (Lookahead planning). Den framförhållande planeringen är vanligtvis 3-12 veckor. Längden på framförhållningen beror på, typ av projekt, tillförlitlighet hos planeringssystemet, samt tiden för insamling av resurser.

Den framförhållande planeringen har följande karakteristiska funktion. (*Ballard. 2000*)

- Att forma sekvenser och takt av arbetsflödet.
- Att anpassa kapaciteten till arbetsflödet.
- Att lösa upp planerade aktiviteter till arbetsberedningar.
- Att utveckla metoder för utförande.
- Att upprätthålla en dokumentation av färdiga aktiviteter.
- Att uppgradera och granska planeringen.

3.7.5.3 Pull system

Ett planeringssystem som introducerar information och material till produktionsprocessen brukar kallas för ett pull system. Last Planner är ett pull system som komplimenterar gamla planeringssystem enligt figur 4.7 nedan, det gröna är det nya i planeringssystemet.



Figur 3.5 Last Planner pull system.

Arbetsättet som används vid planering med Last Planner är unikt, för att istället som tidigare ge direction till fortsatt planering, startar produktionen direkt. Systemet har ett upplägg som gör att arbetsbördan och kapaciteten matchar varandra, vilket leder till produktivitetssökning.

Last Planner är baserat på filosofi, regler och procedurer som har sina rötter i Toyotas produktions system TPS.

Systemet har ett mätinstrument som anger procenten utförda aktiviteter delat med det totalt planerade antalet aktiviteter (PPC).

4. Fallstudie vid projektet Flotab

4.1 Introduktion

Fem entreprenörer deltar i studien och omfattar bland annat utvecklingen av deras PPC värden (Percent Plan Complete). Studien ger även en kort beskrivning av bakgrunden till bygget av anläggningen samt presentation av de olika företagen. Projektet som går under namnet Flotab bedrivs som ett partneringsprojekt. Det startade under första kvartalet 2007 och beräknas vara klart sommaren 2008.

4.2 Presentation av beställaren

LKAB (*Luossavaara-Kirunavaara AB*) är en världsledande producent av förädlade järnmalmprodukter för ståltillverkning och en växande leverantör av mineralprodukter. Företagets koncernkontor är lokaliserat till Luleå. Bolaget har ca 3500 anställda och består av ett 30-tal bolag i 15 länder. LKAB omsatte 16 385 Mkr 2007 och är helägt av svenska staten.

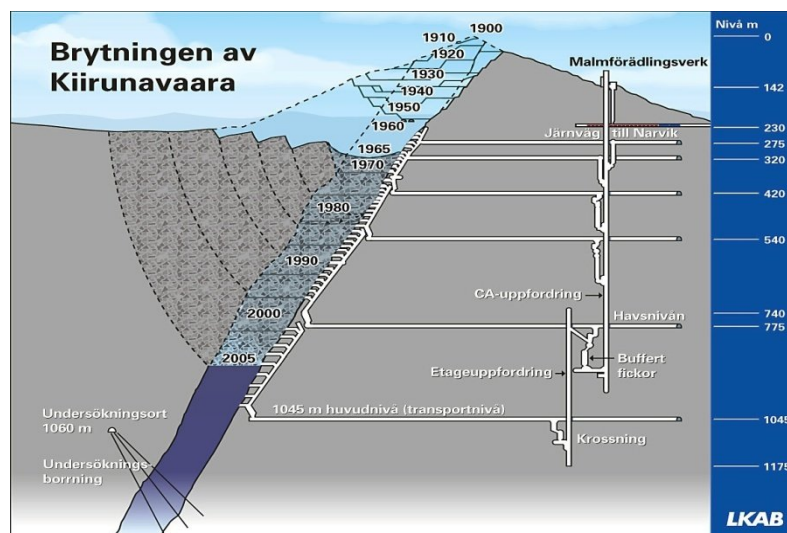
LKAB:s huvudprodukt är pellets, vilket är järnmalmkulor med en diameter på cirka en centimeter. Pelletsen håller hög järnhalt och jämn kvalitet. Verksamheten har sin bas i malmfälten, med järnmalmgruvor och förädlingsverk i Malmberget, Svappavaara och Kiruna. Gruvan i Kiruna har en malmkropp som är cirka fyra kilometer lång och två kilometer djup. Malmreserven på den nuvarande huvudnivån i Kirunagruvan beräknas räcka till 2015, med dagens produktionsvolym.

Den ökande efterfrågan på malm har lett till att LKAB genomför ett omfattande investeringsprogram på ca 11 miljarder kronor för att öka produktionskapaciteten. Investeringarna omfattar nya pellets- och anrikningsverk, kapacitetsökning i gruvorna samt satsningar på logistik. LKAB har som mål att höja leveranskapaciteten av järnmalmprodukter från 25 Mt till 30 Mt per år.

Som ett led i investeringsprogrammet har LKAB beslutat att investera i en flotationsanläggning i Svappavaara. Totalt investeras 400 miljoner kronor i projektet som omfattar flotationsanläggning, driftcentral/kontor och en analysanläggning. Projektet påbörjades under första kvartalet 2007 och beräknas vara klart sommaren 2008. (www.lkab.com)

4.2.1 Enproduktgruvan

Gruvan i Kiruna har idag tre rågodsflöden till förädlingsverken. I februari 2007 beslutade LKAB att gruvan skall bli ”enproduktgruva”, vilket innebär att endast en kvalitet på råmalmen levereras. Konsekvensen av detta blir att malmen kommer att innehålla för mycket fosfor för den slutgiltiga pelletsproduktionen. Därför måste malmen floterats (fosforrenas) före pelletisering. Bild 4.1 visar en genomskärning av Kirunagruvan. (www.lkab.com)



Figur 4.1 Kirunagruvan

4.2.2 Flotationsanläggning i Svappavaara

Förädlingsverken i Svappavaara får sin råmalm från gruvan i Kiruna och malmen har alltid varit av lågfosfor kvalitet. När beslutet togs att Kirunagruvan endast skall leverera en kvalitet på malmen, bestämdes att bygga en flotationsanläggning i anslutning till anrikningsverket i Svappavaara. Flotationsanläggningen ska separera fosfor från malmen, processen går till så att kemikalier tillsätts i vattenblandad malm, kemikalierna binder fosfor som stiger till ytan i luftbubblor som sedan skummas av. När anläggningen är klar ska den klara av att rena fosfor från fyra miljoner ton malm per år. Projektet är uppdelat i tre olika delar, driftcentral/kontor, flotationshall och analysanläggning. Figur 4.2 och 4.3 visar två av projektets objekt. (www.lkab.com)



Figur 4.2 Driftcentral/kontor



Figur 4.3 Flotationshall

4.3 Partnering

Flotab bedrivs som ett partneringprojekt mellan LKAB och ABB, NCC, METSO, SWECO och PÖYRY. Partnering är en samverkansform mellan olika aktörerna i ett byggprojekt. Tanken är att alla involverade parter skall samarbeta med öppen ekonomisk redovisning. Målet med partnering är att förkorta projektering, minska byggtiden, byggkostnad och öka måluppfyllelsen. Samarbetsformen syftar också till att förbättra samarbetet, kreativiteten och nytänkandet hos parterna, samt att minska de ekonomiska konflikterna.

4.3.1 Definition av partnering

Terminologicentrum (TNC) har översatt partnering till det svenska ordet partnerskap och definierar det på följande vis:

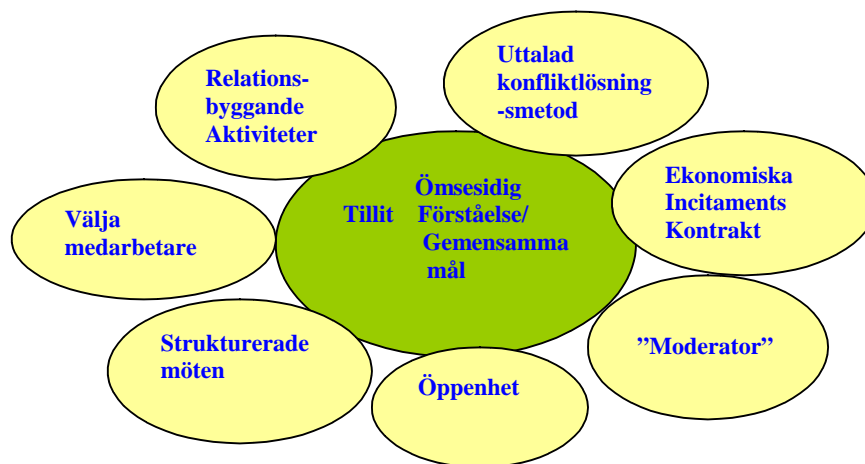
”Partnerskap är ett ledningssätt som används mellan beställare och leverantör för att enligt avtal samverka och ömsesidigt informera varandra i syfte att uppnå ett bättre gemensamt resultat i ett projekt. Grundläggande komponenter i partnerskap är formaliserade ömsesidiga målbeskrivningar,

överenskommelser om problemlösningsmetoder och en aktiv samverkan för kontinuerligt mätbara förbättringar.” (Rhodin, 2002)

Förnyelse i anläggningsbranschen (FIA) skriver i sin rapport om utökad samverkan att:

”Utökad Samverkan ska komplettera Upphandlingsformerna, Entreprenadformerna och Ersättningsformerna och vara ytterligare ett instrument för att effektivisera genomförandet. Utökad Samverkan ska fritt kunna kombineras med olika varianter av upphandlings-, Entreprenad- och ersättningsformer Samverkansformen ska utgöra ett smörjmedel vid effektivt genomförande av anläggningsprojekt. Kombinationerna ska kunna ske inom befintliga regelverk.” (FIA 2006)

Nyström (2005) har sammanställt 13 författares forskning kring partnering, vilket resulterat ibland annat partneringblomman nedan.



Figur 4.4 Partneringblomman

Nyströms illustration skall visa signifikanta mjuka framgångsfaktorer vid partnering.

4.3.2 Partneringdeklaration för projektet FLOTAB

LKAB har tillsammans med ABB, NCC, METSO, SWECO och PÖYRY beslutat att arbeta för nedanstående mål och framgångskriterier vid genomförandet av flotationsprojektet i Svappavaara. (Partneringdeklaration 17-18/4- 07)

I detta projekt skall vi:

- leverera en anläggning i rätt tid med rätt funktion.
- ha ett integrerat arbetsmiljöarbete med en säker och välstädd arbetsplats – ”säkerheten först”.
- säkerställa rätt prognoser (slutligt utfall) i tidigt skede.

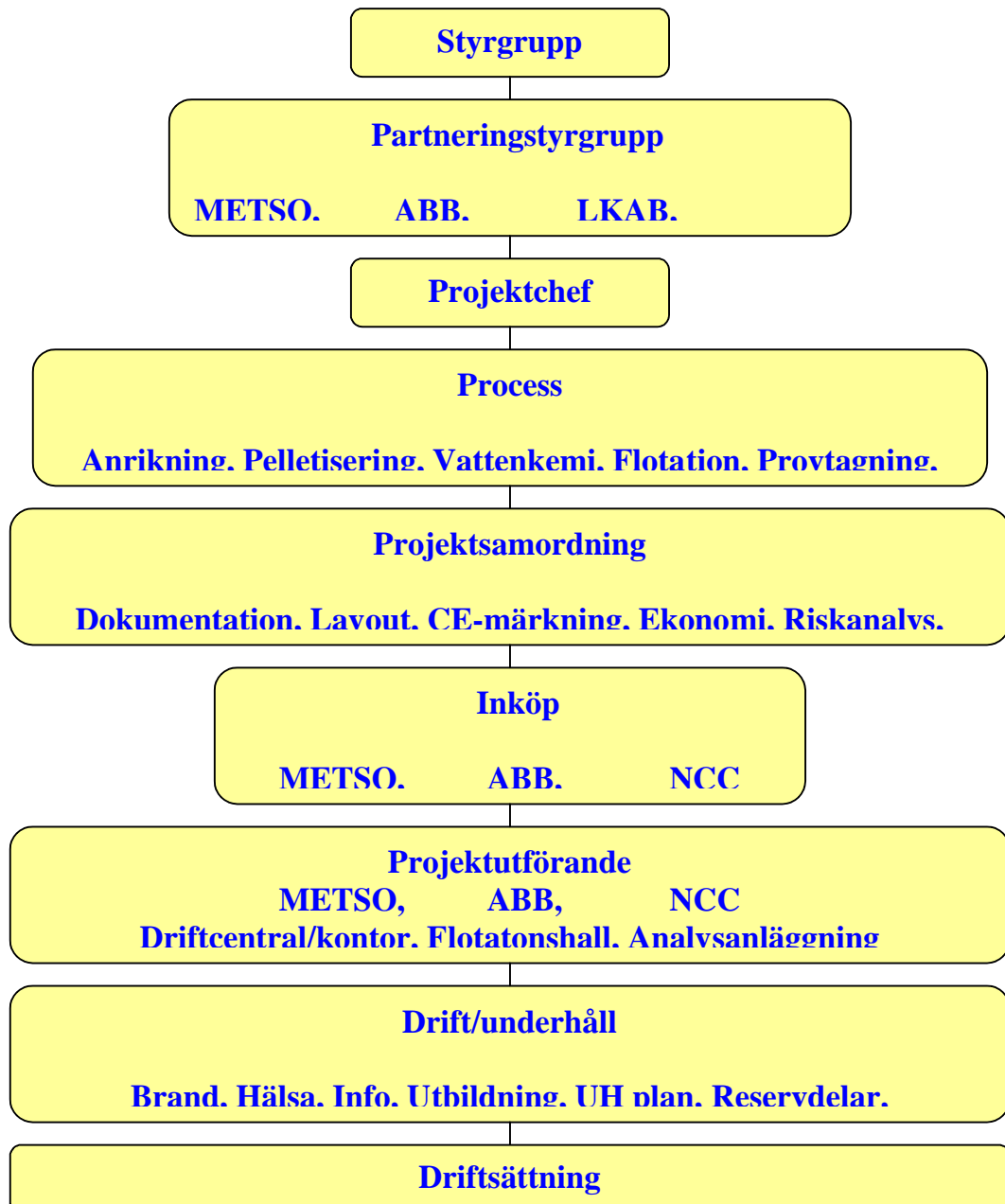
Genom att:

- ärlighet, öppenhet, delaktighet och tillit råder i projektet.
- projektera och bygga i den ordning det skall driftsättas.
- ha tydliga mål med fasta ramar till exempel frysta layouter i tidigt skede.
- jobba med framförhållning och säkerställa rätt indata i rätt tid.
- ha en behovsanpassad utbildning i rätt tid.
- ha ett metodiskt arbetssätt med tydliga rutiner för hantering av avvikelser risker/möjligheter och ändringar.
- prata med varandra – profylaktisk gnisselhantering
- ha en tydlig och komplett organisation med klara roller, ansvar och befogenheter.
- säkerställa ett roligt och fartfyllt projekt med ett gott samarbetsklimat.
- drift och underhållspersonal skall frigöras för projektet i erforderlig omfattning.
- säkerställa god samordning mellan olika discipliner.
ställa krav – även på dig själv.

Representanter från LKAB, ABB, NCC, METSO, SWECO och PÖYRY har deltagit vid utarbetandet av partneringdeklarationen och godkänt dess innehåll.

4.3.3 Organisation

Projektet Flotab har en organisation som är tydlig och ger en klar bild över ansvarsfördelningen och samordningen mellan de olika parterna. Figur 4.2 ger en översiktlig organisationsplan över projektet Flotab.



Figur 4.5 Översiktlig organisationsplan över projektet Flotab

4.3.4 Change Order (CO) samt Ändrings/Tilläggsarbeten (ÄTA)

Det är viktigt att ett projekt har bra rutiner vid ändrings- och tilläggsarbeten för att minska onödiga kostnader, förseningar och väntetider. Om beställare eller entreprenör upptäcker att det krävs en ändring eller tillägg skall detta resultera i en omedelbar ÄTA. Ett ändrings- eller ett tilläggsarbete som upptäcks och åtgärdas i tid behöver inte fördyra projektet nämnvärt.

Projektet Flotab har klara och väl utarbetade riktlinjer för Change Order (CO) samt Ändrings och Tilläggsarbeten (ÄTA), se bilaga 2.

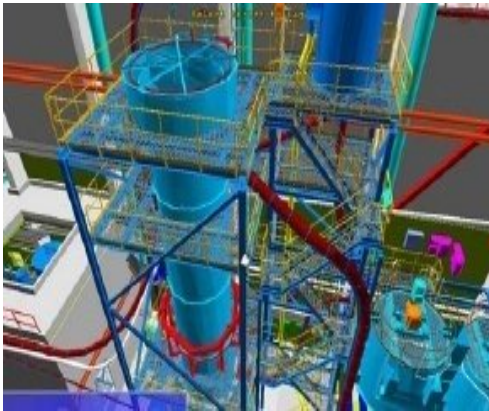
4.4 Visualisering med cad-teknik

Redan vid starten av projektet Flotab, beslöts att projektera i 3D, då tekniken gett goda resultat från bygget av MK3 (Malmberget Kulsinterverk 3). Huvudsyftet att projektera i 3D är att förkorta ledtider till färdig produkt, men det underlättar också kommunikationen i projektering och byggande mellan konsulter och entreprenörer som deltar i projektet. Modellen ger även möjlighet att inhämta synpunkter från drift- och underhållspersonal till projekteringen.

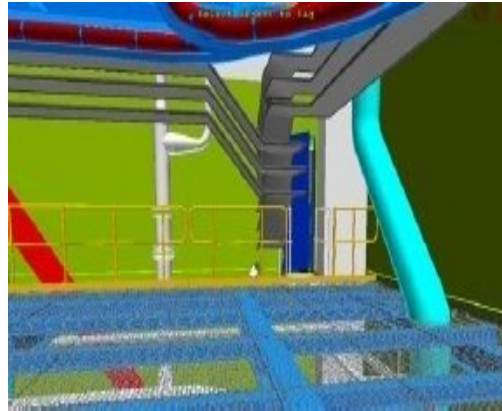
Till VR plattform valdes Walkinside som är en programvara för visualisering av stora och komplexa 3D CAD-modeller i realtid. Programmet ger användaren möjlighet att vandra runt i modellen och ge en realistisk bild hur slutresultatet kommer att se ut. Tekniken innebär att man direkt kan se hur installationerna ska sitta och man slipper missar, eftersom man ser samtliga installationer på en gång.

En annan aspekt av programmet är att man lär sig av varandra när man arbetar med walkinside, eftersom man med blotta ögat kan se i vilken ordning de olika installationerna bör ske. Detta ger möjlighet till att diskutera sig fram till den bästa lösningen på utförandet. Med Walkinside kan man konvertera befintliga 3D CAD-modeller från flera olika system till interaktiva walk- throughs direkt utan att behöva göra några inställningar.

Nedan visas två bilder från flotationsanläggningen gjorda med walkinside.



Figur 4.6 Kolonn



Figur 4.7 Stålbjälklag

4.5 Entreprenörer

Avsnittet presenterar de fem entreprenörerna som deltar i Last Planner projektet.

4.5.1 NCC

NCC bedriver sin huvudsakliga verksamhet i norden, och är ett av de ledande företagen inom bygg- och anläggningssektorn. Företaget hade en omsättning 2006 på 56 Mdr SEK och antalet anställda var 22 000. "NCC:s vision är att vara det ledande företaget i utvecklingen av framtidens miljöer för arbete, boende och kommunikation." NCC ansvarar för uppförandet av byggnaderna i projektet FLOTAB. (www.ncc.se)

4.5.2 Metso Mineral

Metso mineral är en av de större leverantörerna av utrustning, service och lösningar för processindustrin. Företaget ingår i Metso Corporation som har en omsättning på sex billioner euro och 27 000 anställda. Kundsegmentet finns i gruv-, anläggnings-, bygg- och återvinningsindustrin. Till flotationsanläggningen i Svappavaara har Metso levererat och installerat maskinerna som krävs vid flotering. (www.metsominerals.com)

4.5.3 ABB

I Sverige har ABB cirka 8 700 medarbetare och finns på 35 orter. ABB-koncernen omsatte ca: 35 miljarder USD 2007. På den svenska marknaden är företaget en ledande leverantör av produkter och system för kraftöverföring samt process- och industriautomation. ABB ansvarar för leverans och installation av system för kraftöverföring och processautomation till anläggningen i Svappavaara. (www.abb.se)

4.5.4 YIT

YIT Sverige AB har cirka 4 300 medarbetare på drygt 150 kontor runt om i Sverige, från Kiruna i norr till Ystad i söder. Bolaget omsatte 5,6 miljarder kronor 2007.

YIT är uppdelat i fyra divisioner, elsystem, klimatsystem, rörsystem och Facilities management. Företaget levererar och installerar rörsystem till flotationsanläggningen. (www.yit.se)

4.5.5 Leab

Leab Luftbehandling AB med huvudkontor i Luleå och ett filialkontor i Stockholm, har varit verksamt sedan 1984 och utför projektering, konstruktion och service på ventilationsanläggningar i alla typer av byggnader. Bolaget omsatte 2006 cirka 73 miljoner kronor med ungefär 30 anställda. Företaget blev nyligen uppköpt av Norska Gunnar Karlsen as (GK), som är en av de större inneklimatkoncernerna i Skandinavien med cirka 1 300 medarbetare och en omsättning på 2,5 miljarder kronor. På den svenska marknaden finns GK Sverige AB representerat med 17 kontor och omsätter cirka 450 miljoner kronor.

Leab Luftbehandling kommer tillsvidare att arbeta under samma namn och utgöra ett dotterbolag till GK Sverige. Leab ansvarar för leverans och montage av ventilationssystem till Svappavaara. (www.leabluf.se)

5. Resultat

I detta kapitel presenteras hur implementeringen av Last Planner fungerat, samt resultatet av enkätundersökningen och utvärdering av entreprenörernas Percent Plan Complete. Enkäten lämnades till de delaktiga aktörerna i projektet som ansågs vara tillräckligt insatta i Last Planner metodiken för att kunna svara på frågorna.

5.1 Implementering av Last Planner

Last Planner är ett planeringssystem som ska introducera information och material till produktionsprocessen, ett så kallat pull system. Verktöget består av två komponenter, kontroll av enheter i produktionen och styrning av arbetsflödet. I projektet Flotab har en av dessa komponenter inte fungerat till 100 %, styrningen av arbetsflödet har vissa veckor inte skett enligt Last Planner metodiken. Entreprenörerna har ibland inte orkat eller haft tid att bestämma storleken på aktiviteterna som skall utföras under veckan. En lista på aktiviteter som kan utföras har lämnats till den planeringsansvarige samordnaren, som har bestämt hur mycket som kan utföras under veckan. Detta har resulterat i att planeringsverktöget fungerat som ett puch-pull system och påverkat PPC statistiken negativt. Last planner är som namnet antyder om den sista planeringen innan produktion, här har planeringen inte skett i det sista ledet innan produktion

5.1.1 Entreprenörernas PPC

PPC V748- V816

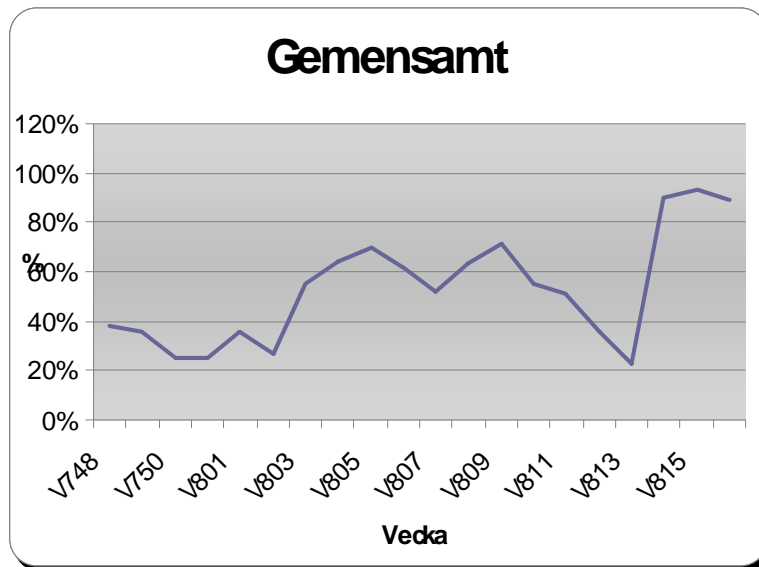
Vecka	1	2	3	4	5	Gemensamt
V748	66%	17%	-	75%	100%	38%
V749	56%	26%	13%	75%	100%	36%
V750	43%	14%	17%	80%	100%	25%
V751	71%	22%	-	31%	100%	25%
V752	-	7%	-	-	-	7%
V801	38%	60%	21%	13%	-	36%
V802	36%	14%	5%	58%	-	27%
V803	58%	66%	57%	33%	-	55%
V804	50%	61%	66%	86%	-	64%
V805	70%	75%	63%	100%	75%	70%
V806	70%	100%	50%	67%	100%	62%
V807	82%	75%	38%	33%	100%	52%
V808	64%	100%	61%	71%	-	63%
V809	60%	-	72%	86%	-	71%
V810	33%	50%	64%	67%	-	55%
V811	50%	-	55%	55%	-	51%
V812	50%	50%	67%	24%	-	36%
V813	-	-	57%	10%	-	23%
V814	100%	50%	75%	91%	100%	90%
V815	33%	100%	100%	100%	-	93%
V816	100%	-	-	83%	100%	89%

Figur 5.1 Visar de fem företagens PPC (1-5 är företagen)

PPC (Percent Plan Complete) syftar till procenten helt utförda aktiviteter delat med det totalt planerade antalet aktiviteter. För ett projekt är det lämpligt att titta på den gemensamma PPC kolumnen, då denna ger en uppfattning hur projektet framskrider. Om man bortser från v.52 då endast en av entreprenörerna arbetade, så varierar PPC mellan 23- 93 % för den gemensamma PPC värdet, vilket inte ska ses som ett bra resultat. I tabell 4.1 ovan redovisas de fem (1-5) deltagande entreprenörernas PPC.

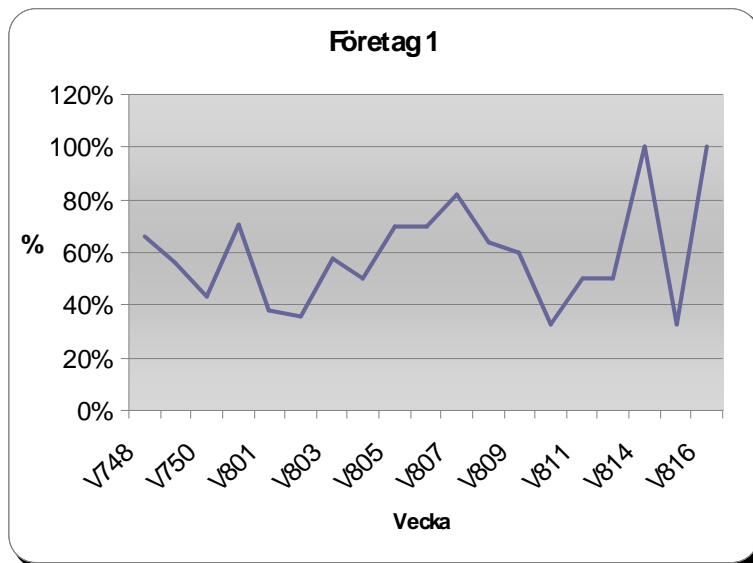
5.1.2 Grafisk presentation av PPC

Avsnittet presenterar en grafisk illustration av entreprenörernas PPC, under perioden v48 -07 till v16 -08.



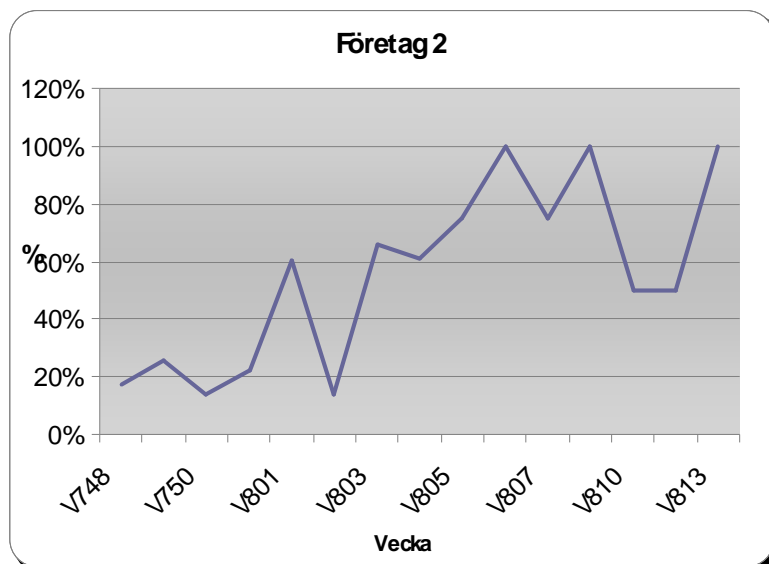
Figur 5.2 Visar gemensamma PPC från samtliga företag

Entreprenörernas gemensamma PPC värde indikerar att man har lärt sig att använda planeringsverktyget Last Planner, graflinjen visar på en tydligt stigande trend. Medel PPC hamnar på ca: 50 % för perioden, detta bör ses som ett otillfredsställande resultat. Trots detta ligger projektet Flotab före tidsplanen. Företagen har troligtvis överskattat hur många aktiviteter som kan utföras på en vecka.



Figur 5.3 Visar PPC från företag 1

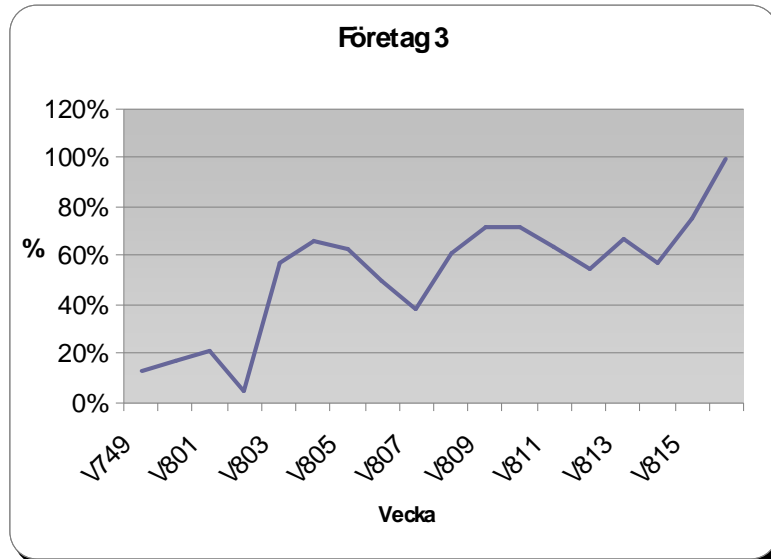
Grafen ovanför visar PPC från företag 1, här kan man urskilja en stigande trend, trots en ganska växlande graflinje. Medelvärdet för PPC hamnar på ca: 60 %. Företaget har angett att material varit den största orsaken till att aktiviteterna inte utförts enligt plan



Figur 5.4 Visar PPC från företag 2

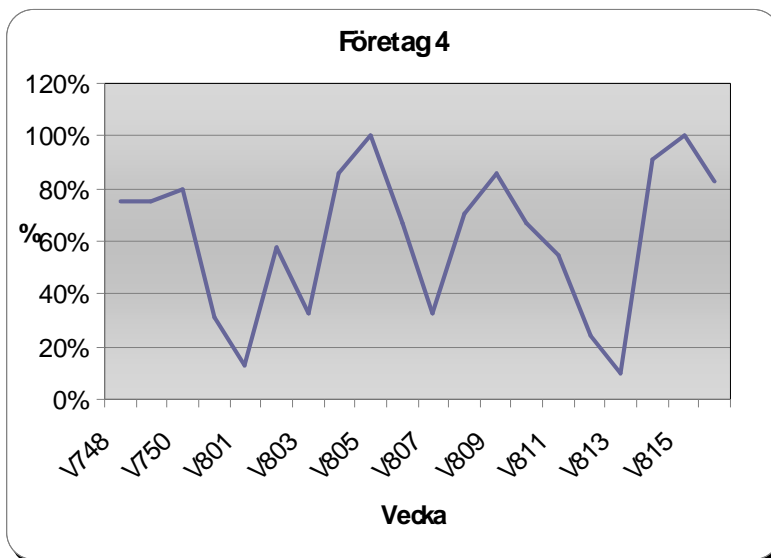
Företag 2 visar en klart stigande trend, med ett medelvärde för PPC på ca:

50 %. Här kan man tydligt se att man lärt sig under arbetets gång hur man använder sig av Last Planner. Även detta företag har angett att material varit största orsaken till förseningar.



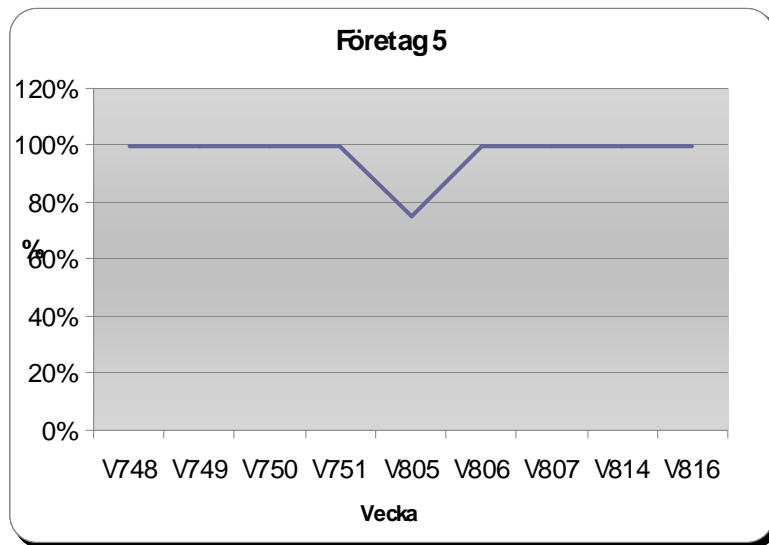
Figur 5.5 Visar PPC från företag 3

Även företag 3 har en klart stigande trend, medelvärdet för PPC ligger på 52 %. Företaget har inte angett orsaker till förseningar.



Figur 5.6 Visar PPC från företag 4

Företag 4 har angett att väntan på att andra skall slutföra sina aktiviteter, varit den största orsaken till att arbetet inte utförts enligt plan. Den skiftande graflinjen indikerar att det funnits problem i planeringen och kommunikationen mellan de olika aktörerna. Företaget har dock klarat sig anständigt med ett medel PPC på ca: 62 %

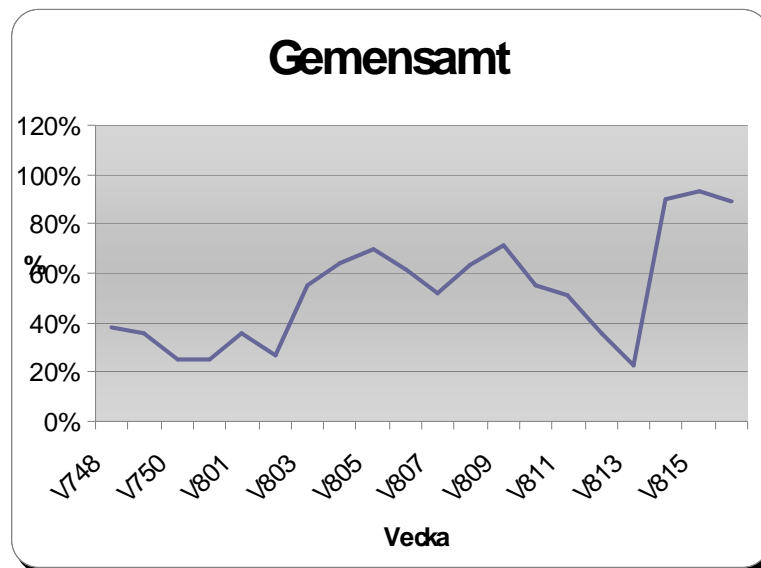


Figur 5.7 Visar PPC från företag 5

Företag 5 har ett medel PPC på över 97 % och har klarat sig bäst i denna undersökning.

Bolaget har inte angett några som helst problem, vilket kanske inte är så underligt, med tanke på det höga PPC värdet.

5.1.3 Utvärdering av PPC



Figur 5.8 Visar gemensamma PPC (veckovärden) för projektet.

Samtliga företag ligger på en PPC nivå runt 50 % (medel), detta indikerar att det har funnits en del problem med planeringen. I början av perioden indikeras en viss inlärningsfas, då medelvärdet för det gemensamma ligger mellan 25-38%. Att verktyget använts som ett push system vissa veckor har troligtvis varit den enskilt största faktorn som bidragit till de ordinära PPC värdena. För att verktyget Last Planner skall fungera som ett pull system, som introducerar information och material till produktionsprocessen, krävs att aktörerna utför planeringen gemensamt. Några företag har angett väntan som en av de största orsakerna till att aktiviteter inte blivit utförda enligt plan, vilket kan bero på brister i planering och kommunikation mellan entreprenörerna.

Två företag har angett material som största orsak till förseningar, vilket troligtvis beror på att systemet använts felaktigt. Vet man vilka aktiviteter som skall utföras under veckan, ordnar man det krävda materialet. Den gemensamma grafen över PPC ovan ger en ganska skiftande, men stigande

trendlinje, vilket betyder att företagen har en lärande orientering till planeringsverktyget.

Trots tämligen låga PPC värden för entreprenörerna, ligger projektet Flotab före tidplan, vilket kan indikera att man överskattat hur mycket aktiviteter som man hinner utföra per vecka. Det är samtidigt lätt för ett företag att höja sitt PPC värde, genom att minska antalet aktiviteter som kan utföras under en vecka. En viss överskattning av hur mycket som kan utföras under en vecka, kan vara sporrande för deltagarna att få aktiviteterna klara.

5.2 Resultat av enkät

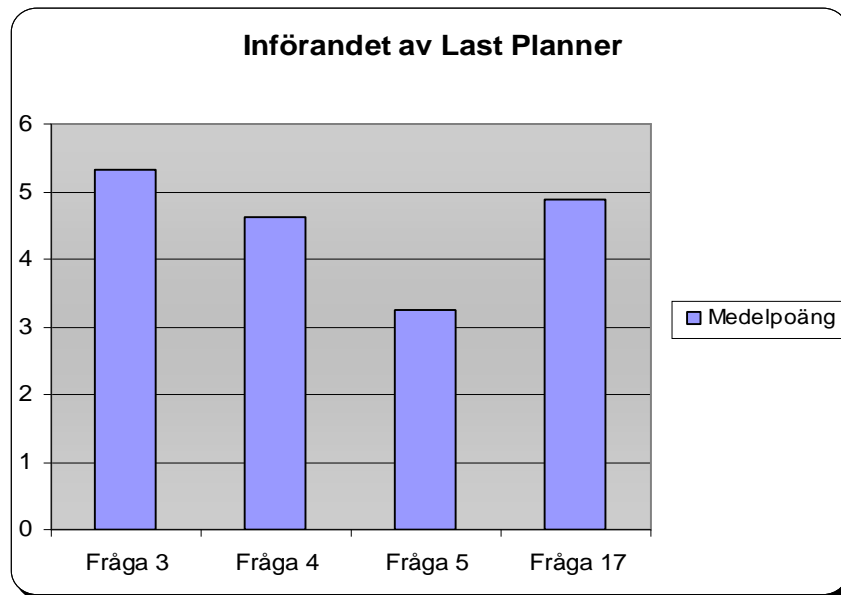
Enkäten skickades ut till 15 personer som ansågs relevanta för studien varav 9 svarade. I enkäten har respondenterna fått ta ställning till olika påståenden och frågeställningar i en sexgradig svarsskala. De yttersta gränserna var *fungerat inte alls* (1) och *fungerat mycket väl* (6) respektive *stämmer inte alls* (1) och *stämmer mycket väl* (6).

Resultaten från enkäten har redovisats som numeriska medelvärden (1 – 6). Efter varje fråga fanns det möjlighet att ange egna synpunkter. Frågeställningarna som använts redovisas i bilaga 1

De sju faktorer som undersöks närmare i enkätundersöken är:

- Införande av Last Planner
- Samarbetet mellan de delaktiga aktörerna i projektet.
- Planering.
- Produktiviteten i projektet.
- Kontroll och styrning av projektet.
- Fördelar och nackdelar med Last Planner.
- Orsaken/orsaker att arbetet inte är utfört enligt planering.

5.2.1 Införande av Last Planner



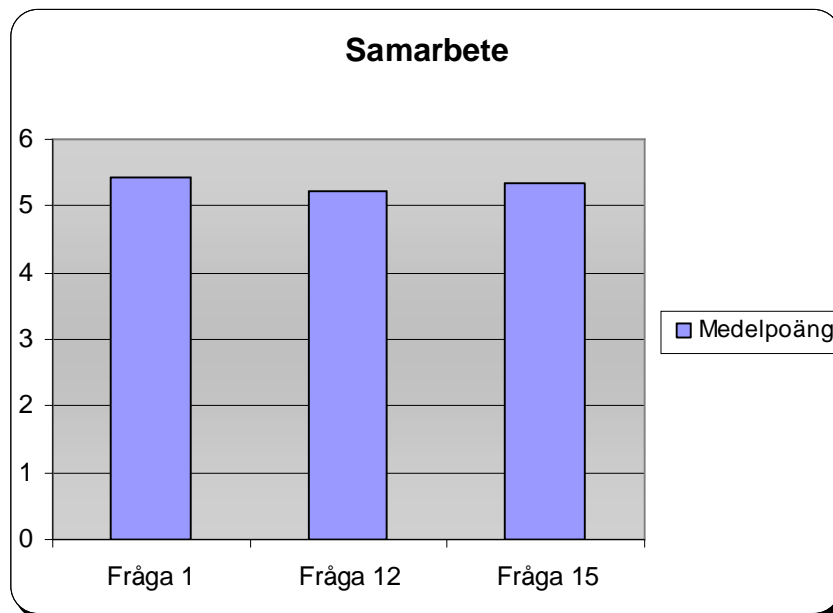
Figur 5.9 Resultat från mätning av införandet av Last Planner i projektet.

Syfte med enkätundersökningen var att undersöka hur väl införandet av Last Planner i projektet har gått. Eftersom det är ett nytt planeringsverktyg som inte är beprövat i Sverige kan man lära sig hur införandet av metoden ska utföras på bästa sätt i nästa projekt.

Samtliga av företagen anser att före införandet av Last Planner gavs en utförlig beskrivning av verktyget samtidigt som de bedömer att en ordentlig utbildning i planeringsverktyget inte var nödvändigt. De förstod vitsen med verktyget och dess metodik redan från början. De upplevde det positivt och värdefullt att Last Planner implementerades i projektet.

Kommentarer i enkätundersökningen anger att det är viktigt att optimera resurserna mellan de olika aktörerna och att alla gör sitt bästa att klara veckoaktiviteterna. Vidare nämndes att det var bra att prova nya metoder för att kunna se nya möjligheter.

5.2.2 Samarbete



Figur 5.10 Resultatet av mätning av samarbetet mellan aktörerna i projektet.

Problem som kan uppstå vid dåligt samarbete med underentreprenörer är framför allt väntetider. Dålig planering kan innebära krockar, det är exempelvis svårt att lägga golv samtidigt som en målare målar. Detta leder till att yrkesarbetarna måste utföra andra arbetsuppgifter än de planerade i fel ordning, vilket kan innebära väntan och omarbete.

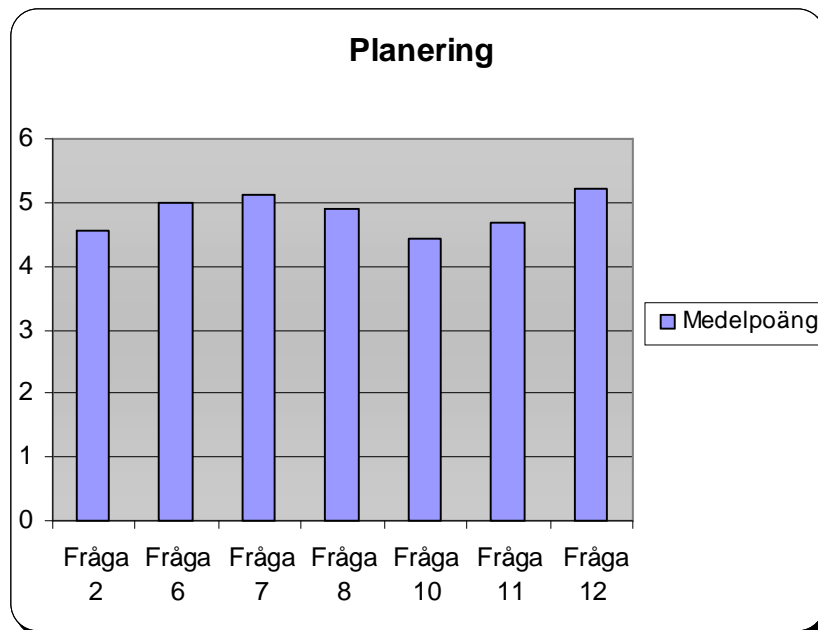
Bristfälligt samarbete kan även innebära att dålig stämning och konflikter uppstår

Målet med Last Planner teknik är att engagera så många som möjligt på arbetsplatsen så att de känner delaktighet och att en stolthet byggs upp. Samordning genom planeringsmetodik och att hjälpa varandra ger den största vinsten och bör leda till en effektivitetshöjning. Ett partneringsamarbete bygger på förtroende och samverkan mellan aktörerna vilket borde underlätta införande av Last Planner.

Samarbetet mellan aktörerna har fungerat mycket väl under projektets gång. Vidare bedöms att samarbetsformen partnering har underlättat införandet av

Last Planner. Även kommunikationen mellan företagen har varit mycket god.

5.2.3 Planering



Figur 5.11 Resultatet av mätning hur planeringen har fungerat i projektet.

Planering på samtliga delar av byggprocessen har stor betydelse för den totala effektiviteten i ett byggprojekt. Bristfällig planering kan leda till väntan, omarbete, förseningar, krockar eller att arbete utförs i fel ordning.

Alla aktörer är överens om att Last Planner är ett bra planeringsverktyg att arbeta med och samtliga har visat ett stort engagemangen med planeringsarbetet. Planeringen fungerar bättre genom att använda Last Planner och man blir duktigare på att planera när man har använt metoden en tid. Metoden ger även mera överskådlig planering än vid användandet av traditionella planeringsverktyg. Vidare anser aktörerna att genom att planera med Last Planner får de större inflytande över produktionen.

Visualisering med cad teknik anses vara ett mycket bra hjälpmedel för att underlätta planeringen.

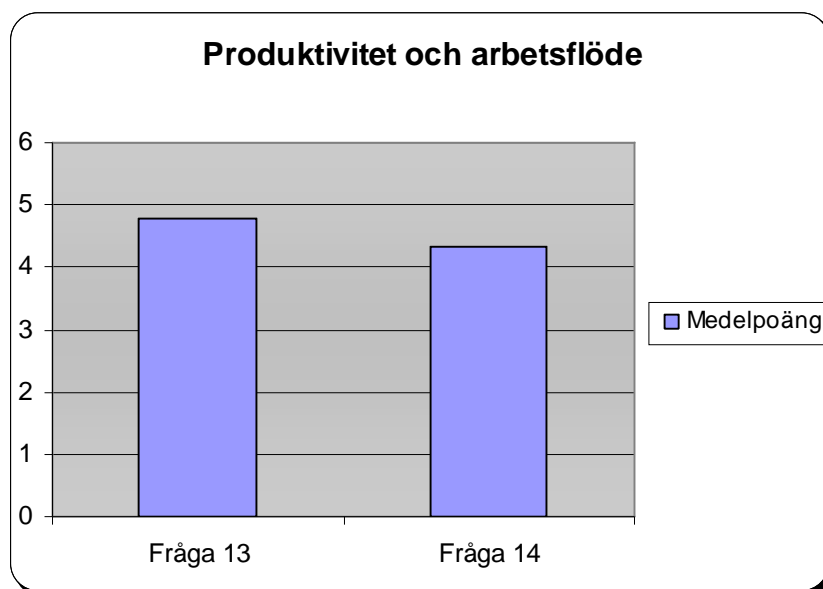
De positiva kommentarerna i undersökningen var att mötena samt uppföljningarna blev effektivare av gruppen och fördelen är att den hjälper att tolka (förtydliga) varandras tidplaner för nästkommande vecka eller veckor. Det upplevs som en positiv effekt att aktörerna bryter ned tidplaner till veckoplaner. Bättre planritningar för detaljplanering saknas eller behöver förbättras ansåg en respondent.

En annan respondent ansåg att det fanns flera andra lika bra metoder.

En tredje ansåg att det fanns en risk att man siktade för lågt för att få en högre procent klart (PPC). Det leder till att man säger att det ska ta två veckor när det bara tar en och då kanske nästa aktör inte är färdig att starta efter en vecka.

En entreprenör beskriver att det blev bättre med att arbeta med Last Planner eftersom de inte hade någon tidplan från början.

5.2.4 Produktivitet och arbetsflöde

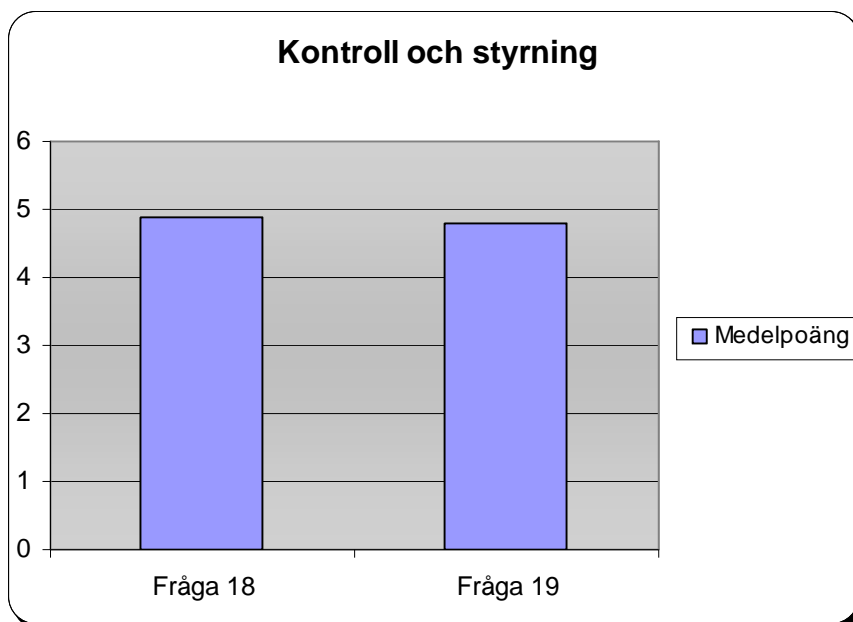


Figur 5.12 Resultatet av mätning om produktiviteten i projektet ökat.

Produktivitet är vilken produktionsförmåga ett land, ett företag eller en organisation har beroende på vilka resurser som sätts in i form av människor, kunskap och teknik samt hur väl de utnyttjas. Arbetsproduktivitet kan syfta till att mäta produktionen per arbetad timme. Ett arbetsflöde består av en rad uppgifter som är beroende av varandra och som utförs i en viss ordning.

Last Planner anses ha medfört att produktiviteten i projektet ökat. Även arbetsflödet har varit jämnt med lite väntetider. En respondent anger att det funnits väntetider där omprioriteringar utförts ett flertal gånger.

5.2.5 Kontroll och styrning



Figur 5.13 Resultat av mätning om Last Planner har gett bättre kontroll och styrning av projektet.

Kontroll och styrning är viktigt i ett byggprojekt för att kunna lägga upp arbetsinnehåll, arbetsmetoder, arbetstempo, kontrollera byggproduktion, ekonomi och tidsmässiga ramar.

Införandet av Last Planner anses ha gett projektet förbättrad styrning och kontroll av byggproduktionen. Även de tidsmässiga ramarna fungerar bättre i projektet.

En respondent anser att det är svårt att bedöma eftersom metodiken inte kom igång i början av projektet. Aktörerna har förtydligat de viktigaste aktiviteterna för varandra vilket upplevs positivt.

5.2.6 Fördelar och nackdelar

På frågan ”det finns stora fördelar för projektets lyckosamma genomförande genom att arbeta med Last Planner” är genomsnittspoängen 4,78 av 6 möjliga. Två av respondenterna har betyget 2 medan de övriga har satt betyg 4-6.

En respondent anser det positivt att alla samtidigt har fokuserat vad som ska göras på samma vecka. En annan respondent anser att det viktigaste är att lägga fokus på planeringen och till detta är Last Planner bra.

Nedan anges i punktform svaren från enkätundersökningen på fördelar och nackdelar med att arbeta med Last Planner

Fördelar med att arbeta med Last Planner

- Ökar fokus på planering
- Tydlig avstämning med procent (kan dock ge en sned bild)
- Bra med en gemensam veckoplan mellan alla aktörer.
- Förtydligande av aktiviteter till andra aktörer.
- Hjälper att lyfta fram viktiga aktiviteter som kan vara svårt att utläsa från varandras tidplaner.
- Uppföljning att aktiviteter blir gjorda på ett enkelt sätt

- Alla aktörer jobbar mer aktivt med sina tidplaner samt att alla får en tydlig insyn i varandras tidplaner vilket gör att dagliga/veckoplaneringen blir lättare.
- Större ansvar för tidplan
- Genom att arbeta med Last Planner får man direkt ett kvitto på att tidplaneringen fungerar.
- Man känner en heder av att uppnå ett gott resultat (PPC).
- Man får en veckoplan som är lätt att överblicka de närmaste 4-veckorna för samordning mm.
- På det sätt som verktyget använts i Svappavaara så har samsynen, förståelsen mellan de olika aktörerna förbättrats. Jag tror inte utfallet i projektet blivit så bra om vi inte haft Last Planner och Peter Vs härliga engagemang och driv när det gäller planeringen.

Nackdelar med att arbeta med Last Planner

- Jag ser inga nackdelar utan god planering kräver stor arbetsinsats och bra verktyg
- Kan ge en sned bild
- Finns en risk att man lägger för långa tider på aktiviteterna och får stora glapp för att få högre procent vilket medför att bygget tar längre tid.
- Om man ej plockar in tillräckligt detaljerade aktiviteter blir uppföljningen ej korrekt per vecka

- I just detta projekt kom den in för sent det var en lång startsträcka som föll in mitt i projektet
- Verkar inte så lätt med en levande arbetsplats
- Inga
- Säkert bra om man börjar i tid
- Det kräver stort engagemang av samtliga för att det ska fungera.
- Jag tror det är svårt att se dessa positiva effekter eftersom vi redan hunnit en bra bit och de flesta projektstrukturer och rutiner varit klara.

Fördelarna som anges är många. Det är ökad fokus på planering, tidplan uppföljning, tydliga aktiviteter, större ansvar, enkel metod, bättre överblick, bättre uppföljning, samt ger ett kvitto på att tidsplaneringen fungerar. Detta är faktorer som bör leda till engagemang och en effektivare byggprocess.

Nackdelar som anges är att det krävs ett stort engagemang från aktörernas sida. En annan nackdel som nämns är att det kan uppstå problem med uppföljning av planeringen och att uppföljningen inte blir korrekt varje vecka.

Aktörerna anger att det finns en risk att man lägger för långa tider på aktiviteterna och får stora glapp för att få högre procent vilket medför att bygget tar längre tid.

5.2.7 Orsaken/orsaker till att arbetet inte är utfört enligt planering

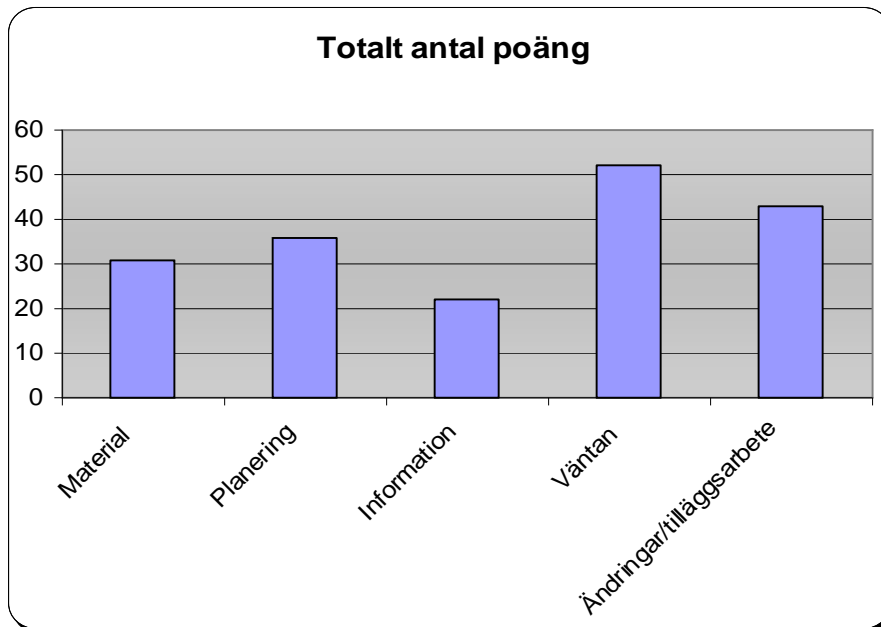
Resultatet av orsaken/orsakerna till att arbetet inte är utfört enligt planering sammanfattas i följande tabell:

Faktor/antal	1: a	2: a	3: a	4: a	5: a	6: a	7: a	8: a	9: a
Material	3	1			1	1			
Planering		1	4	1	1	1			
Information		1		3		1		1	
Väntan	4	2	1						
Ändringar/tilläggsarbete		3	2	2	1		1		
Omarbete	1					2			
Verktyg		1					1	4	
Personalbrist					2	1	2		
Annat									6
Summa	8	9	7	6	5	6	4	5	6

Figur 5.14 Visar en sammanställning över enkätsvar på frågan vad är största orsaken/orsakerna till att arbetet inte är utfört enligt planering

Några av respondenterna missförstod numreringsförfarandet och en respondent har endast angett de tre orsaker och en annan endast fyra orsaker. Det är fem orsaker som kan utläsas ha stor betydelse och författarna väljer därför att redovisa dessa även om det blir en osäkerhet i analysen I tabellen kan utläsas att till exempel väntan med fyra ettor anses vara den största orsaken till att arbetet inte är utfört.

Om ett stapeldiagram utformas med tabell 5.6 som bas där en 1: a ger 8 poäng, en 2: a 7 poäng, en 3: a 6 poäng och en 4: a 5 poäng erhålles följande:



Figur 5.15 Visar de fem faktorer som har störst betydelse för att planerat arbete inte är utfört i enlighet med plan.

Det är en osäkerhet i analysen eftersom två av respondenterna inte angett fem orsaker. I utformandet av stapeldiagrammet tolkades att det endast dessa fem som hade stor betydelse för att arbetet inte var utfört enligt planering.

De fem orsakerna som har störst betydelse är:

- Material
- Planering
- Information
- Väntan
- Ändringar/tilläggsarbeten

I figur 5.6 kan man utläsa att väntan och material angetts som förstahandsval till de största orsakerna. I figur 5.7 kan man tolka att planering och ändringar/tilläggsarbete har stor betydelse när man tar hänsyn till totalt antal poäng trots att de inte anges som den största orsaken.

Författarna nöjer sig med att konstatera att dessa fem faktorer har stor betydelse för orsaken till ej utfört arbete och analyseras inte vidare på grund av osäkerheten i det insamlade materialet.

5.2.8 Förslag till förbättringar från enkätundersökningen för att undvika att arbete inte utförs enligt planering

- Noggrann projektering, tidsplanering och tidigt engagemang från alla inblandade aktörer i projektet.
- Större fokus på gemensamt planeringsarbete i ett tidigt skede med de involverade aktörerna.
- Lyft fram viktiga aktiviteter som är svåra att utläsa från varandras tidplaner
- Förseningar skall signaleras i god tid för att övriga skall ha en möjlighet att omprioritera sitt arbete och materialbeställningar mm.
- Upprätta rutiner och etablera ett effektivt och en välfungerande kommunikation med materialleverantörer för att undvika förseningar av material.
- Upprätthålla ett bra informationsflöde på arbetsplatsen och under planeringsmöten.

5.2.9 Idealiserad planering

Om planeringen i projektet Flotab varit perfekt hade de deltagande entreprenörernas PPC värde ökat betydligt. För att planeringen i projektet skulle anses perfekt måste följande punkter uppfyllas.

Krav på aktiviteter:

- Aktiviteterna skall vara väl beskrivna.
- Aktiviteterna skall utföras i rätt ordning.
- Aktiviteterna skall vara lagom stora.
- Aktiviteterna skall vara genomförbara.

Krav på den framförhållande planeringen:

- Att forma sekvenser och takt av arbetsflödet.
- Att anpassa kapaciteten till arbetsflödet.
- Att lösa upp planerade aktiviteter till arbetsberedningar.
- Att utveckla metoder för utförande.
- Att upprätthålla en dokumentation av färdiga aktiviteter.
- Att uppgradera och granska planeringen.

Om kraven ovan uppfylls, behövs ett engagemang från deltagarna att tillsammans utföra planeringen för att minimera aktiviteter som inte skapar mervärde för kunden. Då hade förseningar och väntetider kunnat elimineras och projekttiden minskas. Detta hade resulterat i ett lärande system som utan tvekan hade ökat produktiviteten, kreativiteten samt kvaliteten på utförandet. ”*Jobba inte hårdare utan smartare.*” (Toolanen, 2004)

6. Diskussion och slutsatser

För att sammanfatta projektet Flotab, kan konstateras att upphandling, samarbetsform, processdesign och planering har varit tillfredställande. Resultatet från enkätundersökningen visar att implementeringen av Last Planner i projektet har upplevts som positivt av de involverade aktörerna. Planeringsverktyget har enligt de delaktiga aktörerna bidragit till att förbättra planeringen, produktiviteten, styrning och kontroll av byggproduktionen. Flera av aktörerna upplever att de fått större frihet när det gäller planeringen, vilket har en stimulerande inverkan på projektutförandet.

Genom att använda Last Planner uppges de delaktiga aktörerna att de blivit bättre på att planera och metoden anses även ge en mera överskådlig planering än vid användandet av traditionella planeringsverktyg.

Projektet ligger före tidplan, vilket är något förvånande eftersom endast 50 % av planerade aktiviteter under perioden blivit utförda. Utvärderingen av PPC har försvårats för att entreprenörerna inte orkat eller haft tid att själva ange hur många aktiviteter de hinner utföra, utan lämnat en lista på aktiviteter till den planeringsansvarige samordnaren.

Detta gör att graferna ger ett felaktigt PPC vissa veckor, då verktyget använts som ett *puch* system. Planeringen har tyvärr inte skett enligt Last Planner metodiken, under hela projektet, där förberedelserna ska leda till direkt produktion. Graferna över perioden ger en uppfattning om när man haft problem med planeringen. Variationerna kan även bero på att man har överskattat hur mycket man hinner, eller att man inte räknat med den väntetid som uppstår då flera aktörer verkar på en byggplats.

Minskningen av de gemensamma PPC-värdena under vecka tio till tretton beror sannolikt på att planeringsansvarige samordnaren för Last Planner metodiken var upptagen en månad med återbyggnaden av anrikningsverket i Vitåfors. All produktion låg nere i Vitåfors på grund av en brand och återbyggnadsarbetet prioriterades av LKAB.

Under denna månad var det troligtvis mindre push, dvs. att informationen trycks in i processen som är styrd av mål eller tid. Av allt att döma fungerade även den gemensamma planeringen sämre utan planeringsansvarig ledare.

Tidiga förvarningar om att aktiviteterna kan bli försenade innebär att man kan omprioritera vad som skall utföras och väntetiderna minskas. Två av entreprenörerna har sagt att material varit den största orsaken till att aktiviteter senarelagts, man har inte specificerat om det är fel beställningar eller sena leveranser som är orsaken.

Det är viktigt med bra rutiner för materialinköp och beställa rätt saker i rätt tid. För att planeringen med Last Planner skall bli lyckad krävs noggrann projektering, tidsplanering och tidigt engagemang från alla inblandade aktörer i projektet. För att upprätta alla ovanstående kriterier krävs att bra flöde av information på arbetsplatsen och vid avstämningsmötena. De aspekter som har fungerat mindre bra i projektet bör betraktas som att det alltid finns utrymme för förbättringar, detta driver effektiviseringsprocessen framåt.

Fördelarna med Last Planner uppväger stort i förhållande till nackdelarna. Fordelarna är ökad fokus på planering, tidplaner, tydliga aktiviteter, större ansvar och en bättre uppföljning av planeringen. Det erhålls ett kvitto på att tidsplaneringen fungerar. Dessa sammanlagda faktorer leder till ett större engagemang och bör leda till att det uppnås en effektivare byggprocess. Last Planner kräver större engagemang än vad många entreprenörer är vana vid.

Ett strukturerat samarbete med partnering och Last Planner kräver allas kompetens och yrkeskunskaper. Ett större engagemang är en förutsättning för att erhålla en effektivare byggprocess och det är något en del aktörer måste lära sig.

En annan nackdel är att det kan uppstå problem med uppföljningen och att den inte blir korrekt en del veckor. Detta är faktorer som bör kunnas förbättras efter större vana med att arbeta med Last Planner.

7. Referenser

Tryckta källor

- Andersson A & Borgbrandt J. (1998) *Byggforskning*, (ISSN-1402-1528)
- Björklund M. & Paulsson U. (2003) *Seminarieboken*, (ISBN 91-44-04125-X)
- Eriksson L. & Wiederheim- Paul F. (2006) *Att utreda forska och rapportera*, (ISBN 978-91-47-08605-4)
- Holme & Solvang (1997) *Forskningsmetodik*, (ISBN 91-44-00211-4)
- Liker & Jeffrey K. (2004) *The Toyota way*, (ISBN 0-07-139231-9)
- Nyström, J, (2005), *Partnering; definition, theory and the procurement phase*, Institutionen för Infrastruktur, Kungliga Tekniska Högskolan, Stockholm, Licentiatuppsats,(ISBN 91-975358 - 2 – 6)
- Repstad P. (2007) *Närhet och distans*, (ISBN 978-91-44-04825-3)
- Patel R & Davidsson B. (2003) *Forskningsmetodikens grunder*, (ISBN 91-44-02288-3)
- Rhodin, Anna (2002), *Interaktionsprocesser i byggprojekt - en studie i partnering som kraft för förändring*, Institutionen för Väg- och vattenbyggnad, Luleå Tekniska Universitet, Luleå (ISSN 1402-1757)
- Toolanen B. (2004) *Målstyrning i byggprocessen genom val av genomförande-, ersättnings- och samverknadsformer*, Licentiatuppsats, (ISSN 1402-1757)
- Womack J. & Jones D. (1996) *Lean Thinking*, (ISBN 0-684-81035-2)

Elektroniska källor

Doktorsavhandling, Glenn Ballard

<http://www.leanconstruction.org/pdf/ballard2000-dissertation.pdf>

, jan 2008-maj 2008

Ballard and Howell 1994

http://www.leanconstruction.dk/_root/media/36.pdf, jan 2008-maj 2008

International Group for Lean Construction

<http://www.iglc.net/>, jan 2008-maj 2008

Lean Construction Institute

<http://www.leanconstruction.org/>, jan 2008-maj 2008

Regeringskansliet, slutrapport från byggkommittén

<http://www.regeringen.se/content/1/c6/08/57/56/3645cd2b.pdf>

, jan 2008-maj 2008

Slöseri i byggprojekt, Chalmers Tekniska Högskola

<http://cmb.vsect.chalmers.se/sidor/rapporter/S1%C3%B6seri%20i%20byggprojekt.pdf>, jan 2008-maj 2008

Ford Sverige

http://www.ford.se/ns7/heritage/heritage/htg_henryford/-/-/-/, jan 2008-maj 2008

Toyota Sverige

<http://www.toyota.se/about/index.aspx>, jan 2008-maj 2008

IVF Industrieforskning och utveckling

<http://extra.ivf.se/lean/>, jan 2008-maj 2008

Lean Forum Bygg

<http://www.leanforumbygg.se/>, jan 2008-maj 2008

Diekmann and Thrush, 1986 *Project Control in Design Engineering*

<http://www.construction-institute.org/scriptcontent/cec.cfm?section=prodev>

, jan 2008-maj 2008

LKAB: s hemsida

www.lkab.com, jan 2008-maj 2008

NCC: s hemsida

www.ncc.se, jan 2008-maj 2008

Metso minerals hemsida

www.metsominerals.com, jan 2008-maj 2008

ABB: S hemsida

www.abb.se, jan 2008-maj 2008

YIT: s hemsida

www.yit.se, jan 2008-maj 2008

LEAB luftbehandling hemsida

www.leabluff.se, jan 2008-maj 2008

Utökad samverkan - en Svensk modell för anläggningsbranschen, Fia version 2006-04-11 Föredragen av Ulf Olsson, Banverket, Jonas Karlsson, NCC, Nigel Barr, Knowles Management, Peter Woolicof, NHS, Knut Erik Busk, DR-Byen, med flera.

<http://www.fiasverige.se/upload/Program%20och%20verktyg%20Dokument/Samverkan/Slutrapport-samverkan.pdf>, jan 2008-maj 2008

8. Bilagor

Bilaga 1. Enkätfrågor

- 1. Hur har samarbetet i allmänhet fungerat mellan aktörerna i projektet?*
- 2. En av grundstenarna med Last Planner är att bättre engagera projektets aktörer i planeringsarbetet. Hur har detta fungerat i projektet?*
- 3. Det är lätt att lära sig att förstå syftet (vitsen) med Last Planner*
- 4. Vid införandet av Last Planner gavs en utförlig beskrivning av verktyget.*
- 5. En ordentlig utbildning i Last Planner hade underlättat införandet.*
- 6. Planeringen fungerar allmänt bättre när man har arbetat med Last Planner en tid.*
- 7. Man blir duktigare i planering genom arbete med Last Planner metodiken.*
- 8. Last Planner är allmänt ett bra planeringsverktyg att arbeta med.*
- 9. Det finns stora fördelar för projektets lyckosamma genomförande genom att arbeta med Last Planner.*
- 10. Last Planner ger en mera överskådlig planering än vid användandet av traditionella planeringsverktyg.*

11. Planering med Last Planner ger aktörerna större inflytande över produktionen.

12. Kommunikationen mellan företagen har varit god under projektets fortskridande.

13. Last Planner har medfört att produktiviteten i projektet ökat.

14. Arbetsflödet under projektets framskridande har varit jämn, med lite väntetider.

15. Samarbetsformen partnering har underlättat införandet av Last Planner.

16. Visualiseringen med cad-teknik har underlättat planeringen.

17. Införandet av Last Planner i projektet har allmänt varit positivt och värdefullt

18. Införandet av Last Planner i projektet har bidragit positivt till projektets tidsmässiga genomförande

19. Införandet av Last Planner i projektet har gett förbättrad styrning och kontroll av byggproduktionen

20. Nämn de största fördelarna med att arbeta med Last Planner.

21. Nämn några nackdelar med att arbeta med Last Planner.

22. Vad anser du är oftast orsaken/orsakerna till att arbetet inte är utfört enligt planering?

Rangordna största orsaken med nummer 1, näst största orsaken som nummer 2 osv.

- Material
- Planering
- Information
- Väntan/väntan på att andra ska göra färdigt sitt arbete
- Ändringar/tilläggsarbete
- Omarbete
- Verktyg
- Personalbrist
- Annat, i så fall ange vad.

Bilaga 2. Change Order (CO) /Ändrings och Tilläggsarbeten (ÄTA)

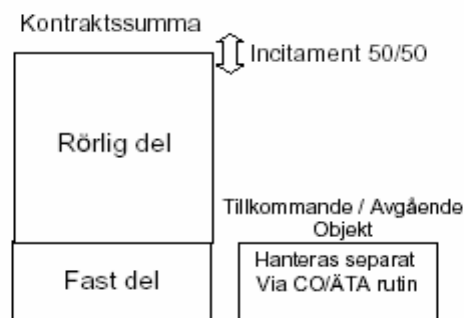
LKAB

Svappavaara Flotation

CO/ÄTA

Tillkommande/Avgående funktioner eller ändringar som av beställaren beslutats via ett aktivt, medvetet val. I detta inkluderas innovationer och tvingande mängd/tid/kvalitets-förändringar som ej kunnat beaktas i kalkyl/ kontrakt.

Däremot ingår ej mängd- och prisförändringar föranledda av fel i kalkyl som borde ha kunnat förutses eftersom funktionen ej förändrats. Dessa hanteras i Rörlig del.


LKAB

Svappavaara Flotation

Flödesväg för Change Order (CO) / Ändrings och tilläggsarbeten (ÄTA)

