

Processeffektivisering av Bo Klok vinkelhus



LUNDS TEKNISKA
HÖGSKOLA
Lunds universitet

Examensarbete:
Björn Hedman
Johan Gerstner

© Copyright Björn Hedman, Johan Gerstner

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Lunds universitet
Box 882
251 08 Helsingborg

LTH School of Engineering at Campus Helsingborg
Lund University
Box 882
SE-251 08 Helsingborg
Sweden

Tryckt i Sverige
Media-Tryck
Biblioteksdirektionen
Lunds Universitet
Lund 2004

Sammanfattning

Examensarbetet har utförts tillsammans med Skanska Byggsystem i Malmö. Uppgiften har varit att undersöka möjligheten att effektivisera produktionen i Bo Klok fabriken i Gullringen för att kunna uppnå en fördubbling av produktionskapaciteten med bibehållen personalstyrka.

Den nuvarande produktionen är av väldigt låg automationsgrad vilket inte är optimalt vid en resurssnål tillverkning. Av den anledningen har vi valt att införa en rad förslag på förbättringsåtgärder för att få ett mer optimerat och resurssnålt flöde i fabriken. För att uppnå detta finns en mängd förbättringsverktyg såsom Lean Production och Sex Sigma.

För att få ett vidare perspektiv avseende industrialiserat byggande har vi valt att studera både den japanska och den amerikanska marknaden för att kunna jämföra med Sverige. Dessa tre länder skiljer sig åt på en rad sätt såsom automatiseringsgrad, där de stora japanska företagen ligger långt framme medan USA istället använder sig av en större mängd arbetskraft i fabrikerna, och angående materialval, där USA är mer förändringsbenägna.

Nyckelord: Bo Klok, processeffektivisering, Lean Production, industrialiserat byggande, Gullringen.

Abstract

This final year project was carried out at Skanska Byggsystem in Malmö. The purpose of this project was to examine the possibilities to increase the capacity of the Bo Klok factory in Gullringen. The goal is to double the capacity with the same amount of factoryworkers.

The production today has a very low degree of automatisisation which is not the optimum of a lean roduction. To make a more efficient flow in the factory we have suggested a number of improvements. To achieve this there is many tools for improvement, like Six Sigma and Lean Production.

To get a wider perspective of prefabricated constructions we have choosed to study both the American and the japaneese market to make a comparisation with Sweden. These three countries have a number of considerable differenses such us automatization, where the japaneese companies is far ahead while the american companies uses a lot of manpower, and about the choice of materials, where the americans has more tendency to try new materials.

Keywords: Bo Klok, process efficiency, Lean Production, prefabricated construction, Gullringen.

Förord

Denna rapport är ett examensarbete (10 poäng) i Magisterutbildningen Industriellt Byggande med design (60 poäng) vid Lunds Tekniska Högskola/Helsingborg och utförs i samarbete med Skanska Byggsystem i Malmö.

Det är många personer vi vill tacka på Skanska som varit till stor hjälp för oss. Ett speciellt tack vill vi rikta till vår handledare Refik Salievski samt Mikael Broman på Skanska Byggsystem i Malmö för sitt stora engagemang. Vi vill även tacka Ola Adolfsson och medarbetarna i Bo Klok fabriken i Gullringen.

Ett stort tack till vår handledare och examinator, Bertil Fredlund, och vårt bollplank Jerker Lessing.

Helsingborg, december 2004

Björn Hedman

Johan Gerstner

Innehållsförteckning:

1 Inledning.....	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Målsättning	1
1.3 Avgränsningar	1
2. Metod	2
2.1 Studiebesök i Gullringen	2
2.2 Studiebesök i Myresjöhus	2
2.3 Studiebesök på byggplats Kvarteret Luftvärnet	2
2.4 Tidstudie	3
2.4.1 Asta Powerproject	3
3. Bo Klok och Skanska Byggsystem	4
4. Förbättringsprogram	6
4.1 Lean Production	6
4.2 Sex Sigma	7
4.2.1 Historia	7
4.2.2 Sex Sigmas byggstenar	8
4.3 Just In Time	10
4.3.1 Outsourcing	11
4.4 Alternativa förbättringsprogram	12
4.4.1 Kaizen	12
4.4.2 TPS	12
4.4.3 5S	12
4.4.4 Muda	13
5. Processens kvalitetsbristkostnader	14
5.1 Tillfälliga och kroniska problem	17
6. Process	18
6.1 Processkartläggning	18
6.2 Processarbete	18
7. Rationaliseringar	21
7.1 Undvik det onödiga	21
7.2 Trånga sektioner	21
7.3 Slå samman och/eller eliminera operationer	21
7.4 Automatisering	21
7.5 Taktid och kontinuerliga flöden	21
8. Avvikelsehantering och Erfarenhetsåterföring	23
8.1 Varför en effektiv avvikelsehantering?	23
8.2 Erfarenhetsåterföring	23
8.3 Förebyggande åtgärder och förbättringsarbete	23
8.4 Förslag på effektiv avvikelsehantering	24
9. Internationella aktörer	25
9.1 USA	25
9.2 Japan	28
9.2.1 Toyota	30
9.2.2 Sekisui	32
10. Fallstudie	36
10.1 Identifiering av processer	36
10.1.1 Väggtillverkning	36
10.1.2 Golvbjälklag	37
10.1.3 Takbjälklag	37

10.1.4 Montering; från planelement till volymelement.....	38
10.1.5 Montering; från volymelement till färdigt hus	39
10.2 Avvikelsehantering i Bo Klok vinkelhus	40
11. Analys.....	41
11.1 Förbättringsprogram	41
11.2 Jämförelse mellan Japan, USA och Sverige.....	41
11.3 Avvikelsehantering.....	43
11.4 Föreslagna ändringar i produktionsprocessen	43
11.5 Tidsbesparing	47
12. Slutsats.....	51
13. Referenser.....	53
14. Bilagor	57

1 Inledning

Detta arbete utförs i samarbete med Skanska Byggsystem och Magisterutbildningen i Industriellt Byggbande med design vid Lunds Tekniska Högskola/Helsingborg.

1.1 Bakgrund

Det industriella byggandet tog fart i Sverige under miljonprogrammet på 1960- och 70-talet. Den arkitektoniska utformningen blev lidande då byggbarheten skulle vara så hög som möjligt vilket medförde att utvecklingen avstannade. Det var endast småhustillverkningen som fortsatte att prefabricera och automatisera sin produktion. Dagens höga produktionskostnader har åter tvingat fram en ny utveckling av industrialiserade byggprojekt för att just kunna sänka byggkostnaderna för nyproducerade bostäder. Idag satsas allt mer på att producera flerfamiljshus på samma sätt som småhustillverkningen utförs och betong är inte längre det enda material som används. De senaste 10 åren har de flesta nyproducerade bostäderna fokuserats på det dyrare kundsegmentet vilket medfört att bostäder för låg- och mellanklassen inte erbjudits på marknaden.

Bo Klok vinkelhus produceras i en fabrik i Gullringen, som tidigare ingått i Myresjöhus men som från och med 1: a oktober 2004 tillhör Skanska Byggsystem. Skanska Byggsystem vill utöka produktionskapaciteten i fabriken av flera anledningar. Myresjöhus, ägt av Skanska, tillverkar Bo Klok vinkelhus i nuläget men då Skanska ska sälja Myresjöhus vill de flytta all produktion till fabriken i Gullringen. För att detta ska kunna ske behöver produktionskapaciteten utökas. Med detta som mål vill Skanska Byggsystem göra en grundlig analys av fabriken för att kunna effektivisera produktionen i Gullringen.

1.2 Målsättning

Målsättningen är att effektivisera tidsåtgången i produktionsprocess av Bo Klok vinkelhus och fördubbla produktionskapaciteten och förbättra kvaliteten med samma resurser vad gäller arbetskraft.

1.3 Avgränsningar

Studien omfattas endast av Bo Klok vinkelhus och fokus ligger på fabriken i Gullringen. Processplaneringen studeras från tillverkning till färdigt hus inklusive montage. De förslag som kommer att läggas fram i rapporten är inte baserade på kostnader för investeringar, mer än att vi försöker hålla en nivå på vad som är rimligt. Förslag som anses allt för kostsamma kommer således inte att diskuteras i någon större utsträckning.

2. Metod

För att möjliggöra detta examensarbete har vi börjat med att bygga upp en kunskapsbas bestående av litteraturstudier från såväl böcker, artiklar som hemsidor på Internet.

Därefter har vi gjort studiebesök både i fabriker och på byggarbetsplats för att bilda oss en uppfattning om vad som går att effektivisera och förändra. Dessa besök beskrivs närmare nedan. Vi har även valt att använda oss av Asta Powerproject, ett planeringsverktyg som Skanska använder.

2.1 Studiebesök i Gullringen

Fabriken som tillverkar Bo Klok vinkelhus i volymelement för den svenska marknaden ligger i det lilla samhället Gullringen. Gullringen ligger ett par mil norr om Vimmerby i Småland. Hit åkte vi vecka 41 för att få en bild av produktionen och samla data och information till vårt fortsatta arbete. Vi fick ett positivt bemötande av fabriksledningen och de anställda som såg förändringar som något positivt. Vi studerade fabriken's olika delmoment i tillverkningen under en vecka. Fabriken i Gullringen har låg automatiseringsgrad. Detta innebär att den har stor utvecklingspotential och stora möjligheter till förbättring. Det enda som sker maskinellt är sammansättningen av regelstommar till väggarna och kapningen av gipsskivor. Automatisering är dock inte den ända vägen till förbättring och effektivisering.

2.2 Studiebesök i Myresjöhus

Ett studiebesök genomfördes även i Myresjöhus AB: s fabrik i Myresjö i Småland. Vi fick en guidad tur i fabriken vilket hade som syfte att ge oss en bild av hur en modern fabrik ser ut. Fabriken har en av Europas mest automatiserade produktionslinjer av huselement. Bland annat grundmålas träpanelen i en automatiserad maskin, som efter målningen torkar brädorna. Färgen till maskinen levereras i stora behållare på cirka 1m³.

Fabriken har även maskiner som lägger ut och spikar gips, panel och golvspånskivor.

Myresjöhus levererar större delen av sina hus i planelement, vilket innebär att de får mer arbete att utföra på byggarbetsplatsen jämfört med Bo Klok fabriken som levererar hus i volymelement.

2.3 Studiebesök på byggplats Kvarteret Luftvärnet

Kvarteret Luftvärnet ligger i Husie utanför Malmö. Här uppförs 7 stycken vinkelhus, modell Helsingborg. Montaget börjar tidigt på morgonen och avslutas inte förrän huset är tätt, vanligtvis på sena eftermiddagen. Modulerna placeras på en i förväg iordninggjord grund bestående av Leca block. Arbetslaget består av sex personer exklusive lastbilschaufförerna.

En del försvårande och tidsödande moment uppmärksammades och kommer att behandlas längre fram i rapporten.

2.4 Tidstudie

Valet att basera arbetet på tidsstudier i fabriken gjordes då vi kom fram till att det var det mest lämpliga sättet för att ha möjlighet att kunna påvisa förbättringar i produktionen. Första steget i en förbättringsprocess innebär att den nuvarande verksamheten kartläggs. Förbättringar kan först ske när den nuvarande tillverkningsprocessen är kartlagd. För att kunna utföra detta och få en tydlig bild över hela tillverkningsprocessen var vi tvungna att studera alla ingående steg och tidsätta alla delmoment.

Programmet som vi kom fram till att vi skulle använda för att klargöra hela processen blev Asta Powerproject. Detta för att Asta Powerproject redan används av Skanska. Detta underlättar för företaget om de vill använda våra värden och resultat för vidare analys. Det sker även utbildning på Asta Powerproject inom Skanska.

2.4.1 Asta Powerproject

Asta Powerproject är ett professionellt arbetsledningsverktyg för bland annat byggindustrin. Dataprogrammet möjliggör att på ett enkelt och lättförståeligt sätt tillverka tidplaner och resursplanera ett projekt. Genom att koppla de olika aktiviteterna till varandra kan programmet räkna ut den kritiska linjen.

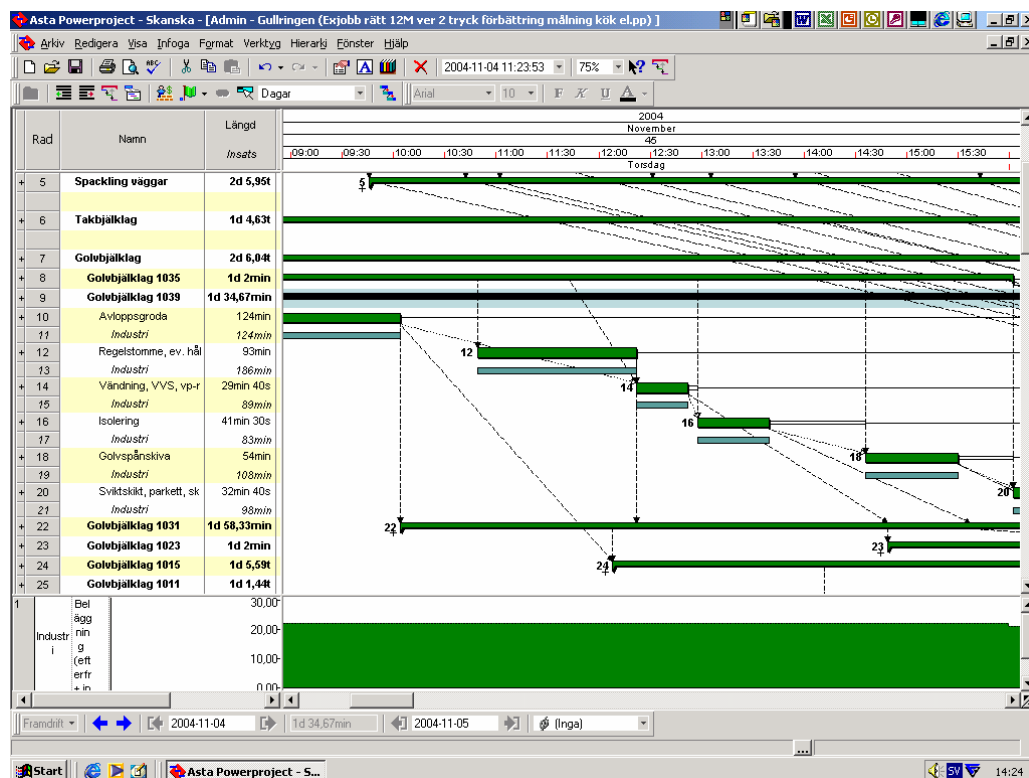


Bild 1. Asta Powerproject

3. Bo Klok och Skanska Byggsystem

Bo Klok

Bo Klok är ett gemensamt initiativ från Skanska och IKEA att producera prisvärda, yteffektiva och kvalitetsmässigt bra hus för alla. Dessa två företag har bildat ett gemensamt handelsbolag som ägs till 50 % av Skanska och 50 % av IKEA.

Grundtanken är att den största delen av arbetet skall ske i fabrik. Idag levereras husen i både planelement från Myresjöhus och i volymelement från Gullringen. Tanken är även att de flesta ska ha råd att flytta in i en Bo Klok lägenhet som byggs både som bostadsrätt och hyresrätt. I framtiden skall alla Bo Klok vinkelhus levereras i form av volymelement från Gullringen. Ett hus består av 12 volymelement och en lägenhet är uppbyggd av två moduler.

Bo Klok vinkelhus består av sex stycken lägenheter, tre på bottenvåningen och tre på ovanvåningen. Lägenheterna är två 2: or på 50m², två 3: or på 63m² samt två 4: or på cirka 76m². Lägenheterna på bottenvåningen och ovanvåningen har samma storlek och utformning (Bild 2). De har en noggrann utformad planlösning och är ljusa och luftiga beroende på att takhöjden är 2.6m och fönsterna är stora (1.10x1.60).



Bild 2. Planlösning på Bo Klok vinkelhus. (www.boklok.com)

I Bo Klok konceptet i Sverige finns det två olika modeller på hus, Älmhult och Helsingborg. Den största skillnaden mellan dessa är utvändigt där Älmhult har en träpanelfasad medan Helsingborg har en putsad fasad. Även insidan skiljer sig eftersom Älmhult levereras med tapeter medan Helsingborg målas.

Bo Klok är ett koncept vilket innebär att någon projektering av nya handlingar inte behöver genomföras till varje enskilt projekt. Det enda som ändras är den utvändiga anpassningen till området.

Lägenheternas standard är relativt hög med ekparkett i alla rum. Badrummet är kaklat med dusch och till varje lägenhet hör antingen en uteplats eller balkong.

I dagsläget har cirka 1500 Bo Klok lägenheter byggts på ett trettiotal orter.

Konceptet bygger på att kostnaden för tomt, bygglov och anslutningsavgifter skall vara så låg som möjligt för att det skall bli så billigt som möjligt för de boende. Bo Klok konceptet bygger också på att det måste byggas minst tre men max sju vinkelhus på samma plats.

Idag byggs det cirka 260 Bo Klok lägenheter om året i Gullringen, men målet är att öka till det dubbla.

Region Byggsystem

Region Byggsystem är en nybildad region inom Skanska Sverige. Regionchef är Mikael Broman och de är 80-tal anställda. De skall jobba med att:

- Sänka kostnaderna för en- och tvåplanshus.
- Reducera byggtiden.
- Förbättra upplevd kvalitet

Detta skall ske bland annat genom att flytta byggandet från byggarbetsplatsen till fabrik, bygga volymelement och utveckla byggkomponenter.

4. Förbättringsprogram

Genom att studera vad de mest framgångsrika företagen har använt sig av har vi valt att fokusera på följande förbättringsprogram. Huvudsyftet är inte att implementera dessa i Gullringens produktion utan ska mer ses som en fingervisning av vilken typ av program det finns samt att påvisa att det går en röd tråd genom de flesta förbättringsprogram. Karaktäristiskt för styr- och ledningsfilosofier är att utgå från kvalitets- och produktivitetstänkande.

4.1 Lean Production

Översatt till svenska betyder Lean Production ”resurssnål produktion” eller ”mager produktion”. Det skapades av Toyota Motor Company (TMC) och avsikten var att kombinera hög flexibilitet med stora volymer. De främsta anledningarna till att programmet togs fram var att Toyota var verksamma på en liten hemmamarknad och led av kapitalbrist varvid de var tvungna att producera resurssnålt.

Lean Production fokuserar på hela produktionssystemet (Sörqvist, 2004);

Tillverkning och montering, det vill säga eliminering av slöseri, korta ställtider, nollfelsprincip och nyttjande av ett pullsystem¹.

Produktutveckling där utnyttjandet av leverantörssamarbete, tvärfunktionella team, starka projektledare och mycket resurser i ett tidigt skede krävs för att ge snabba och väl genomtänkta produkter.

Försäljning och distribution, innebär att man har en kundstyrd tillverkning, är kundlojal och använder sig av en offensiv kundbearbetning.

Leverantörsrelationer, där ett djupt samarbete, Just in Time leveranser och nollfelsprincip är viktiga faktorer.

Tillsammans blir de ett pussel som inte är komplett förrän alla bitar är på plats.

¹ Med ett Pull -system menas att produktionen är baserad på kundorder till skillnad från Push -systemet som bygger på att man skall utnyttja hela processens kapacitet oavsett om varorna är beställda eller ej.

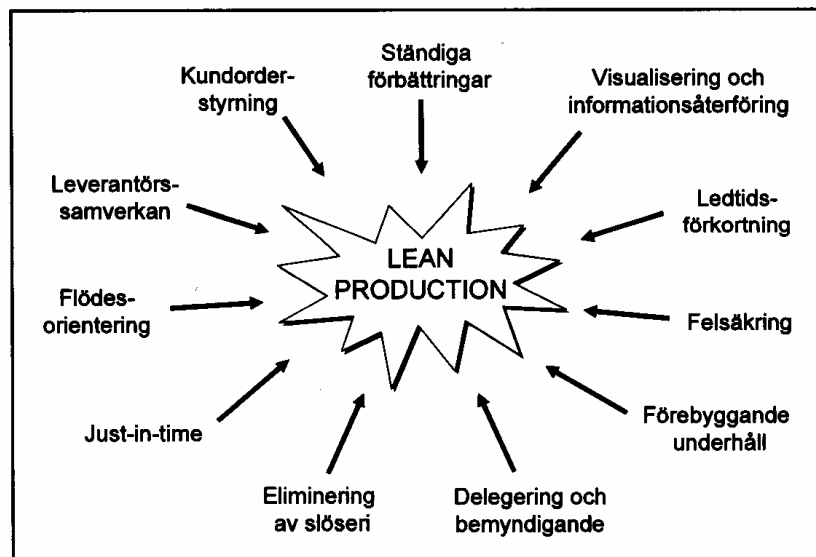


Bild 3. Huvudprinciperna inom Lean Production. (Sörqvist, 2004)

4.2 Sex Sigma

Målet för Sex Sigma är en dramatisk och mätbar reduktion av oönskad variation av kvaliteten. Det leder till en kostnadsreduktion och/eller förbättrad kundtillfredsställelse.

4.2.1 Historia

Historien bakom Sex Sigma inleddes redan under 1970-talet då amerikanska Motorola fick allt större lönsamhetsproblem till följd av den allt hårdare konkurrensen från Japan. 1974 tvingades Motorola sälja sin förlusttyngda TV-tillverkning till ett japanskt företag. Efter bara tre år hade japanerna reducerat felprocenten med 80 % och vänt den negativa utvecklingen tack vare intensiva förbättringar. Detta fick Motorolas högsta chef att reagera och starta en av de mest framgångsrika förbättringssatsningarna som setts i västvärlden. Efter att ha studerat de japanska framgångarna förstod han att det som krävdes var ett starkt och synligt engagemang från honom personligen kombinerat med inrättandet av ett kraftfullt förbättringsprogram med mycket hårda mål. Ett tidigt steg var att man genomförde en omfattande utbildningssatsning av både chefer och medarbetare. Framgångarna lät inte vänta på sig och sporrade till än mer satsningar och allt större resurser avsattes till förbättringar. Förbättringsarbetet lanserades 1986 som ett enhetligt och företagsglobalt program baserat på en tydlig infrastruktur, gemensamma problemlösningstekniker och enhetliga utbildningar. Härmed var Sex Sigma skapat. 1999 gjorde Motorola en utvärdering av hur stora förbättringar det rörde sig om. Bland annat kan nämnas att vinsten sjudubblats, felen i processerna hade minskats med 99,7 %, kvalitetsbristkostnaderna hade minskats med 84 % och medarbetarnas produktivitet hade tredubblats.

4.2.2 Sex Sigmas byggstenar

- Tydlig infrastruktur
- Enhetlig arbetsgång
- Fakta om verksamheten
- Verkningsfulla metoder och förbättringsverktyg
- Gedigna och omfattande utbildningsprogram
- Systematisk uppföljning och återkoppling

Tydlig infrastruktur, med fastställda och väldefinierade roller, att driva förbättringsarbetet utifrån. Organisationen bygger på en uppdelning i en styrande samt en analyserande och åtgärdande roll, i kombination med att förbättringar bedrivs i projektform.

Enhetlig arbetsgång, där arbetsgången baseras på de fem faserna

- Definiera
- Mäta
- Analysera
- Förbättra
- Styra

Fördelen med en enhetlig arbetsgång är att man därigenom erhåller en gemensam struktur i allt förbättringsarbete, vilket både säkerställer att problemlösningsarbetet bedrivs på ett bra sätt samtidigt som det underlättar ett tvärfunktionellt förbättringssamarbete över organisatoriska gränser, främst när förbättringsarbetet bedrivs tillsammans med kunder och leverantörer.

Fakta om verksamheten

Fokus ligger på att identifiera kroniska problem och systematiskt lösa bakomliggande orsaker. Att mäta i verksamhetens processer och analysera insamlad data är därför betydelsefulla delar av problemlösningsarbetet.

Verkningsfulla metoder och förbättringsverktyg

Här används allt från enkla grafiska metoder till avancerade statistiska analyser såsom till exempel flödesschema och orsak -verkan -diagram. Dock skall påpekas att flertalet problem kan lösas med relativt enkla hjälpmedel och inte kräver avancerade statistiska analyser, men det är av stor vikt att ha tillgång till en välsorterad ”verktygslåda”.

Gedigna och omfattande utbildningsprogram

Inom Sex Sigma finns utbildningar namngivna efter färgerna i kampsport där vitt bälte ofta handlar om en dags utbildning medan svart bälte kräver en fyra veckor lång utbildning. Det viktiga är att den teoretiska utbildningen åtföljs av praktisk utbildning knutna till förbättringsprojekt.

Systematisk uppföljning och återkoppling

Alla uppnådda framgångar verifieras noga och återkopplas via genomtänkt intern marknadsföring och positiv uppmärksamhet. Särskilt viktigt är det att man ställer höga krav på redovisande av ekonomiska framgångar något som gjort att Sex Sigma blivit mycket uppmärksammat på lednings- och ägarnivå. En stark uppföljning medför även att förbättringsarbetet givits hög prioritet och följaktligen gett resultat.

För att dessa sex punkter ska få så stor verkning som möjligt krävs höga ambitioner och en drivande ledning. Utan dessa två avgörande faktorer blir resultaten av mycket lägre grad, något som många företag blivit varse om.

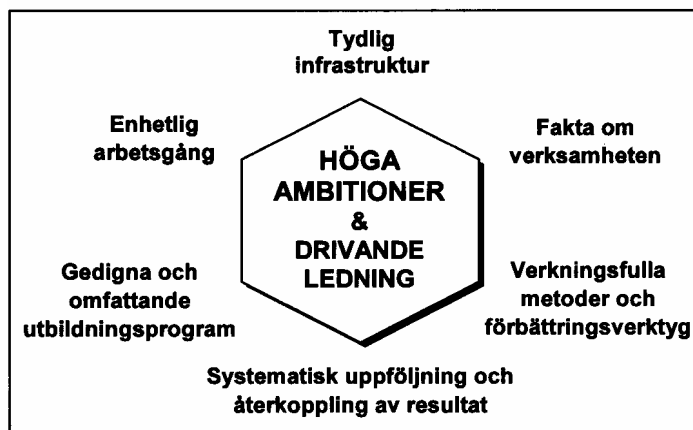


Bild 4. Sex Sigmas viktigaste delar. (Sörqvist, 2004)

4.3 Just In Time

Detta är en filosofi inriktad mot att eliminera allt onödigt, det vill säga alla icke värdeskapande aktiviteter, samt att alltid utföra rätt sak vid rätt tidpunkt. Rätt antal av rätt produkt skall vara färdiga precis när de behövs.

Genom att förkorta genomloppstider, minska lagernivåer och minska de administrativa kostnaderna kan företaget reducera sina produktionskostnader. De tre viktigaste punkterna att tänka på i JIT är att eliminera slöseri, involvera alla berörda och att arbeta med ständiga förbättringar.

Eliminera slöseri innebär att reducera spill, förkorta väntetider och minska lagerhållningen. Målet med att involvera alla är att alla skall känna delaktighet, ansvar och engagemang för sitt arbetsmoment. Förmågan att hålla alla informerade och att ha så många som möjligt involverade är sannolikt en av de mest framgångsrika faktorerna för att lyckas med JIT.

Förändringarna skall inte ske över en natt utan de skall bedrivas som ett långsiktigt arbete med små ständiga förbättringar (Elfgren, 2003).

Just In Time har fyra byggstenar (Bild 5);

- Processdesign
- Produktdesign
- Mänskliga/Organisatoriska
- MPS; Material- och Produktionsstyrning.

Dessa fyra bör analyseras för att få ett optimalt införande av Just In Time.

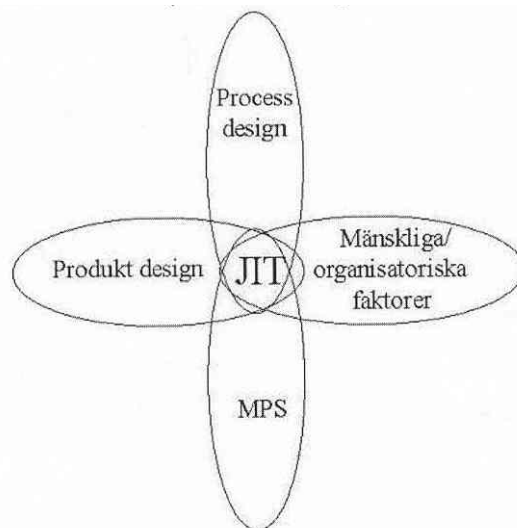


Bild 5. Just In Time: s byggstenar. (Lundgren och Sepehri, 2004)

Produktdesign

För att få en bra produktdesign måste nivåerna i strukturen minskas till ett minimum. Det skall ske genom att standardisera och modularisera produkterna för att möjliggöra en produktion i automatiserade produktionslinjer.

Processdesign

Designen av processerna skall förbättras genom att reducera ställtider, MIA-nivån (Material I Arbete), undvika buffertar, reservkapacitet samt förbättra kvaliteten. När detta är genomfört skall möjligheten att automatisera produktionen undersökas.

Mänskliga och organisatoriska byggstenar

För att arbeta med de organisatoriska delarna måste medarbetarna vara flexibla för att underlätta jobbroation. Produktionen skall även mätas och utvärderas kontinuerligt.

MPS, Material och produktionsstyrning

Ett sugande tillverkningssystem skall skapas. Det bör genomföras för att få snabbare flöden och en jämnare beläggning i produktionen. Antalet leverantörer skall minskas och ett nära samarbete bör skapas med de kvarvarande leverantörerna.

Om ovanstående punkter behandlas kommer ledtider och produktivitet att förbättras (Lundgren och Sepehri, 2004).

4.3.1 Outsourcing

Med outsourcing menas att överlåta utförande av hela eller delar av funktioner eller produktioner, som tidigare legat inom det egna företaget, till underleverantörer. Orsakerna till outsourcing är minskade handelshinder och konkurrensbegränsningar, lägre transaktionskostnader, bland annat till följd av informationsteknikens utveckling, samt de effektiviseringsvinster och den fördjupning av sitt kunnande som företaget kan uppnå genom specialisering (Nationalencyklopedin, 2004).

4.4 Alternativa förbättringsprogram

Nedan följer ytterligare några korta definitioner på en del framgångsrika förbättringsprogram (Lean Forum, 2004).

4.4.1 Kaizen

Kaizen betyder ständiga förbättringar och syftar till att engagera alla, från arbetaren på golvet till chefen på kontoret. Filosofin utgår från nödvändigheten att tillfredställa kunden för att företaget ska överleva, det vill säga; företaget måste vara processororienterat och kundfokuserat. Små men många förbättringar skall genomföras av den som utför och känner till arbetet bäst. Förbättringarna sker genom att upptäcka och eliminera slöseri i maskiner, arbete och produktionsmetoder.

4.4.2 TPS

Toyota **P**roduction **S**ystem skapades av familjen Toyoda, grundarna av bilmärket Toyota och innebär att de utvecklade en mängd olika tekniker för att effektivisera verksamheten.

TPS anses som det mest kända och framgångsrika exemplet på ett repetitivt massproduktionssystem. Framtagandet av detta system har varit möjligt tack vare att Toyota, och andra japanska företag, är mycket duktiga att ta reda på vad kunden vill ha och varför samt vilket pris kunden är villig att betala för produkten.

4.4.3 5S

5S går ut på att företaget ska få ordning och reda på verksamheten genom att få rent och snyggt med hjälp av fem S:

- Sortera
- Strukturera
- Städa
- Standardisera
- Skapa vana

4.4.4 Muda

Muda betyder slöseri och bygger på att aktiviteter som förbrukar resurser men inte skapar något värde skall elimineras. Det finns olika former av slöseri och de vanligaste är:

- Överproduktion
- Väntan
- Onödiga transporter
- Olämpligt processval
- Onödigt lager
- Onödiga rörelser
- Produktfel

5. Processens kvalitetsbristkostnader

Om man utför en noggrannare studie av det arbete som bedrivs i en process kommer man vanligtvis att finna att en avsevärd del av detta inte är värdeskapande. Omfattningen av processens icke- värdeskapande arbete kan bestämmas genom att processens kvalitetsbristkostnader identifieras. Kvalitetsbristkostnader definieras ofta som ”de totala förluster som uppkommer genom att ett företags produkter och processer inte är fullkomliga”. Med förluster menas samtliga effekter som brister och problem har på företagets intäkter, kostnader och tillgångar. Verksamhetens kvalitetsbristkostnader indelas vanligen i de tre kostnadskategorierna (Sörqvist, 2001):

- Kontrollkostnader
- Interna felkostnader
- Externa felkostnader

Kontrollkostnader

Med kontrollkostnader menas kostnaderna för att kontrollera att rätt kvalitet levereras i alla led. Till dessa kostnader hör kostnader för kontroll, inspektion, övervakning samt revision i verksamhetens alla delar.

Interna felkostnader

Interna felkostnader utgörs av förluster orsakade av avvikelser från önskad kvalitetsnivå som upptäcks före leverans till extern kund. Dessa kan till exempel bestå av kostnader för att göra om arbete, kassera saker, förseningar, bristande effektivitet och onödigt arbete.

Externa felkostnader

Externa felkostnader består av förluster orsakade av avvikelser från önskad kvalitetsnivå som upptäcks efter leverans till extern kund. Detta kan till exempel vara kostnader för reklamationer, garantier, böter, viten, förlorade intäkter och badwill.

Ett företags totala kvalitetsbristkostnader kan uppgå till stora belopp. Exakt hur stora dessa kostnader är blir i praktiken omöjliga att fastställa då följd effekterna, och därmed även kostnaderna, av ett fel eller en brist ofta är både många och avlägsna. Verksamhetens kvalitetsbristkostnader kan därför liknas vid ett isberg där det finns en synlig topp samtidigt som den större delen finns under vattenytan (Bild 6).

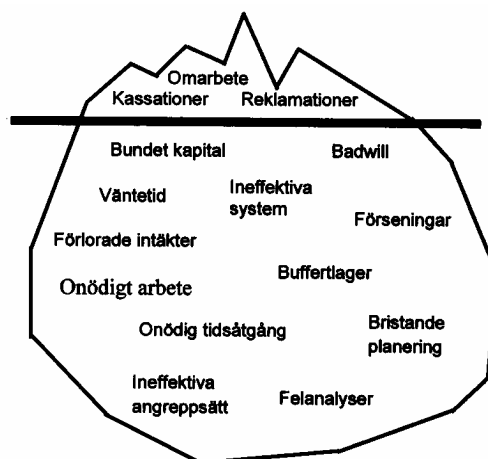


Bild 6. Endast en mindre del av verksamhetens totala kvalitetsbristkostnader är synliga på samma sätt som toppen av ett isberg. (Sörqvist, 2004)

Kunskap om processens kvalitetsbristkostnader är ofta viktig för att tydliggöra betydelsen av att driva förbättringar. Om man kan påvisa att kvalitetsbristkostnaderna för ett problem är stora, ökar möjligheterna att resurser avsätts till arbetet samtidigt som projektets prioritet blir högre. Analysen av verksamhetens kvalitetsbristkostnader utgör då en investeringsbedömning inför en förbättringssatsning. Kvalitetsbristkostnaderna kan också utgöra ett bra underlag för att välja och prioritera vilka problem och brister som man primärt skall arbeta med. Härigenom skapas förutsättningar för att bedriva ett effektivt förbättringsarbete, där de mest kostsamma bristerna angrips först. Ett kvalitets- eller verksamhetsutvecklingsarbete kan övergripande beskrivas med två generella huvudaktiviteter som är motpoler och därigenom utgör viktiga komplement till varandra. Dessa benämns *styrning och säkring* samt *utveckling och förbättring*.

Styrning och säkring

Med styrning och säkring menas det arbete och de aktiviteter som utförs för att vidmakthålla en viss avsedd kvalitetsnivå. Målet är att undvika fel och brister och garantera en viss miniminivå. Man kan därigenom se detta som verksamhetens "skyddsnät". Exempel på aktiviteter som primärt har denna inriktning är kontroll och granskning, uppbyggnad av systematik och system, kartläggning av processer samt införande av mål och mätetal.

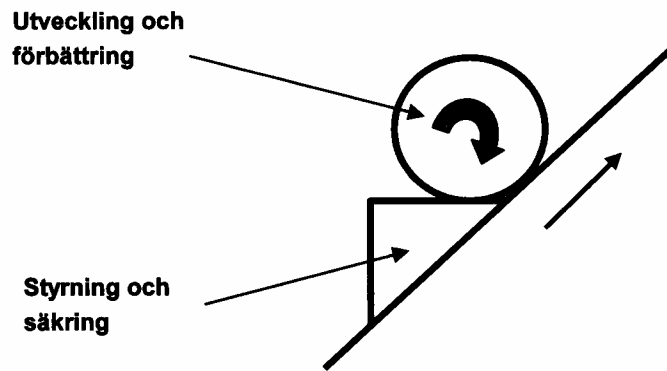


Bild 7. (Sörqvist, 2004)

Utveckling och förbättring

Utveckling och förbättring syftar på de initiativ som tas för att lyfta den aktuella nivån till en ny och bättre nivå. Den delen av arbetet är nödvändig eftersom verksamhetens omgivning alltid står under kontinuerlig förändring. Kundens krav ökar, konkurrenternas erbjudanden förbättras, nya tekniska innovationer möjliggör nya genombrott etc. För att lyckas med detta krävs att man inför ett systematiskt förbättringsarbete.

5.1 Tillfälliga och kroniska problem

I dagens processer är det svårt att skilja på tillfälliga och kroniska problem. Allt för ofta blandas dessa två kategorier samman vilket medför att företaget är nöjda när de lyckats åtgärda ett tillfälligt fel istället för att åtgärda ett kroniskt problem.

Tillfälliga problem är de fel som uppträder akut och orsakar störningar, medan de kroniska problemen är dolda och accepterade. I många fall är de kroniska problemen mycket kostsamma, men kräver en djupare och mer avancerad analys för att upptäckas.

För att det skall vara en godkänd förbättring krävs att den accepterade nivån sänks till en ny accepterad nivå.

Ständiga förbättringar är ofta en av de mest lönsamma investeringar ett företag kan göra och på längre sikt är det ett villkor för överlevnad

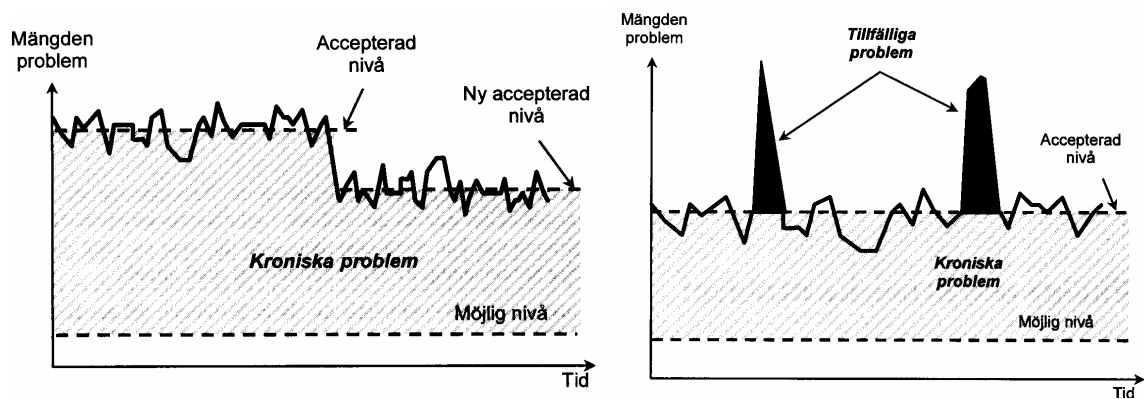


Bild 8. Kroniska och tillfälliga problem. (Sörqvist, 2004)

6. Process

Begreppet process betyder ”framåtskridande” eller ”gå framåt”. En process är ett nätverk av aktiviteter som upprepas i tiden och vars syfte är att skapa värde åt någon extern eller intern kund (Bergman och Klevsjö, 2001).

6.1 Processkartläggning

Varje verksamhet är uppbyggd av flera aktiviteter som syftar till att uppnå ett bestämt mål. Vid en processkartläggning är det första som görs att definiera start och slut. Det är dessa gränser som bestämmer avgränsningen och vilka individer som berörs. Vanligen kartläggs den övergripande huvudprocessen som därefter bryts ner i delprocesser. På detta sätt får man en bra struktur på arbetsgången.

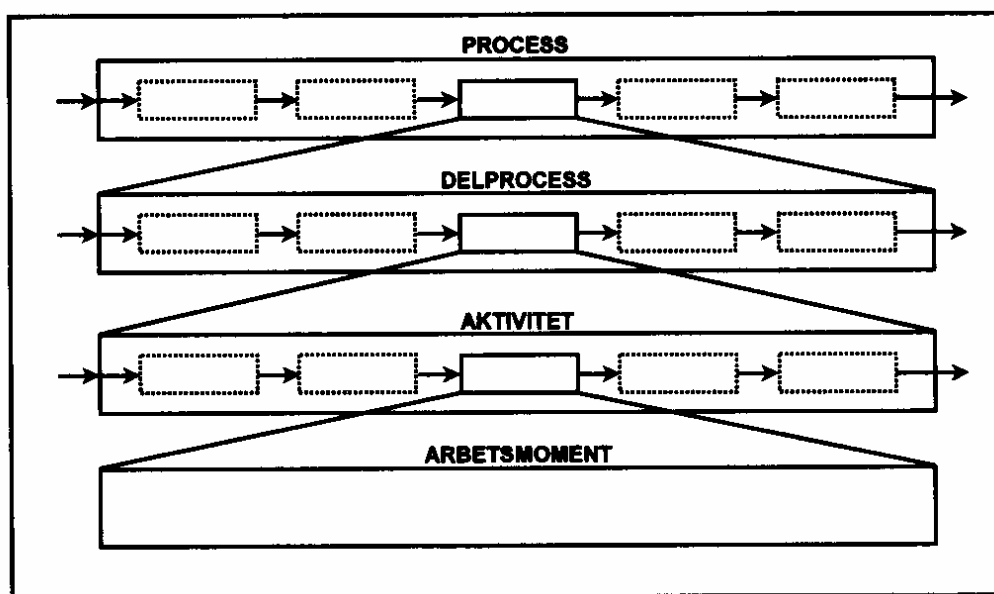


Bild 9. Nedbrytning av processen. (Sörqvist, 2001)

För att man skall kunna analysera och förbättra en process måste den helt eller delvis kartläggas. Detta innebär att man i samråd med dem som är aktiva i processen tar fram ett flödesschema som beskriver hur arbetet i processen utförs. När processen är kartlagd och dokumenterad skall den noga analyseras med avsikt att identifiera förbättringsmöjligheter. I många fall strävas det även efter att fastställa lämpliga processmått, så att processens variationer kan mätas och analyseras (Sörqvist, 2001).

6.2 Processarbete

I processerna finns det tre roller. Dessa är kund, producent och leverantör. I och med att man erhåller underlag för det arbete som skall genomföras, är man kund hos den som levererar underlaget. Nästa steg är att utföra arbetet. Man är därmed producent. När arbetet är utfört lämnas resultatet vidare till en kund. Man är då leverantör. Dessa tre roller återfinns för varje funktion, avdelning,

sektion eller grupp inom företaget. Tillsammans utgör dessa tre roller och de sätt för vilka de knyts samman grunden för verksamhetens processer. Det finns många skäl till att arbeta med processer. Det övergripande skälet är att de flesta verksamheter idag återfinner en stor del av sina totala förbättringsmöjligheter i gränssnitten mellan olika enheter, avdelningar och funktioner. Samordningen har brister, förståelsen är dålig och suboptimering förekommer ofta. Processarbetet har därigenom en mycket viktig roll att fylla. Några andra vanliga fördelar som kan uppnås genom processorientering är att:

- En bra helhetsbild uppnås hos medarbetarna
- Verksamhetens kundfokus kan förbättras
- Processarbetet ger en bra grund för förbättringar
- Förändringsstabiliteten i verksamheten ökar
- Möjligheter ges att förenkla en komplex organisation
- Underlättande av lärande och jämförelser med andra
- Processtrukturer ställer höga krav på ledarskap varför behovet av gott ledarskap är en förutsättning

En process kan successivt brytas ner i mindre delar (Bild 9). Beroende på processens omfattning och uppgift uppstår härigenom en hierarki. Vanliga nivåer i denna hierarki är:

- process
- delprocess
- aktivitet
- arbetsmoment

En process beskriver ett flöde av aktiviteter och arbetsmoment. Hur detta flöde är utformat och flyter påverkar i mycket stor utsträckning verksamhetens effektivitet och förmåga. Processens flöde och alla de aktiviteter och arbetsmoment som bygger upp processen förbrukar tid. Effektiviteten hos processens flöde beror på många olika faktorer. Först och främst bör flödet vara så enkelt och rakt som möjligt.

Ibland talar man om att flödesorientera verksamheten och menar då att de arbetsmoment och aktiviteter som utförs i processen skall organiseras efter det totala flöde som de tillhör. Onödigt arbete som stör flödet bör dessutom elimineras.

Ett vanligt fenomen i flöden är trånga sektioner eller mer populärt kallade ”flaskhalsar”. Sådana utgörs av aktiviteter eller arbetsmoment som utgör en begränsning eller ett tak för processens totala kapacitet. Vanliga flaskhalsar

kan till exempel vara kapaciteten i en viss maskin eller tillgången på en viss kompetens. Processens flaskhalsar bör systematiskt identifieras varefter deras kapacitet skal utnyttjas till fullo genom att de förbättras, avlastas eller optimeras.

Andra viktiga faktorer för processens flöde är det sätt på vilket arbetet är planerat, typ av beordringssystem, det värde som skapas i processen samt hur detta skapas. Processens ledtid eller genomloppstid är dessutom av stor betydelse både för processens effektivitet och för kundens tillfredställelse.

När en process är definierad och kartlagd kan man genom mätningar fastställa ledtider för det totala arbetet och dess olika komponenter.

Utifrån en analys av insamlad data erhålls därefter kunskap om hur tidsförbrukningen fördelas i processen. Något som ofta kan utgöra en grund för viktiga förbättringar och effektiviseringar (Sörqvist, 2001).

7. Rationaliseringar

”Rationalisering är en samlingsterm för åtgärder som sätts in för att effektivisera en verksamhet, antingen genom att producera mer med givna resurser eller genom att minska resursåtgången för ett givet resultat.”
(Nationalencyklopedin, 2004)

7.1 Undvik det onödiga

För att kunna rationalisera och på så sätt få en effektiv process, behöver man eliminera det som är onödigt i processen. Detta behöver göras för att frigöra resurser till det som är nödvändigt för att få en effektiv process. Svårigheten är att bestämma vad som är nödvändigt och vad som är onödigt.

7.2 Trånga sektioner

Genom att identifiera trånga sektioner i produktionen kan begränsningar upptäckas. Det är den trånga sektionen som sätter begränsningen för hela processen. En trång sektion kan innebära en maskin som har en viss produktionskapacitet men även att det finns en brist på material. För att åtgärda en trång sektion kan skiftgång införas vid den trånga sektionen. Dubblering av utrustning kan också göras för att utöka kapaciteten i den trånga sektionen.

7.3 Slå samman och/eller eliminera operationer

Hopslagning av arbetsmoment till färre operationsställen ger färre transportsträckor. Ett annat sätt är att eliminera ett arbetsmoment genom att installera en mer avancerad maskin som höjer produktionskvaliteten, så att viss för- eller efterbearbetning försvinner. För att ytterligare frigöra kapacitet går det att lägga ut arbetsmoment hos leverantörer. Allt detta syftar till att minska ledtiderna för en producerad vara.

7.4 Automatisering

Med automatisering menas att mekaniska, elektriska eller databaserade system införs i tillverkning eller montering. Anledningen till att ett företag vill automatisera kan vara många. Det kan handla om att reducera ledtider, öka volymerna eller minska kostnaderna. Gemensamt för alla orsaker till automatisering är att effektivisera tillverkningsprocessen.

7.5 Taktid och kontinuerliga flöden

Takttiden anger hur ofta en produkt ska tillverkas, vilket baseras på kundernas behov. Takttiden skall användas för att synkronisera produktionen. Om alla processer tillverkar i samma takt kan produkten gå från en process till en annan utan att behöva vänta i buffertar och mellanlager. Det vill säga mindre kapital bundet i buffertar vilket leder till kortare ledtider. Kontinuerliga flöden

är den mest effektiva tillverkningsstrategin. Med synkroniserade takttider kan kontinuerliga flöden lättare uppnås.

Det finns områden där kontinuerliga flöden inte är möjliga och mellanlagring i form av buffertar är nödvändigt. Exempel på sådana områden är processer med korta eller långa processtider samt processer som fysiskt ligger långt ifrån varandra vilket medför onödigt långa transporter. Lösningen är att utjämna produktionen genom att placera buffertar innan processer med olämplig processtid. Bufferten kommer att fungera som ett dragande system genom att lämna information till flödet uppströms om vilka produkter som behövs.

Nackdelen med att använda tid som en drivkraft är att stressen kan bli för hög. Rimliga krav är prestationshöjande medan alltför höga krav kan vara farliga för hälsan och minskar motivationen (Lundgren och Sepehri, 2004).

8. Avvikelsehantering och Erfarenhetsåterföring

Avvikelsehantering avser behandling av något som inte uppfyller specificerade krav, vilket påverkar kvaliteten i arbetsmetoder och produkter.

8.1 Varför en effektiv avvikelsehantering?

Generellt kan sägas att ett fel som upptäcks hos kunden kan kosta upp till 100 gånger mer att åtgärda jämfört med vad det kostar att förebygga felet på hemmaplan. Därför är det väldigt viktigt att fel som redan upptäckts inte upprepas igen på grund av slarv med avvikelsehanteringen. Det är av vikt att en ändring får genomslagskraft i alla berörda led.

För att verkligen förstå varför man skall ”älska sina avvikelser” gäller det att definiera kostnaderna som avvikelserna medför. Först då inses vilka summor det rör sig om. Det handlar helt enkelt om att synliggöra det osynliga.

8.2 Erfarenhetsåterföring

Att bygga upp en erfarenhetsbank är viktigt ur synsättet att förhindra att redan upptäckta och åtgärdade fel återuppstår. Generellt är detta ett problem som varit, och fortfarande är, vanligt på traditionella platsbyggda byggprojekt. Med industriella byggprojekt ökar möjligheten att påvisa och åtgärda avvikelser, tack vare den upprepning som uppstår. Det är av största vikt att avvikelsehanteringen är av en sådan art att alla involverade i processen både vill och kan hjälpas åt att föra erfarenheterna vidare.

8.3 Förebyggande åtgärder och förbättringsarbete

Förebyggande åtgärder är de åtgärder som görs för att eliminera tänkbara orsaker till något som skulle kunna leda till en avvikelse.

Incidenter av olika slag, utfall av arbetsberedningar, projektslutmötesprotokoll är exempel på erfarenhetsåterföring. Ett ändrat beteende kan vara nödvändigt för att en negativ erfarenhet inte skall inträffa i kommande projekt.

Vanligtvis skiljer man på förbättringsarbete som är förebyggande, förbättringsarbete som möter nya kravnivåer respektive förbättringsarbete där något gått fel. När det sistnämnda inträffar måste man gå till roten av problemet och få fram grundorsakerna. Att gå tillbaka till platsen och tidpunkten då felet, eller avvikelsern, inträffade är nödvändigt för att få fram varför det inträffade och varför det inträffade just då. Att bara informera personalen om det inträffade är inte någon garanti för att det inte skall uppstå igen.

Erfarenheter från olika delar av verksamheten utgör beslutsunderlag för vilka förebyggande åtgärder som behöver vidtas. Uppföljning sker även för att säkerställa att beslutade åtgärder fått avsedd verkan.

8.4 Förslag på effektiv avvikelshantering

Här följer en arbetsgång som rekommenderas av Sandholm och SKF:

1. Avvikelsen upptäcks. Resurs tillsätts
2. Avvikelsens symptom beskrivs
3. Kortsiktiga åtgärder planeras och verkställs, till exempel att snabbt minimera eventuella negativa effekter
4. Avvikelsens grundorsak analyseras
5. Avvikelsens grundorsak åtgärdas
6. Åtgärder mot grundorsaken verifieras och valideras
7. Åtgärderna sprids till övriga relevanta processer

9. Internationella aktörer

För att få ett vidare perspektiv på byggande av volymelement har vi valt att studera USA och Japan.

9.1 USA

I USA använder man sig av fyra olika sätt att bygga hus med varierande grad av förtillverkning.

Högst prefabriceringsgrad finns i så kallade Manufactured Homes och lägst i Pre-Cut Homes.

Industriellt tillverkade bostäder i USA uppgår till 130 000 år 2003 jämfört med de platsbyggda som uppgår till 1 500 000 stycken (Manufactured Housing Institute, 2003).

Här följer en kort redogörelse om de fyra sätten (Manufactured Housing Research Alliance, 2003):

Manufactured Homes anländer kompletta till uppförandeplatsen i form av moduler, med lampor, tapeter, mattor och gardiner mm. De är färdigställda till 80- 90 %, förutsatt att de inte består av mer än en våning. Dessa hus går under namnet HUD Codes vilket innebär att de är utformade med hjälp av ett antal krav som är förutbestämda av den stat i vilken byggnaden skall uppföras. Huset består oftast av en stor modul. Konceptet är baserat på de hus som under 80-talet gick att flytta med sig då de hade hjul men ställs i nuvarande form på en fast grund.

Modular Homes är även detta ett modulbygge i fabrik, där det invändiga färdigställandet är varierande men oftast ligger mellan 70- 85 % när de anländer till byggarbetsplatsen. Denna typ av hus består oftast av två eller tre våningar och innehåller mellan två och sex moduler.

Panelized Homes är uppbyggda av planelement och levereras till arbetsplatsen i form av väggar, golv och tak. Denna lägre grad av prefabricering kräver mycket mer arbete på byggarbetsplatsen.

Pre-Cut Homes är den lägsta graden av prefabricerat arbete och innebär att materialet levereras färdigkapat till byggarbetsplatsen enligt en materialspecifikation. Detta byggsätt kräver mest arbete på byggplatsen och kan i det närmaste jämföras med traditionellt platsbyggeri.

Lönekostnaden för ett modulbyggt hus ligger mellan 8-12 % medan den för ett platsbyggt hus hamnar på ungefär 50 %. Arbetskraften i fabrikerna är oftast utbildad vilket medför lägre lönekostnad. Fabrikerna placeras i lågavlönade områden som sänker kostnaderna.

Storleken på de amerikanska modulerna skiljer sig från de svenska, då tillåtet transportmått på en modul i USA är 23x5.5x3.5 (m), vilket medför att ett hus kan uppföras med färre antal moduler. Detta bidrar till lägre byggkostnader samt reducerade transportkostnader och medför även en högre flexibilitet ifråga om planlösningen.



Bild 10. Moduler i USA kan vara större än i Sverige.(Manufactured Housing Research Alliance, 2003)

Produktionscyklen från start till slut för ett modulbyggt hus är cirka 1 månad medan det för ett platsbyggt dito oftast tar mer än 3 månader, beroende på hur komplex utformning huset har.

Fördelarna med modulbyggt hus som omnämns i USA är liknande de i Sverige. Den främsta anledningen är kostnadsbesparingen och därefter följer en rad andra punkter såsom t ex väderoberoende, alltid tillgång till rätt hjälpmedel, aldrig arbete på svåråtkomliga ställen, låg påverkan vid sjukfrånvaro, inga leveransproblem, avsaknad av skadat material på byggarbetsplatsen med mera.

Arbetsättet inne i fabriken skiljer sig avsevärt mot i Sverige. I USA finns inte samma regler för arbetsmiljö vilket medför att arbetsskador oftare inträffar. Påföljden blir dock inte speciellt stor då en ny arbetare kan anställas dagen efter. Denna brist på regler har medfört, i vissa fabriker, att arbetaren använder sig av styltor istället för stege då han ska arbeta på högre höjd och att hjälpmedel för att lyfta skivmaterial saknas.



Bild 11. Arbetsförhållandet i USA skiljer sig från Sverige.(Mullens, 2004)

Materialen i hus som tillverkas i USA skiljer sig nämnvärt från hus som tillverkas i Sverige. Vinyl används i hög grad i så väl fönster, dörrar samt som fasadmateriel. Detta är ett material som inte har fått så stor genomslagskraft på den svenska marknaden. Anledningen till att det är populärt i USA är flera, bland annat att underhållet minimeras, låg fuktkänslighet och motståndskraft mot skadedjur.

9.2 Japan

Japans stora tillverkning av bostäder tog fart efter andra världskrigets förstörelse och den efterkommande babyboomen. Efterfrågan på bostäder krävde att nya metoder och material användes vid tillverkningen. Efter denna händelse har det industriella bostadsbyggandet fortsatt att utvecklas. Detta har inneburit att nya konstruktionsmetoder samt att hjälp av robotar och data har ökat produktiviteten. Tack vare att byggandets industriella process utvecklas uppkommer nya konstruktionsmetoder och byggnadssystem som underlättar hopsättningen av prefabricerade komponenter. Idag tillverkas 20 % av alla bostäder industriellt (Kansai Institute of Information Systems & Industrial Renovation, 2003). Det tillverkades ca 1.2 miljoner bostäder 2003 i Japan. En genomsnittlig producerad bostad är på cirka 140m² (Statistical Handbook of Japan 2004, 2004).

Japan är känt för sin effektiva industri. Då tänker man gärna på Toyotas bilindustri. Toyota tillverkar inte bara bilar som många tror, utan de tillverkar även hus för den japanska marknaden. Detta bolag inom Toyota heter Toyota Housing Corporation och har cirka 200 anställda och tillverkar 3500 hus (Toyota Housing, 2003). Toyota är en liten industriell hustillverkare om man ser till de största tillverkarna på den japanska marknaden. Till exempel Sekisui House tillverkar så många som 60 000 bostäder om året. Andra stora tillverkare i Japan är Daiwa House Industry Co, National House Industrial Co och Sekisui Chemical Co. De fem största företagen som tillverkar bostäder industriellt har 80 % (Renee, 1987) av marknaden.

I Japan finns det planeringstavlor i produktionshallarna. Tavlorna kan innehålla följandeinformation:

- Planerat antal producerade enheter för det aktuella skiftet
- Så många enheter som borde ha producerats vid det aktuella skiftet
- Så många enheter som faktiskt producerats vid den aktuella tidpunkten
- Differensen mellan antalet enheter som producerats och antalet som borde ha producerats

I vissa fall redovisas även kvalitetsutfallet. Allt detta ger en signal på om ett bra arbete gjorts. Dessutom förklarar det varför eventuellt övertidsarbete behövs.

Toyotas produktionssätt är uppbyggt på samma sätt som inom bilindustrin. Toyotas bostäder är uppbyggda av en bärande stålkonstruktion som är klädd med en aluminiumsandwichvägg.

62 % av alla industriellt tillverkade bostäder har stålstomme medan 22 % är av trä och 16 % är av betong.

De japanska husbyggarna har en del utmaningar och problem att lösa när de skall konstruera ett nytt hus som vi i norra Europa inte är vana vid och vice versa. Det är bland annat Japans placering precis vid gränsen mellan några kontinentalplattor som får till följd att jordbävningar är vanliga. Även tornados och tyfoner är vanliga. De orsakar förutom starka vindar även stora mängder nederbörd. För att människorna inte skall vara i fara under till exempel en jordbävning, måste konstruktörerna tänka på hur huset utformas och dimensioneras så att det klarar ett kraftigt skalv.

De stora hustillverkarna genomför även fullskaletester av husen för att se hur de beter sig vid en jordbävning. Många av hustillverkarna har en garanti på 10 år när det gäller bärande konstruktioner.

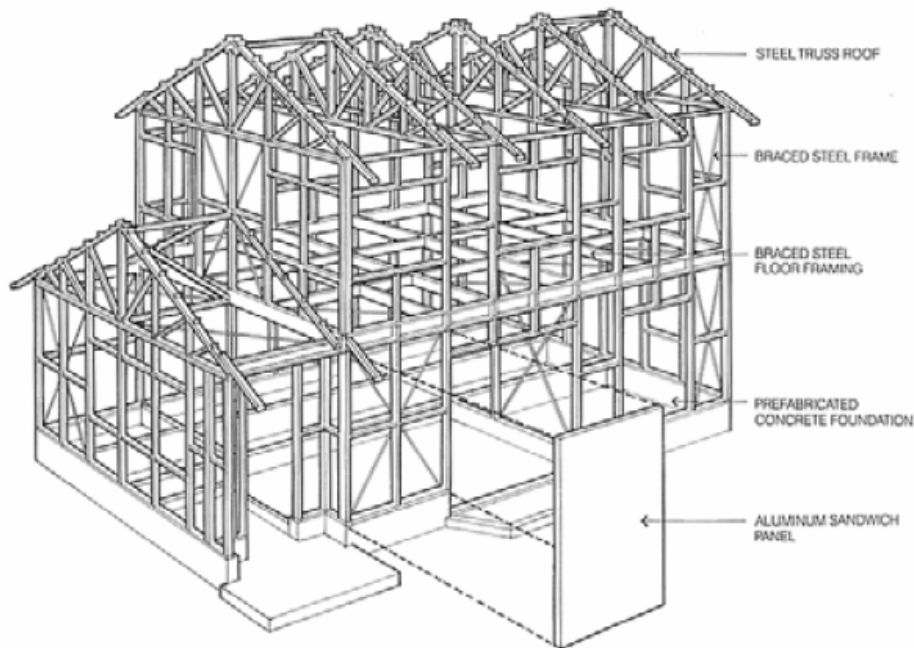


Bild 12. Stomme av stål.

9.2.1 Toyota

Toyota Housing Corporation har funnits sedan 1975 och de har alltid strävat efter att göra de japanska hemmen bättre. Bostäderna bygger på en bärande stomme av stål. Då många bostadstillverkare har en garanti på den bärande stommen på 10 år så har Toyota infört en garanti på 30 år (Toyota, 2004).

Toyota har en mycket känd produktionsfilosofi i form av Lean Production. Denna produktionsfilosofi är beskriven närmare i kap 4.1. Toyota har utvecklat en egen syn på Lean Production som de kallar Toyota Production System eller TPS. Detta är inte något regelsystem utan bygger istället på vägledande principer som har blivit utprovade i det dagliga arbetet under många år.

Hjärtat i TPS är Kaizen som betyder ständiga förbättringar. Toyotas anställda skall inte bara följa det standardiserade arbetet utan även söka efter förbättringar. Det är arbetaren som jobbar med det specifika momentet som bäst känner till arbetsmomentet och vet vad som kan förbättras och hur detta bör göras. Toyota har även fått arva kunskap från Henry Ford som delade upp arbetet i mindre delar, som i sin tur delas upp av arbetslaget. Skillnaden mellan TPS och Henry Fords sätt att arbeta är att i TPS har laget själv ansvaret att fördela arbetet mellan sig.

Toyota som är en liten aktör på marknaden jobbar ständigt med att effektivisera sig och sänka kostnaderna. För att Toyota ytterligare ska stärka sin roll på den japanska marknaden kommer de att genomföra en rad förbättringsåtgärder. Dessa förbättringar är inget som bara Toyota arbetar med, utan i utvecklingsarbetet tar man även hjälp av underleverantörer. Man skall bland annat (Toyota, 2004):

- Utbilda arbetare för att stärka sitt humankapital till 2010. Bland annat får nyanställda gå en miljöutbildning som innebär att de får information i form av teori men även från studiebesök.
- De satsar på nästa generations energibesparingsstandard, som innebär hermetisk¹ tillslutning och väl isolerade hus. Energiåtgången för att värma och kyla ett hus ska sänkas med 20 %. Detta görs för att minska skadliga CO₂ utsläpp och förhindra global uppvärmning.
- Minska avfallet ute på arbetsplatsen med 70 % från 2000 till 2005. Från 5.4m³ till 1.6m³ per bostad.

¹ Med Hermetisk tillslutning menas att väggen är innesluten av ett lufttätt membran.

Toyota koncentrerar även överbliven färg från ytterväggarna, så att det endast blir kvar mellan $\frac{1}{3}$ och $\frac{1}{4}$ av resterna. Numer skickas även all plast och vinyl, som tidigare skickades till förbränning, istället till en leksakstillverkare som använder det som råvara i sin produktion.



Bild 13. Vätskekoncentrator. (Toyota, 2004)

Toyota Housing Corporations huvudmål är att ha en produktion som snabbt kan ställas om efter vad konsumenterna efterfrågar och på ett bättre sätt kunna prognostisera den framtida försäljningen.

9.2.2 Sekisui

Sekisui Homes och Sekisui Chemicals är båda bland de ledande tillverkarna av industriellt tillverkade bostäder. Sekisui koncernen grundades 1947 och tillverkade många komponenter till prefabindustrin. 1960 grundades Sekisui Homes som ett eget bolag men med Sekisui Chemicals som 20 % ägare till bolaget. Idag tillverkar Sekisui Homes 60 000 bostäder (Sekisui House, 2004) medan Sekisui Chemicals tillverkar 16 000 (Sekisui Chemical, 2004).

Produktionen av Sekisui Chemicals bostäder sker till 80 % inne i en fabrik. Det tar ca 40 dagar att färdigställa en byggplats, men det tar bara en dag att få huset monterat och regntätt (Sekisui Chemical, 2004).

Tillverkningen i fabriken sker bland annat med hjälp av robotar. De svetsar samman det bärande stålskelettet, sprutmålar invändiga ytor, reducerar svåra och tunga lyft mm. Robotarna säkerställer också en jämn kvalitet och reducerar arbetsstyrkan. Sekisui har även bostäder med en bärande stomme av trä. Ytterväggarna består av tegel, aluminium eller plast (Sekisui Chemical, 2002).

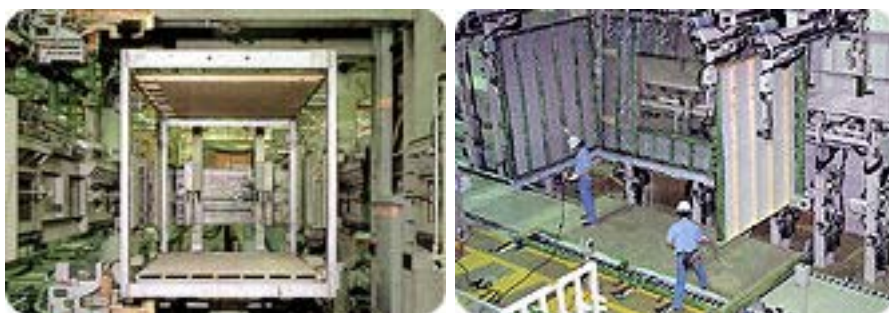


Bild 14 & 15. Produktionslinor. (Sekisui Chemical, 2004)

Hela produktionen av ett hus från planering till överlämnandet kan sammanfattas i sjutton punkter (Sekisui Chemical, 2004):

- Först sammanställs information om den senaste bostadsutvecklingen både vad gäller in och utsida. Denna information kommer från experter både internt och externt.
- Denna information används för att skapa "truly comfortable house" enligt Sekisui.
- Därefter sammanställs alla delar som behövs för att tillverka bostaden. Det brukar vara cirka 300 000 komponenter. Alla dessa delar skrivs in i HAPPS: Heim Automated Part Pic-up System. Detta system ser till att det finns material i rätt tid och på rätt plats i produktionslinjen. Systemet bidrar till att produktiviteten och kvaliteten höjs.

- Materialet levereras till produktionslinjen
- Gipsskivor spikas fast med automatiska spikmaskiner på reglarna till golv- och takbjälklagen.
- Stommen till modulerna svetsas samman med hjälp av automatiska svetsar. Detta gör maskinerna med en noggrannhet på ± 2 mm. Svetsskarvarna rostskyddsmålas.
- Ytterväggarna sätts på plats med en speciell nitmaskin och en packning läggs mellan elementen.
- Innerväggarna sätts upp efter kundens speciella önskemål.
- Installation av badrum, kök och trappor.
- Kvalitetskontroll vilken innefattar ca 250 punkter som kan vara allt från en spricka mellan väggelement till om golvet eller trappan gnisslar när man går i den.
- Modulen packas in i en hätta av plast som har till uppgift att skydda mot fukt under transport.
- Modulen lyfts upp på speciellt utformade lastbilar för vidare transport efter kundens avrop.
- Modulerna börjar monteras ihop på arbetsplatsen på en platsgjuten betongplatta.
- Taket sätts samman på de hopmonterade modulerna. Även taken tillverkas på fabrik i form av platta element.



Bild 16 & 17. Sprutmålning och kontroll av modul. (Sekisui Chemical, 2004)

- Insidan av bostäderna färdigställs med material som skickas med från fabriken till arbetsplatsen.
- Emissioner i lägenheten mäts, till exempel formaldehyd.
- Överlämnande av bostaden till beställaren.

Ofta händer det att delar till huset skickas i större kvantitet än vad som behövs. Då tar byggentreprenören hand om dessa delar och anmäler det till Sekisui så att de kommer till användning vid nästa byggprojekt.

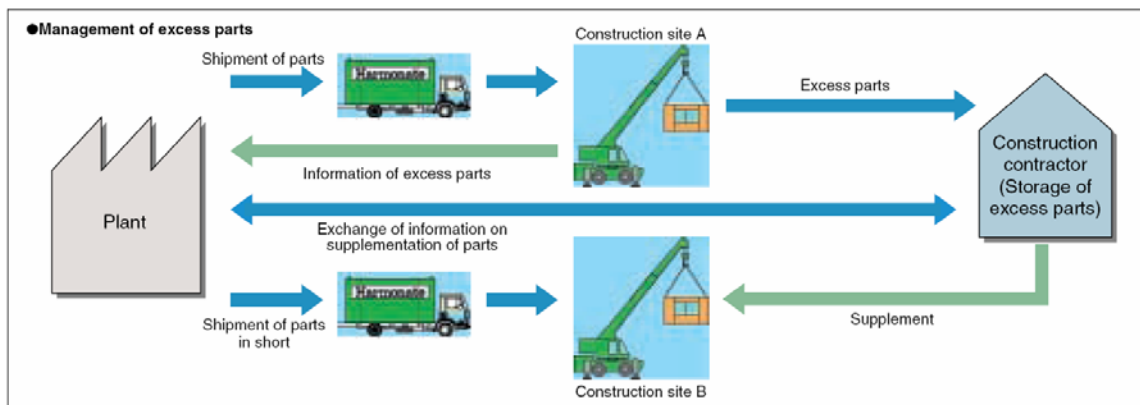


Bild 18. Transportlogistik av överflödiga delar. (Sekisui Chemical, 2002)

Alla beställare till Sekisui bostäder får en långtidsplan för renovering och underhåll så att detta kan planeras i god tid och medföra att kvaliteten på bostaden kan vara beständig under en längre tid. Den långsiktiga stöttningen avspeglas i det sextioåriga kontrollprogrammet. Det innebär att både insidan och utsidan kontrolleras vart femte år från år fem efter det att bostaden har lämnats över från Sekisui. Innan dess sker en kontroll vid sex månader, ett år och två år.

Garantitiden på bärande konstruktioner samt vattentätheten är tio år. Om det inte håller under den tiden och det behövs reparationer får kunden ytterligare fem år i garanti på dessa och om ytterligare reparationer behövs medför det att man får fem år till. Den slutgiltiga garantitiden kan således uppgå till tjugo år (Sekisui Chemical, 2002).

Om ett hus behöver flyttas från sin ursprungliga plats så går detta att göra. Sekisui bostäder går till 70 % att montera ner för att sedan byggas upp igen på en annan plats. Det som måste göras om är att gjuta en ny platta samt täta skarvarna mellan modulerna. Detta underlättar husköp då köparen kan köpa ett hus i en stad och sedan flytta det till en annan (Sekisui Chemical, 2002).

Sekisui inköp av material och produkter till sina bostäder sker internationellt. Till exempel importerar man gardinstänger från Tyskland, bänkskivor från Thailand, handfat från Filippinerna, trä från Sverige och köksluckor från USA. Sekisui jobbar för ett vinn -vinn förhållande mellan materialproducenten och sig själva. Inköpet av varor sker i tre steg (Sekisui Chemical, 2004):

- Sekisui informerar sig bland annat om företagets profil, produkt, samt förutsättningar för köp och ledtider.
- Sekisui får ett prov av materialet som de utvärderar för att kunna godkänna. Besök sker även hos producent för att se tillverkningsprocessen och det sker även en provorder.
- Tillverkaren får en tillverkningsorder och kan börja massproducera sin vara.

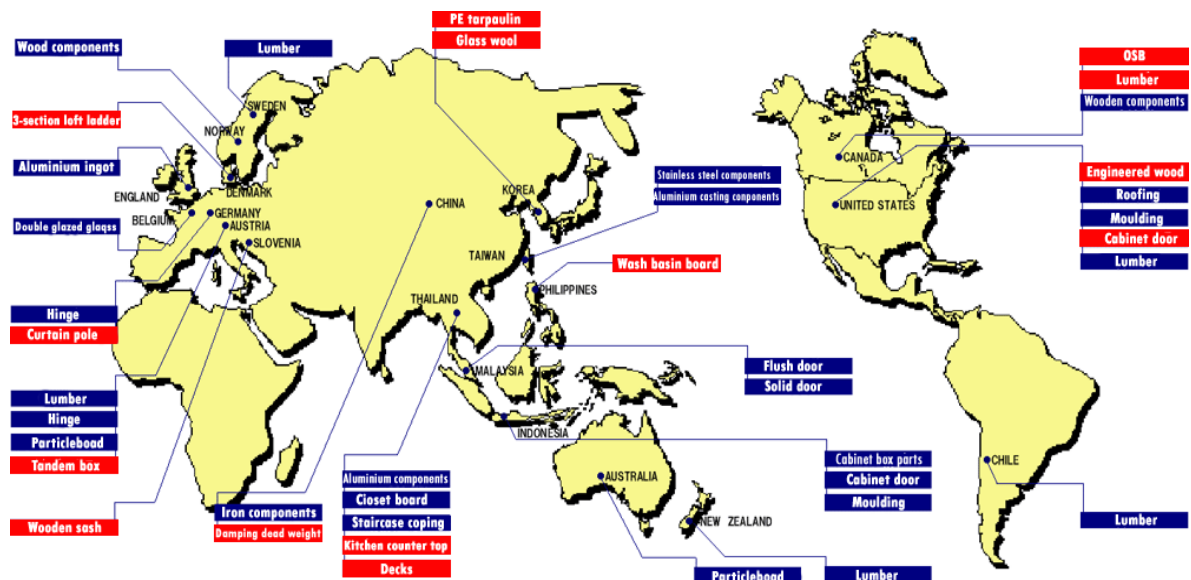


Bild 19. Internationella materialinköp. (Sekisui Chemical, 2004)

10. Fallstudie

Här beskriver vi hur Bo Klok vinkelhus tillverkas i Gullringen. Våra iakttagelser är nedan beskrivna i ord och bild.

10.1 Identifiering av processer

Idag sker tillverkningen av Bo Klok vinkelhus i en fabrik i Gullringen. Den byggnad i Gullringenfabriken där större delen av produktionen är lokaliserad, är uppdelad i tre mindre hallar. I den första hallen sker all tillverkning av planelement. Tillverkningen av planelementen är i sin tur uppdelade i ett antal linor. En lina producerar väggar, en producerar golv och en producerar innertak/mellanbjälklag.

I den andra hallen monteras de olika planelementen samman till volymelement.

I den tredje hallen tillverkas tak och takstolar och här sker även materialbearbetning i form av kapning av både gipsskivor och träreglar.

10.1.1 Väggtillverkning

Vid linan som tillverkar väggar är första stationen en spikportal, där spikas regelstommen ihop. Vid station två gipsas regelstommens ena sida. Vid station tre vänds väggen med hjälp av ett vändbord. Detta är för att det skall gå att gipsa andra sidan på väggen, om väggens föreskrifter säger det. I detta steg dras också alla invändiga rör och isoleringen sätts på plats. När steg tre är klart kan väggen gå två olika vägar. Antingen lyfts väggen upp på en annan linje för vidare behandling, om det är en innervägg eller sektionsavskiljande vägg, alternativt om det är en yttervägg av modell Älmhult som behöver panel, skickas den till nästa station där panelen sätts på plats.



Bild 20. Vändning av väggelement.

När väggarna är färdigbyggda hamnar de på två spår. Här får väggarna sin första spackling, ytterväggarna målas en andra gång samt fönster, dörrar med foder och plåtar sätts på plats. När allt är färdigt är väggarna klara att skickas in i den andra hallen.

10.1.2 Golvbjälklag

Vid linan som tillverkar golv, är först steget snarlikt det i vägg tillverkningen. Här sätts regelstommen samman, vindpapp sätts på liksom gula plasticsyllar. Innan golvet går vidare till den andra stationen, vänds golvet med hjälp av en travers som går i taket.



Bild 21 & 22. Avloppsgroda och Golvbjälklag

Vid station två dras alla VVS-rör som skall ligga i golvet. Här trycktestas även rören. Vid badrummet och köket går det många rörinstallationer av naturlig orsak. För att lättare montera och dra dessa installationer, framförallt i moduler med badrum, har man lyft ut detta moment utanför linan, där de bygger en avloppsgroda¹ som sedan sätts in vid station två i linan (Bild 21). Vid det tredje steget isoleras golvet. Vid steg fyra sätts golvspånskivorna på plats. I sista steget läggs sedan parkettgolvet som sedan täcks med skyddspapp.

10.1.3 Takbjälklag

Vid linan där tillverkningen av tak/mellanbjälklag sker, består även här första stationen av att träregelstommen sätts ihop. Det andra steget består av att en diffusionspärr, i form av en åldersbeständig plastfolie, sätts på plats, om elementet tillhör en modul på andra våningen. Därefter glesreglas stommen och på reglarna sätts sedan en undertaksgips (Bild 23). Vid steg tre vänds tak/mellanbjälklaget om, även här med hjälp av en travers. Därefter dras alla installationer. Efter det isoleras bjälklaget. Om det är ett mellanbjälklag läggs även ljuddämpande gummiklossar ut.

¹ Med avloppsgroda menas den förtillverkade modul som innehåller badrumsavloppen.



Bild 23. Montering av takgips.

10.1.4 Montering; från planelement till volymelement

När alla elementen är klara transporteras de in i hall två. Denna hall är uppbyggd av fyra linjer, varav två är för moduler med badrum och två är för moduler med kök. De olika arbetsmomenten i denna hall utförs inte på samma sätt som momenten vid elementtillverkningen. Arbetsmomenten i modulerna sker på tvären mot flödet och utgår inte från några fasta arbetsstationer. Det första som händer är att väggar monteras på golvbjälklaget. Om det är en köksmodul sätts paketet med de färdigmonterade köksskåpen in på golvbjälklaget.



Bild 24. Monteringshall.

Därefter monteras takelementet och ventilationsmodulen installeras. Ventilationsmodulen byggs ihop utanför bostadsmodulen för att spara tid (Bild 25). Tillverkningen av den sker i en tredje hall.

Samtidigt läggs fallskivan² på plats i badrummet, om det är en badrumsmodul. Nästa steg är att komplettera väggarna med gipsskivor och isolering i elementskarvarna. Därefter går elektrikern in och drar elledningar i de fördragna rören. Målaren går därefter in och slipar och spacklar en andra gång. Om det är en modul till ett Älmhult hus tapetseras modulen, om det är en Helsingborgsmodul målas den.

Direkt efter att fallskivan har lagts in i badrummet börjar även arbetet med att lägga in våtrumsmattan på golvet i badrummet. När den är ditlagd målas det första lagret av tätskikt och efter torktiden målas det andra lagret. Kaklet på väggarna sätts upp när tätskiktet har torkat färdigt.



Bild 25. Ventilationsmodul.

När kaklingen är klar sätts toalettstolen, vasken, elementet och resten av sakvarorna på plats i badrummet. Det sista som händer är att alla sakvaror utanför badrummet sätts på plats.

När målaren är klar med köksmodulen monteras köket och kaklet sätts på plats. Därefter sätts lister och sakvaror på plats och elementen installeras.

Nu är modulerna klara och det sista som återstår inne i fabriken är att täcka in modulen för vidare transport.

I den tredje och sista hallen tillverkas ventilationsmodulen, tak och takstolar, panelen som skickas ut med modulen målas en andra gång och gipsskivor kapas till rätt storlek liksom alla regler.

10.1.5 Montering; från volymelement till färdigt hus

Montaget börjar tidigt på morgonen och avslutas på eftermiddagen. Detta innebär att man får tätt hus redan på första dagen och huset är skyddat mot yttre påverkan såsom väder och vind.

När volymelementen kommer till byggarbetsplatsen, i en förutbestämd ordning, monteras dessa på en i förväg iordningställd grund av leca block. Först monteras första våningen bestående av tre lägenheter där varje lägenhet sätts samman av två volymelement. När första våningen är färdigmonterad

² Fallskiva är en förtillverkad skiva som ger det korrekta fallet på duschgolvet

fortsätter man med det andra planet som också består av tre lägenheter och totalt sex volymelement. Slutligen monteras taket.

Under följande dagar pågår ett arbete med att koppla samman installationer mellan volymelementen och extern el och installationer samt färdigställa fasaden som skall putsas om det är ett Helsingborg.

Volymelementen som levereras är kompletta så när som på vitvaror som levereras och monteras på arbetsplatsen.



Bild 26. Montering av volymelement.

10.2 Avvikelsehantering i Bo Klok vinkelhus

Avvikelsehanteringen avseende Bo Klok vinkelhus är under utveckling. När fabriken i Gullringen tillhörde Myresjöhus fanns det en särskild avdelning som hanterade avvikelser.

I dagsläget finns det endast en muntlig form där fabrikschefen får avvikelsen per telefon och därefter informerar berörda i fabriken.

Om problem uppstår i fabrikstillverkningen korrigerar berörda på arbetsstationen momentet direkt. Inte heller här förs det någon statistik eller rapportering.

11. Analys

Analysen är uppbyggd i olika delkapitel:

- Förbättringsprogram
- Jämförelse mellan Japan, USA och Sverige
- Avvikelsehantering
- Föreslagna förändringar i produktionsprocessen

11.1 Förbättringsprogram

När det gäller att använda sig av befintliga förbättringsverktyg är den viktigaste delen att engagera hela företaget, från VD till produktionsarbetaren, för att få ett lyckat resultat. Många företag har sagt att de skall satsa på olika förbättringsprogram men har inte engagerat alla inblandade parter och därmed inte fått önskat resultat. Genom att lära av andras misstag kan man spara mycket onödigt arbete.

11.2 Jämförelse mellan Japan, USA och Sverige

Allmänt kan sägas att Sverige befinner sig någonstans mitt emellan USA och Japan vad gäller modulbyggande.

USA har den lägsta graden av automatisering medan Japan använder sig av full automation i sin tillverkningsprocess. Sverige befinner sig i mitten. I USA används begreppet ”slit och släng” när det gäller arbetskraft i fabrikerna vilket medför att arbetsförhållandena inte är optimala, medan arbetskraften i Japan mestadels har rollen som processkötare vid de automatiserade maskinerna. Tungt lyft förekommer praktiskt taget inte i Japan medan det hör till vardagen i USA.

USA skiljer sig mycket angående miljötanke jämfört med Japan. De japanska kunderna är mer miljömedvetna och därför används detta som ett försäljningsargument i Japan. Ett exempel på detta är vätskekoncentratoren som komprimerar bland annat färgrester för att minska det miljöfarliga avfallet. I USA används inte miljö som ett försäljningsargument och kunderna har ingen drivkraft på det området eftersom de inte är lika uppmärksammade på samma sätt. I de japanska företagens årsredovisningar framkommer uppgifter om produkternas miljöpåverkan och framtidens miljöutveckling.

Både USA och Japan har ett mer öppet förhållningssätt till alternativa materialval än Sverige. De är inte rädda att testa nya material i modulerna medan vi i Sverige är mer konservativa vad gäller materialvalet. Mycket beror på att Sverige är täckt av skog samt att Japan inte har de naturtillgångar som krävs för husbyggande. De japanska företagarna väljer att använda sig av måste de importera materialet. I USA har man stora problem med fuktigt klimat och termiter vilket medfört att användandet av plastmaterial ökar.

Den svenske hus/lägenhetsägaren ser sitt hus som sin ”borg” och vill ha ett hus som inger styrka och robusthet medan amerikanen oftare är mer flyttbenägen och inte lägger lika stor vikt vid huset. Är det praktiskt och underhållsfritt är han nöjd. För japanen är husägandet en livsstil. Han erbjuds ett servicepaket från tillverkaren som sträcker sig så långt i tiden som sextio år. Ett telefonnummer är allt som behövs oavsett om han fått skadeinsekter eller vill flytta ett eluttag. Kundfokuset i Japan är vitt skilt från såväl USA som Sverige.

Kvalitetskontrollen på husen innan de lämnar fabriken är avsevärt noggrannare i Japan än Sverige men framförallt USA. I Sverige består kontrollen mestadels av egenkontroll medan den i Japan utförs av en kontrollant som bedömer ungefär 250 punkter som skall godkännas innan modulen lämnar fabriken. Förutom detta sker även en egenkontroll vid varje station. I USA är flödet viktigare än kvaliteten. Kvalitetsproblemen märks upp och åtgärdas i slutet av processen. Det gäller att producera så många moduler som möjligt, flödet får inte störas, vilket innebär att det oftast finns många arbetstimmar kvar innan volymelementet kan lämna fabriken.

Den automationsgrad som Japan använder sig av har gjorts möjlig tack vare att de har en industriell produktion av ungefär 250 000 bostäder om året. Kostsamma investeringar slås ut på många tillverkade enheter. I Sverige där marknaden är en bråkdel så stor som i Japan är det svårare att räkna hem en liknande investering av förklarliga skäl. Den trähustillverkare i Sverige som kommit längst är Myresjöhus som å andra sidan innehar en av Europas mest automatiserade linor för elementtillverkning.

En jämförelse mellan fabriken i Gullringen och Toyota Homes Corporation vad gäller effektivitet kan göras om man räknar ut hur många m² varje arbetare på fabriksgolvet producerar under ett år. Hos Toyota produceras 2500 m² per person medan arbetaren i Gullringen producerar 250 m² på ett år. Skillnaden är slående och kan till stor del tillskrivas Toyotas automatisering. Givetvis är inte den hela förklaringen utan det faktum att de använder sig av Lean Production (i form av TPS) tänk ut i fingerspetsarna är en annan orsak. I USA är det svårt att få fram liknande siffror vilket tyder på att den offentliga insynen i företagen är begränsad. Även här i Sverige är informationen betraktad som företagshemlighet. Hela det japanska samhället är uppbyggt kring grundstenen att dela med sig av sin kunskap och vara öppen. Utan detta tankesätt hade inte Japan varit där de är idag eftersom det var precis så de själva gick till väga efter andra världskriget. De studerade bland annat USA: s produktion för att sedan lära av deras misstag och förädla hela processen. Detta är en bevisat effektiv strategi och borde även kunna genomföras i större grad i svenska byggföretag.

11.3 Avvikelsehantering

En nackdel med att inte hantera avvikelserapporter i pappersform är att det inte förs någon statistik på vilken typ av avvikelser som uppstår och hur ofta de inträffar. Med förd statistik kan man visa upp för leverantörer hur kvaliteten på deras produkter är och påvisa eventuella brister. Vårt förslag är att avvikelser måste lyftas fram och dokumenteras för att på effektivaste sätt elimineras och undvikas. Ett förslag på avvikelsehantering redovisas i kapitel 8.4.

Genom att lyfta fram både positiv och negativ information och sätta upp denna på väggarna i ett rum, skapas en struktur på informationsflöde som är lättare att ta till sig.

Scania i Sverige använder sig av denna typ av information på tavlor och varje vecka samlas medarbetarna och diskuterar problem och lösningar genom att sätta upp all nödvändig information på väggarna i ett rum utan stolar. Istället används ståbord för att alla medarbetare skall hålla sig pigga och alerta. Informationen är graderad efter färgskala beroende på hur akut eller hur allvarlig den är.

En liknande variant har införts i Gullringen genom att redovisa krav på bland annat produktion och sjukfrånvaro och därefter klargöra om målen uppnåts. Genom att utveckla detta ytterligare skapas ett bättre informationsflöde.

11.4 Föreslagna ändringar i produktionsprocessen

Nedan angivna förslag medför en omfördelning av arbetskraften. Förslagen är utarbetade med hjälp av den tidplan vi tagit fram, baserad på tider vi mätt i fabriken samt tider som produktionsledningen sammanställt.

Vi har utgått från den kritiska linjen och förändrat tidsförlopp och resursinsatser på de olika momenten som finns för att förkorta produktionstiden. Exakt i vilka arbetsmoment den friställda arbetskraften skall infogas har vi inte behandlat speciellt noga utan anser att det kräver vidare fabriksstudier för att bestämma detta. De förslag vi utarbetat hänvisar till vårt fabriksbesök i oktober vecka 41 vilket innebär att vi inte utesluter förändringar som eventuellt redan är genomförda.

- **Färdigkapade regler från leverantör**

Förkapade träreglar från leverantör underlättar i produktionen eftersom den arbetskraft som ägnas åt detta i fabriken kan få andra arbetsuppgifter precis som vid kapning av gipsskivor. I dagsläget sysselsätter denna post en heltidstjänst och skulle förmodligen kräva ytterligare resurser vid en fördubbling av produktionen. Reducerar även kostnader för spill. Håltagning i regler och kertobalkar skall vara utförd innan montering påbörjas.

- **H-block till fönster och dörrar**
Förtillverkning av element med fönster och dörrar som sätts in i regelstommen redan vid steg ett i väggstillverkningen, medför en besparing av arbetsmoment. Om dessa block skall tillverkas i fabrik eller levereras kompletta av leverantör får utredas närmare.
- **Förändrad layout av väggstillverkningslinan**
Omändring av layouten för att förhindra den flaskhals som dagens utformning innebär då vissa steg tar längre tid än andra, framförallt ifråga om ytterväggstillverkningen. Takttider bör införas för att uppnå optimalt flöde i linan.
- **Färdigkapade gipsskivor från leverantör**
Detta är något som gipsskiveleverantörer erbjuder sina kunder och bör således utnyttjas för att friställa den arbetskraft som behövs för att utföra detta moment i Gullringen. Detta medför även en reduktion av spill i fabriken. I dagsläget sysselsätter denna post en heltidstjänst och skulle förmodligen kräva ytterligare resurser vid en fördubbling av produktionen.
- **Utbyte av gipsskruv mot gipsspik**
Att spika med hjälp av tryckluft istället för att skruva med automatisk skruvmaskin medför tidsbesparing. Denna metod används inom andra företag i branschen och bör även passa Bo Klok produktionen. Det finns en risk att spiken vandrar ut från väggen när den rör sig, men denna risk anser vi vara så låg att den inte bör vara avgörande.
- **Vp-rör med integrerade elkablage**
Genom att utföra två moment i ett sparas ytterligare tid i produktionen. Traditionella vp-rör byts ut mot fördragna flexrör. Levereras på rulle vilket reducerar spill. Sammanfogningen sker med en koppling.
- **Färdigbyggd panel till ytterväggar**
Alternativen för panelbyggandet är tre till antalet;
 1. Leverantör tillhandahåller färdigbyggd panel som fästs på ytterväggen. Om det finns någon leverantör av denna produkt i dagsläget har vi inte tittat på men anser att det borde finnas en marknad för detta.
 2. Panelkam används där arbetaren själv lägger ut brädorna och spikar dit dem. Billig lösning, rent investeringsmässigt.
 3. Panelmaskin används som både lägger ut och fäster panelen på väggen. Förmodligen det dyraste alternativet men även det minst tidskrävande.

Förenklad panelmålning

1. Billigaste alternativet är att införa manuell sprutmålning. Denna åtgärd innebär en avsevärd effektivisering i jämförelse med dagens penselanvändning som idag sysselsätter två personer på heltid.
2. Detta förslag innebär investering i en automatisk sprutmaskin som både målar och torkar panelbrädorna, vilket medför besparing av arbetskraft och tid.

- **Måttbeställd isolering**

Leverans av måttbeställd isolering till golv, väggar och tak bör ske från leverantör för att reducera tidsåtgång och spill i fabriken.

- **Lösull istället för isolering i skivform**

Att isolera runt rördragningar i golvbjälklaget är idag ett tidsödande arbete.

1. En lösning vore att spruta lösull i svåråtkomliga utrymmen. Dock finns ett frågetecken kring arbetsmiljön som måste utredas vidare. Lösullens lambda- värde är dock något sämre än isolering i skivform. Dessutom är kvaliteten på utläggningen av lösull beroende av att utbildad personal utför momentet för att uppnå så jämn kvalitet som möjligt.
2. En annan lösning skulle kunna vara att avloppsgrodan levereras komplett med rördragning och isolering från en leverantör. Då skulle ytterligare resurser friställas i fabriken.

- **Förenklad takgipsläggning**

1. Effektivare montering med någon form av hjälparm som reducerar bort den som idag måste långa takskivor till läggaren.
2. Använda sig av ett större format på skivor i kombination med förslaget ovan.

- **Ändra riktning på parkettläggningen**

Genom att ändra riktning på parkettgolvet minskas antalet kapningar per golvelement. För att lägga parketten så effektivt som möjligt bör detta göras utan kapning för innerväggar. Istället skärs spåren i efterhand där innerväggarna skall placeras med en cirkelsåg och styrskena. På detta sätt minskas antalet kapningar. Enligt flera parkettleverantörer skall golvet läggas i rummets längdriktning vilket innebär att det idag utförs på felaktigt sätt i Gullringen.

- **Färdig badrumsmodul istället för traditionellt badrumsbyggande**
Den stora anledningen till denna förändring är att förkorta ett moment i produktionen som tar väldigt lång tid. Färdiga våtrumsmoduler finns på marknaden och används av en del aktörer, varför vi anser att detta är ett möjligt steg för Bo Klok. Besparingen av nerlagda timmar kan användas vid andra tidkrävande moment som är svårare att outsourca.
- **Målningsarbete i modul med reducerad torktid på spackel**
 1. En minskning av torktid efter spackling medför mer flexibilitet avseende målningsarbetet då tapetsering och målning kan påbörjas tidigare. Om detta kompletteras med att använda sig av två arbetare i varje modul kan tidsåtgången minskas.
 2. Ett alternativ är att sätta tapet även i Helsingborgsvarianten eftersom spacklingsmomentet inte behöver vara lika noggrant som vid målning av väggar. Om man vill fortsätta att profilera Helsingborg som ett modernare boende kan det användas enfärgad tapet. Detta förslag bygger på uppgifter från dem som målar och tapetserar modulerna idag.
- **Outsourca loftgång och balkongtillverkning**
Tillverkning av balkonger och loftgångar ingår inte i den direkta produktionen av Bo Klok vilket innebär att någon utomstående bör överta denna produktion för att friställa resurser i fabriken.
- **Outsourca taktillverkningen**
Taktillverkningen är inte heller något som är avgörande för produktionen av Bo Klok och skulle således kunna anlända till byggplatsen från en utomstående leverantör.
- **Införande av styrkon**
Att använda sig av en styrkon¹ skulle innebära en avsevärd förenkling av montaget på byggplatsen, genom att reducera tiden och arbetskraften som idag används för att få respektive modul på rätt plats. En konstruktions förändring krävs men arbetstiden på byggplatsen reduceras i gengäld.

¹ Styrkonen är ett hjälpmedel som styr in modulen i rätt läge. Man kan se det som en not och fjäder hos en panel.

11.5 Tidsbesparing

Tidplan

Våra förslag på förbättringar bygger på varandra. Ett förslag som inte ger någon direkt tidsbesparing enligt tidplanens kritiska linje (KL) kan dock medföra en besparing när ett arbetsmoment längs KL ändras, om linjen flyttar sig. Tiderna anges i procent eftersom arbetsmoment tar olika lång tid beroende på storleksvariationer på de tillverkade delarna.

Tidplanen är väldigt omfattande varför vi valt att utnyttja oss av en rad hierarkier för att få en övergripande bild av tidplanen. De redovisade tidplanerna innehåller cirka 30 aktiviteter medan den ursprungliga varianten omfattar cirka 1700 aktiviteter.

Vägg tillverkning

Med följande ändringar minskar tiden för vägg tillverkning, av sex moduler, från 2 dagar och 3,82 timmar till 1 dag och 6,42 timmar.

- *Förborrade reglar och kertobalkar*
Reducerar tidsåtgången med 30 %.
- *Panelspikning*
Panelspikning med portal, med hjälp av kam eller med färdig panel som skruvas på plats. Reducering av arbetskraft till en person och total monterings tid 20 minuter.
- *Byte från gipsskruv till gipsspik*
Medför en reduktion av arbetstiden med 20 %.
- *Extra vändbord i vägglinan samt mer personal*
Medför minskning av flaskhalsar och ökad väggproduktion. Bör ge en tidsbesparing på 50 % tillsammans med en layoutförändring.
- *Färdigkapade gipsskivor från leverantör*
En person reduceras bort.
- *Fönster och dörrmontage*
Montage i H-block samt förflyttning till station 1 i vägglinan. Minskat arbetsmoment som friställer en person.

Golvbjälklagstillverkning

Med följande ändringar minskar tiden för golvbjälklagstillverkning, för sex moduler, från 2 dagar och 7,55 timmar till 2 dagar och 16 minuter.

- *Ändrad riktning på parkett*
Ändrad läggriktning på parkettgolv, ursågning för innerväggar samt möjlighet för fler att arbeta samtidigt på samma golv. Besparing 50 %.
- *Förborrade regler och kertobalkar*
Reducerar tidsåtgången med 30 %.
- *Måttanpassad isolering*
En måttanpassning av isoleringen innebär att en del sågningsmoment undviks och tillsammans med ett taktat flöde kan detta moment reduceras tidsmässigt med 30 %.

Takbjälklagstillverkning

Med följande ändringar minskar tiden för takbjälklagstillverkning, för sex moduler, från 1 dag och 4,63 timmar till 1 dag och 4,63 timmar. Då denna tillverkning inte är kritisk har vi valt att endast göra små ändringar utan att ändra tidsåtgången. Däremot har antalet arbetare minskat.

- *Förenklad takgipsläggning*
Med ett enklare hjälpmedel är detta ett moment som skall klaras med en person. Med färre antal skivor går monteringen snabbare.

Eldragning

Med följande ändringar minskar tiden för eldragning, i sex moduler, från 2 dagar och 2,09 timmar till 1 dag och 3,83 timmar.

- *Eldragning med färdiga kablar*
Tidsreducering med 50 %.

Målningsarbete

Med följande ändringar minskar tiden för målningsarbete i modulerna från 4 dagar och 5,09 timmar till 2 dagar och 1,33 timmar.

- *Målning och spackling i modul*
Kortare torktid för spackel och ytterligare en person i varje modul som målar medför en tidsbesparing på 50 %.

Badrum

Med följande ändring har tiden för badrumstillverkning minskat från 4 dagar och 6,38 timmar till 6 timmar och 33 minuter.

- *Badrumsmodul*
Färdigtillverkad badrumsmodul ger en tidsbesparing på 90-95 %.

Kökssammansättning

Med följande ändringar minskar tiden för kökssammansättning från 3 dagar och 4,59 timmar till 1 dag och 7,33 timmar.

- *Köksmontering*
En extra montör i varje köksmodul samt att vissa moment hamnar under sakvaror ger en tidsbesparing på 50 %.

Sakvaror

Med följande ändringar minskar tiden för montering av sakvaror från 2 dagar och 1,59 timmar till 1 dag och 5,08 timmar.

Montering av sakvaror

Skall utföras av två personer vilket reducerar tiden med 50 %. Dessutom skall vissa moment som ingår i köksmonteringen flyttas hit som dock inte påverkar tidsåtgången eftersom det är glappen som minskar.

Outsourcning

Outsourcning av följande aktiviteter friställer arbetskraft till andra moment i produktionen.

- *Taktillverkning*
Outsourcas och ger resursbesparing på två man
- *Balkong och loftgångstillverkning*
Friställer två personer i tillverkningen
- *Gipssågning*
Gipssågningsmomentet outsourcas och friställer en person.
- *Regelkapning*
Momentet outsourcas och friställer en person.
- *Målning av material som skickas till byggplats outsourcas.*
En resurs friställs.

Taktning

I en optimal produktionsprocess använder man sig av ett taktat flöde för att utnyttja tiden på bästa sätt. Med ett jämnt flöde i fabriken arbetar man automatiskt snabbare.

- *Taktning av arbetsmomenten*
Taktning av tiderna minskar glapp i produktionen och höjer arbetstempot.

Byggplats

Följande förändring innebär en förkortning av tidsåtgången av husmontaget. Hur stor besparing har vi inte haft möjlighet att uppskatta.

- *Montering av styrkon*
Ger tidsbesparing på byggplatsen genom enklare montage. Förslaget finns inte med i tidplanen eftersom momentet ligger utanför produktionen av huset. Reducerar monterings tiden.

12. Slutsats

Målet att uppnå en fördubbling av kapaciteten i fabriken är fullt möjligt. Dock är det svårt att verifiera besparingarna av de förslag vi utarbetat.

Kapacitetsökningen är beroende av vilka investeringar Skanska är villiga att göra i Gullringen. De förslag vi utarbetat redovisas i punktförml där investeringsbenägenheten är avgörande för hur stor produktionsökning som erhålls. Med hjälp av de förslag vi redovisar anser vi att målet om fördubblad kapacitet kan uppnås.

Vidare menar vi att arbetarna omedvetet sänker sitt arbetstempo när de ser att det framförvarande steget inte är färdigt. Detta är ett fenomen som kan undvikas eller elimineras med hjälp av införande av taktider. Det finns heller ingen kontroll av att de som utför samma arbetsuppgifter använder sig av samma arbetssätt. Ett moment kan utföras med olika tidsåtgång av tre olika personer. Det bör finnas någon form av kontroll för att utröna vems arbetssätt som är snabbast med rätt kvalitet.

Att automatisera i samma grad som de japanska företagen är direkt orimligt, med tanke på skillnaden i försäljningsvolymerna, men är intressant ur perspektivet vad som är möjligt att uppnå. Bevisligen går det att få samma flyt i hustillverkningen som i biltillverkningen.

För att genomföra en fördubbling av kapaciteten utan att behöva anställa fler anser vi att modellen är att outsource de arbetsmoment som är tidskrävande, för att kunna friställa arbetskaper i fabriken. Detta medför dock inte att man skall släppa greppet om de outsource delarna. Ett gott samarbete med leverantörerna krävs för att både utveckla och erhålla den produkt man vill ha. Genom att bibehålla ett nära samarbete med leverantörerna får man tillgång till de erfarenheter och den kunskap som byggs upp. Risken med för kraftig outsourcing är annars att det inte byggs upp någon bestående kunskap i företaget vilket kan få allvarliga konsekvenser vid till exempel ett leverantörsbyte. Det får heller inte finnas rädsla för att samarbeta med materialleverantörer för att ta fram en produkt som är speciellt lämplig för ändamålet. Även om kostnaden för framtagning av nya eller förbättrade produkter är höga för leverantören, finns det säkerligen andra på marknaden som är intresserade av samma produkt. Trots allt är det materialleverantören som besitter störst kunskaper om materialet.

En nackdel med att köpa in måttbeställt material är att det krävs mer lagerhantering i form av fler artiklar.

För att få optimal kontroll på processen är tid som mätvärde ett bra instrument. Då behövs ett system för att utföra mätningarna som berättar när, var och av vem arbetsmomentet utförts. EAN-kodavläsning med hjälp av scanner är ett lämpligt val. Ju fler och noggrannare mätvärden desto säkrare kan slutsatser dras. Vid ett fel eller en avvikelse kan problemet härledas till när, var och hur felet uppstår. Om en avvikelse uppstår frekvent bör konstruktionslösningen ses över, till exempel vid sprickbildning i volymelementet. Om avvikelsen uppstår slumpartat bör rutinerna för kontroll och genomförande ses över.

Vid tidpunkten för vårt besök fanns inte ritningar att tillgå till alla tillverkningsmoment vilket medförde att det ibland endast var fotografier som fick tjäna som beskrivning. Givetvis är inte detta ett optimalt arbetssätt men korrekta ritningar är under framtagande. Ritningsframtagandet är något som verkar ha varit åsidosatt av förre ägaren Myresjöhus.

Att effektivisera är en utdragen process. Det är viktigt att använda sig av en strukturerad arbetsgång. Genom att låta den enskilde arbetaren bidra med sin kunskap i processen ökar möjligheten att få med sig arbetarna i förändringsprocessen. För att få en enkel informationskanal ut i fabriken är lösningen att använda sig av lagledare som kan föra ledningens information vidare till respektive arbetslag. Om detta misslyckas riskerar man att missa den positiva effekten av effektiviseringen.

Det krävs en fungerande process för att kunna införa till exempel Just In Time. Med fungerande process menar vi att man vet när, var och hur alla moment sker och av vem de utförs.

Det gäller att betrakta processen ur en vidare synvinkel och se möjligheter istället för begränsningar. Om man går in i ett förändringsarbete med förutfattade meningar riskeras ett sämre resultat än om man går in med öppet sinne. Det är viktigt att ställa frågan "Varför?" flera gånger för att verkligen få reda på bakgrunden till ett påstående eller ett problem.

De slutsatser vi kommit fram till genom detta examensarbete bör kompletteras med vidare studier i fabriken då vissa av förbättringsförslagen enbart är studerade ur en teoretisk synvinkel. Arbetet skall dock ses som ett hjälpmedel för att kunna utveckla fabriken samt ge förståelse för varför vissa moment är nödvändiga att utföra.

13. Referenser

Litteratur

Bergman, B och Klefsjö, B. (2001). Kvalitet från behov till användning. Lund: Studentlitteratur. ISBN: 91-44-01917-3

Bruzelius, L och Skärvad, P-H. (2000). *Integrerad Organisationslära*. Lund: Studentlitteratur. ISBN: 91-44-01311-6

Rother, M. och Shook, J. (2001). *Lära sig se*. Sverige: Hellinggruppen AB
ISBN: 91-974136-1-5

Scania. *The PD- guide fore Scania's product development process*.

Segerstedt, A. (1999). *Logistik med fokus på material- och produktionsstyrning*. Malmö: Liber. ISBN: 91-47-04390

Sörqvist, L. (2001). *Kvalitetsbristkostnader: ett hjälpmedel för verksamhetsutveckling*. Lund: Studentlitteratur. ISBN: 9144019149

Sörqvist, L. (2004). *Ständiga förbättringar: en bok om resultatorienterat förbättringsarbete, verksamhetsutveckling och Sex Sigma*. Lund: Studentlitteratur. ISBN: 91-44-03598-5

Rapporter

Björklund, M och Paulsson, U. (2003). *Att skriva en rapport*. Lund: Teknisk logistik, LTH.

Elfgren, A (2003). *Korta och stabila genomloppstider*. Luleå: Avdelningen för Industriell logistik.

Lundgren, H och Sepehri, M (2004). *Möjligheterna för Lean Production på Sandvik Coromant*. Luleå: Avdelningen för produktionsutveckling.

Manufactured Housing Research Alliance (2003). *Technology Roadmapping For Manufactured Housing*. Prepared for: U.S. Department of Housing and Urban Development Affordable Housing Research and Technology Division.

Mullens, M. (2004) *Industrialized Homebuilding in the U.S.*

NAHB Research Center, Inc (1998). *Factory And Site-Built Housing A Comparison For The 21st Century*. Prepared for: U.S. Department of Housing and Urban Development Office of Policy Development and Research

Housing Facts, Figures and Trends 2004

National Association of Home Builders

O'Brien, M, Wakefield, R och Beliveau Y (2000).

Industrializing The Residential Construction Site. Prepared for: U.S.

Department of Housing and Urban Development Office of Policy Development and Research.

Prepared by: Center for Housing Research at Virginia Polytechnic Institute and State University.

Renee, M (1987). *The prefabricated housing industries in the United States, Sweden and Japan*.

http://www.findarticles.com/p/articles/mi_m3035/is_v33/ai_5221728/pg_1

Storhagen, N. (1993). *Management och flödesaktivitet i Japan och Sverige*.

Linköping: Department of management and economics. ISBN: 91-7871-162-2

Steven Winter Associates, Inc (2001). *A Community Guide To Factory- Built Housing*.

Prepared for: U.S. Department of Housing and Urban Development Office of Policy Development and Research.

Sekisui Chemical, (2002). *Environmental Rapport 2002*.

http://www.sekisui.co.jp/eco/report2002_e/

Toyota (2004). *Environmental & Social Report 2004*.

http://www.toyota.co.jp/en/environmental_rep/04/download/index.html

Elektroniska källor

http://www.byggindustrin.com/news.php?artikel_id=1449

Bo Klok på löpande band av Per Hinderesson (december 2004)

<http://www.fleetwoodhomes.com/>

Fleetwood (december 2004)

<http://www.forbo.se>

Läggningsanvisningar; Parkettgolv (december 2004)

<http://www.hud.gov/>

(december 2004)

<http://www.huduser.org/>
(december 2004)

<http://www.ibpsa.org/proceedings/bs91/papers/BS91%20645-651.PDF>
Computer use in industrialized housing sales, design and manufacturing processes (december 2004)

http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/practice/gen1_E.html
Towards Industrialized Construction by D.W. Finn (december 2004)

<http://www.judanren.or.jp/eng/>
Japan Federation of Housing Organization (december 2004)

<http://www.kiis.or.jp/tsusan/c7/c7c1-1.html>
Kansai Institute of Information Systems & Industrial Renovation (december 2004)

<http://www.kahrs.se>
Kährens tekniska handbok kapitel 8; Läggnings (december 2004)

<http://www.lean.org.se/biblioteket.asp>
Lean Forum (december 2004)

<http://www.leanconstruction.org/>
Lean Construction Institute (december 2004)

<http://www.lennar.com>
Lennar Corporation (december 2004)

<http://www.ne.se>
Nationalencyklopedin (december 2004)

<http://www.research-alliance.org/media/japan/invitation.pdf>
Business and technology development mission: Japan (december 2004)

<http://www.sandholm.se/>
(december 2004)

<http://www.sandholm.se/artiklar/skf.html>
Reklamationshantering allt viktigare trots färre fel (december 2004)

<http://www.sekisui.co.jp/finance/factbook/factbook.xls>

Sekisui Chemical Co, Factbook 2004 (december 2004)

http://www.sekisuiheim.com/english/top_eng.html

Sekisui Chemical Co (december 2004)

<http://www.sekisuihouse.co.jp/english/index.html>

Sekisui House Ltd (december 2004)

http://www.nyahem.skanska.se/templates/snh/SNH_Framtida.asp?id=5288&projektid=2UAS13EFRVJO0FDP&blnFlash=False

Skanska Nya Hem (december 2004)

<http://www.stat.go.jp/english/data/handbook/c06cont.htm>

Statistical Handbook of Japan 2004 (december 2004)

<http://www.tarkett-floors.com/se/>

Läggningsanvisningar; Parkettgolv (december 2004)

http://www.toyota.co.jp/en/news/03/0328_2.html

Toyota Housing (december 2004)

http://www.toyota.co.jp/en/environmental_rep/03/jigyoku.html

Toyota Environmental & Social Report (december 2004)

<http://www.toyotageorgetown.com/tps.asp>

Toyota Production System (december 2004)

Muntliga källor

Adolfsson, Ola. Fabrikschef Gullringen

Broman, Mikael. Regionchef Skanska Byggsystem

Salievski, Refik. Skanska Byggsystem

Sentler, Lars. Professor i Byggnadskonstruktion, LTH

Fredlund, Bertil. Professor i Byggnadskonstruktion, LTH

Lessing, Jerker. Doktorand, LTH

14. Bilagor

Tidmätningar

Var nr:	Byggdel:	Steg:	Resurs 1	Resurs 2	Resurs 3	Resurs 4	Resurs 5	Resurs 6	Resurs 7
3054	S								
Start		V1	825						
Slut			850						
3054	S								
Start		V2	936						
Slut			950						
3054	S								
Start		V3	1050	1110	1112				
Slut			1059	1118	1118				
3135	I								
Start		V1	933	1010					
Slut			941	1013					
3135	I								
Start		V2	1016	1016					
Slut			1025	1025					
3135	I								
Start		V3	1117	1134	1145				
Slut			1140	1140	1158				
3136	I								
Start		V1	1013						
Slut			1019						
3136	I								
Start		V2	1045	1045					
Slut			1048	1048					
3136	I								
Start		V3	1116	1145					
Slut			1140	1158					
3138	I								
Start		V1	1020	1049					
Slut			1025	1054					
3138	I								
Start		V2	1058	1058					
Slut			1105	1105					
3138	I								
Start		V3	1330	1330					
Slut			1347	1347					
3139	I								
Start		V1	1054						
Slut			1058						
	I								
Start		V2	1110	1110					
Slut			1115	1115					
	I								
Start		V3	1340	1346					
Slut			1356	1356					
3137	I								
Start		V1	1059						
Slut			1105						
3137	I								
Start		V2	1134	1134					
Slut			1141	1141					

Var nr:	Byggdel:	Steg:	Resurs 1	Resurs 2	Resurs 3	Resurs 4	Resurs 5	Resurs 6	Resurs 7
4032	Y								
Start		V1	1110						
Slut			1134						
4032	Y								
Start		V2	1144	1144					
Slut			1158	1158					
4032	Y								
Start		V3	1347	1347	1433	1433			
Slut			1415	1415	1439	1439			
4032	Y								
Start		V4	1439	1439					
Slut			1517	1517					
4033	Y								
Start		V1	1135						
Slut			1157						
4033	Y								
Start		V2	1340	1340					
Slut			1347	1347					
4033	Y								
Start		V3	1400	1433	1440				
Slut			1415	1525	1525				
4033	Y								
Start		V4	1525	1525					
Slut			1543	1543					
4034	Y								
Start		V1	1330						
Slut			1346						
4034	Y								
Start		V2	1400	1400					
Slut			1410	1410					
4034	Y								
Start		V3	1515	1520	1530				
Slut			1540	1524	1540				
4018									
Start		V4	852	852	920	935			
Slut			900	900	948	945			
3075	S								
Start		V1	1346						
Slut			1410						
3075	S								
Start		V2	1411	1433	1433				
Slut			1415	1445	1445				
3076	S								
Start		V1	1433						
Slut			1446						
	S								
Start		V2	1456	1456					
Slut			1510	1510					
3074	S								
Start		V1	1509						
Slut			1513						
1035									
Start		T1	820	820	829	845	920	920	942
Slut			829	829	900	853	942	942	1100
1035									
Start		T2	1110	1114					
Slut			1159	1159					

Var nr:	Byggdel:	Steg:	Resurs 1	Resurs 2	Resurs 3	Resurs 4	Resurs 5	Resurs 6	Resurs 7
1035									
Start		T3	1324	1326	1355	1355	1431	1431	
Slut			1349	1349	1412	1412	1510	1510	
1031									
Start		T1	1110	1110	1235	1235			
Slut			1159	1159	1329	1329			
1031									
Start		T2	1329	1329					
Slut			1413	1413					
1017									
Start		G1	825	825	920	920			
Slut			900	900	1112	1112			
1017									
Start		G2	1145	1235	1235				
Slut			1158	1340	1340				
1029									
Start		G2	826	826	920	945			
Slut			900	900	1115	1115			
1029									
Start		G3	1235	1350	1350	1350	1434		
Slut			1350	1404	1404	1404	1445		
1033	Kök								
Start		G4	1314	1314	1431	1431			
Slut			1413	1413	1458	1458			
1033	Kök							Fredag	
Start		G5	1458	1458	1458	1520	1520	645	645
Slut			1520	1520	1520	1544	1544	934	934
Start		A-Groda	945	1031					
Slut			1020	1200					
4033	Y Lång								
Start		Målning	822	918	934				
Slut			854	928	1000				
4034	Y Kort								
Start		Målning	928	952					
Slut			942	1024					
		Balkongdörr							
Start			1116	1235	1258				
Slut			1138	1251	1304				
		Fönster L							
Start			1138	1253					
Slut			1148	1258					
		Fönster M							
Start			1150	1235					
Slut			1200	1247					
4034		Fönster L							
Start			1329						
Slut			1345						
3074	S								
Start		Spackling	838						
Slut			846						
4033	Y								
Start		Spackling	846	930					
Slut			857	937					
4034	Y								
Start		Spackling	937						
Slut			946						

Var nr:	Byggdel:	Steg:	Resurs 1	Resurs 2	Resurs 3	Resurs 4	Resurs 5	Resurs 6	Resurs 7
3153	I								
Start		Spackling	946						
Slut			953						
	P-matta	Badrum							
Start			645	925					
Slut			900	1107					
	Radiator	3 stora / 3 små							
Start			1050	1230					
Slut			1200	1300					
	Fallskiva	Badrum							
Start			1042						
Slut			1120						
	Tätskikt								
Start		omg 1	1110		Torktid	2 tim			
Slut			1140						
	Tätskikt								
Start		omg 2	1327		Torktid	12 tim			
Slut			1415						
1029	Utvändigvattendagning								
Start			1314	1314					
Slut			1334	1334					
	Modulmontering								
Start			1050	1050	1230	1230	1312	1330	
Slut			1200	1200	1300	1300	1340	1340	
	Kakling								
Start			645	925	1230	1430			
Slut			900	1200	1415	1515			
3015	Gipssåging								
Start			1000						
Slut			1020						
	Ventmodul								
Start		våning 1	ca 1 tim						
Slut									
	Ventmodul								
Start		vån 2	ca 3,5 tim						
Slut									
	Spackling	Slipning	Tapetsering						
Start			3,5 dagar	längre om det är målning pga två stryckningar					
Slut				Målning i Helsingborg	Spackling i Älmhult				
	Sapackel torktid		Sandspackel		Gipsspackel				
Start			8 tim		1 tim				
Slut									
	Kök, kakel, listor golv / tak, foder ev skjutdörr och ventiler								
Start			ca 14- 15 tim						
Slut									
	Elarbete								
Start			4 tim	köksmodul	och dossskruvning efter målning kommer till				
Slut			5-6 tim	Vid elcentral					
	Köksammansättning								
Start			12 moduler på 10 tim	för 2 pers					
Slut									
	Sakvaror: lister, foder, hatthyll och luftventiler								
Start			6-8 tim						
Slut									

Nedan framräknade värden är baserade på de mätvärden vi fick under fabriksstudien. Dessa värden är därefter omvandlade till tid/m² för att kunna användas även på de delar vi inte lyckades mäta.

Aktivitet	Tid (min/m²)
Fasadmålning kortsida	5.0
Fasadmålning långsida	5.0
Panelspikning	8.0
Tillverkning Innervägg:	
Regelstomme	1.6
Gipsning	2.1
Isolering	6.5
Tillverkning Sektionsvägg:	
Regelstomme	2.8
Gipsning	3.2
Isolering	3.0
Tillverkning Yttervägg:	
Regelstomme	2.5
Gipsning	2.6
Isolering	7.9
Regelpanel	8.9
Grovspackling väggar	1.0
Tillverkning takbjälklag:	
Regelstomme	5.5
Takgips, fuktspärr	2.6
El, isolering mm	4.9
Tillverkning golvbjälklag:	
Regelstomme	9.0
VVS	4.3
Isolering	4.0
Golvspånskivor	5.2
Parketläggning	12.0