

SBUF-projekt 11814

Summering av teknologie licentiatavhandlingen:

En företagsmodell för modernt industriellt byggande

Robert Gerth

Skolan för industriell teknik och management
Institutionen för industriell produktion
Kungliga tekniska högskolan
Stockholm 2008

Innehåll

1	Introduktion	2
1.1	Bakgrund.....	2
1.2	Avhandlingens syfte.....	2
2	Forskningsprojektets genomförande	3
2.1	Vetenskapligt perspektiv.....	3
2.2	Metod.....	3
3	Fallstudieföretagen	3
3.1	Scania CV AB	3
3.2	NCC Komponent AB	4
4	Teoretisk kontext	5
4.1	Grunden för producerande företag	5
4.2	Industriellt byggande	5
4.3	Principer för industriell verksamhet.....	6
4.4	Tolkning av principerna vid Mass Customization.....	6
5	En företagsmodell för modernt industriellt byggande	7
5.1	MC-Huset	7
5.2	Produktionssystemsperspektiv på produktkonfigurering.....	9
5.3	Systemperspektiv på företagsmodellen.....	10
6	Slutsatser	12
7	Fortsatt forskning	12
	Referenser	13

1 Introduktion

1.1 Bakgrund

Industriellt byggande är framtidens strategi för effektiv byggproduktion och flera av de större entreprenadföretagen i Sverige driver utveckling mot ökad industrialisering¹. I princip innebär industrialiseringsstrategin integration av principerna för industriell produktion och byggandets naturliga förutsättningar. Men även om företagen har hämtat inspiration och använder metoder från industriell industri har motsvarande effektivitet inte uppnåtts². En anledning kan vara att byggsektorn inte analyserat nuvarande organisation, arbetssätt och produkter förutsättningslöst³. Istället har fokus varit på industrialiseringsmetoder, som exempelvis olika typer av robotar⁴ och informations- och kommunikationssystem⁵. Det sammanhang, den organisatoriska omgivning, som metoderna skall fungera i har inte beaktats. Industrialiseringsmetoderna har därigenom givits fel förutsättningar för att deras fulla potential skall kunna utnyttjas⁶. Samtidigt indikerar flera studier att nyttjandet av ny teknik i traditionella projektorganisationer inte är särskilt effektivt. I en fallstudie studerades det hur ett prefabricerat stomsystem användes i byggprojekt. Resultatet visade att det var svårt att uppnå lönsamhet, bland annat beroende på företagets oförmåga att interagera och samordna sina verksamheter⁷. Andra studier visar även på att byggsektorns projektorganisation med många delaktiga aktörer splittrar processen, vilket resulterar i ett kraftfullt slöseri och ineffektivitet⁸. Orsaken till att många utgår från att byggandets typiska projektgenomförande skall bestå kan vara kunskapsbrist⁷. Kunskapsbrist i hur effektivt industrialiserat byggande bör organiseras. Inte minst med avseende på hur permanenta prefabriceringsfabriker, tillfälliga byggplatser med temporära projektorganisationer bör interagera och utformas i förhållande till varandra.

Det behövs ökad kunskap om hur industriell byggverksamhet bör organiseras. Kunskap om hur de motstridiga förutsättningarna från industrialiseringens krav på standardisering och byggandets krav på projektunicitet ska integreras. Ett sätt kan vara att studera hur annan industri⁹ allt mer har börjat tillgodose olika kunders varierade krav till en kostnad motsvarande massproduktionens. Inom fordonsindustrin har detta möjliggjorts genom olika strategier för att skapa flexibilitet, till exempel "Mass Customization". Detta är en *"industriell affärs- och produktionsstrategi med syfte att tillfredställa respektive kunds individuella behov med massproduktionens effektivitet"*¹⁰. Genom anpassning av organisationsstrukturen¹¹ och produktionssystemen till de förutsättningar Mass Customization kräver har kundanpassade produkter kunnat tillverkas till motsvarande effektivitet som massproducerade produkter¹².

1.2 Avhandlingens syfte

Avhandlingen avser alltså att identifiera industriella byggföretags organisatoriska nyckelområden och analysera hur dessa interagerar för att i olika grad kunna möta den projektorienterade omvärldens projektunika krav genom industriell produktion av kundanpassade flerbostadshus. Explicit uttryckt skall avhandlingen besvara följande fråga:

Vilka är de organisatoriska förutsättningarna för industriell produktion av projektunika flerbostadshus?

2 Forskningsprojektets genomförande

2.1 Vetenskapligt perspektiv

Disciplinmässigt ligger industriellt byggande mellan de två områdena byggverksamhet och industriell produktion. I det här forskningsprojektet valdes ett industriellt perspektiv för att identifiera grunderna i industriell produktion, innebörden av Mass Customization och dess inverkan på företag. Syftet med referensperspektivet är att belysa industriellt byggande ur relevant infallsvinkel och ta fram en normativ modell, framtida målbild, för effektiva industriella byggföretag. Något som inte är möjligt med ett utpräglat traditionellt byggperspektiv.

2.2 Metod

Med hjälp av en omfattande litteraturstudie identifierades tankar och modeller vilka fogades samman till en företagsmodell med sex huvudområden, MC-Huset. Modellen prövades empiriskt med två kvalitativa fallstudier under våren 2007. I den ena fallstudien studerades lastbilstillverkaren Scania CV AB, som inom industrin är erkänt framstående genom sitt modulariseringsprogram (kundanpassningsprogram) och lean-tänkande via SPS (Scania Production System). I den andra studien studerades NCC Komponent AB, den unga industriella bostadsbyggaren som i princip kunde möta det traditionella byggandets flexibilitetskrav.

Datansamlingsmetoder för båda fallstudierna var semistrukturerade djupintervjuer och genomgång av företagsspecifika dokument. Intervjuerna och dokumenten för respektive fallstudieobjekt sammanställdes och analyserades. Modellens beståndsdelar analyserades och verifierades för respektive fallstudieföretag samt genom jämförelse av företagen. Avsikten var att detektera och analysera skillnaderna mellan företagen och deras utformning av områdena. Relationerna mellan modellens beståndsdelar identifierades dels genom litteraturstudien och dels genom analysen av fallstudierna.

Det bör nämnas att utförande forskare var anställd vid byggföretaget i fallstudien. Det medförde att forskningsprojektet fick tillgång till information som förmodligen inte skulle ha lämnats ut till externa forskare. Konsekvensen blev att den empiriska informationen har varit något obalanserad till förmån för byggföretaget. Den empiriska obalansen bör ha motverkats av det utpräglade industriella perspektivet och bör snarare ha stärkt analysen och resultatet.

3 Fallstudieföretagen

Fallstudieföretagen var två företag med både likheter och skillnader. Skillnaderna låg i mognadsfas, storlek och att de befann sig i olika branschsektorer. Likheten ligger i att både företagen kunde anpassa produkterna utefter varje enskild kunds behov och krav. De använde en strategi för Mass Customization även om de kunde skapa unika produkter i olika omfattning.

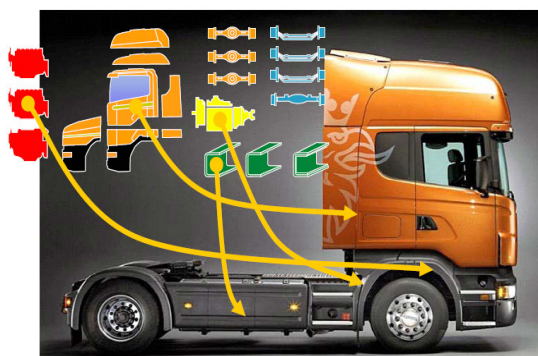
Skillnaderna medförde att fallstudierna fick olika syften. I Scantias fall var syftet att positiviskt pröva modellen, alltså direkt observera och analysera modellens beståndsdelar. NCC Komponentens var syftet mer normativ, det vill säga undersöka om framtagna modell var en möjlig framtid för det industriella byggandet.

3.1 Scania CV AB

Scania CV AB är en internationell utvecklare, tillverkare och försäljare av lastbilar, bussar och industri- och marinmotorer. Företagets verksamhet är starkt lean-influerad och systematiserad via SPS, vilket ger både ett företagskulturellt ramverk, en ledningsfilosofi samt processer och metoder som uppmuntrar medarbetarna till förbättringsarbete.

Marknadsmässigt fokuserar företaget på det kundsegment som efterfrågar tunga kundanpassade fordon med hög kvalitet, tillgänglighet och driftsäkerhet. Till exempel är lastbilsprogrammet uppdelat i tre produktkategorier: dragbilar, bygg- och anläggningsfordon samt distributionsbilar.

Dessa tre produktkategorier byggs till stor del upp av samma komponenter genom att produktprogrammet är modulbaserat. Det tillåter varje kund att kombinera ihop moduler i produktprogrammet så produkten får de egenskaper kunden vill ha och kundvärdet maximeras. Varje komponent och modul i produktprogrammet är fördefinierad och produktionsberedd. Däremot kontrolleras varje ny kundspecifikation, både konstruktions- och produktionsmässigt, på grund av att alla möjliga varianter inte är fördefinierade och kontrollerade. I figur 1 visas hur en lastbil (en kundspecifikation) består av olika delar från produktprogrammet.



Figur 1. Figuren visualiserar hur en kundorder, lastbilen, består av ett urval av delar från den generiska produktmodellen. Scania uppger att ungefär 1,8 lastbilar som rullar idag är identiska.

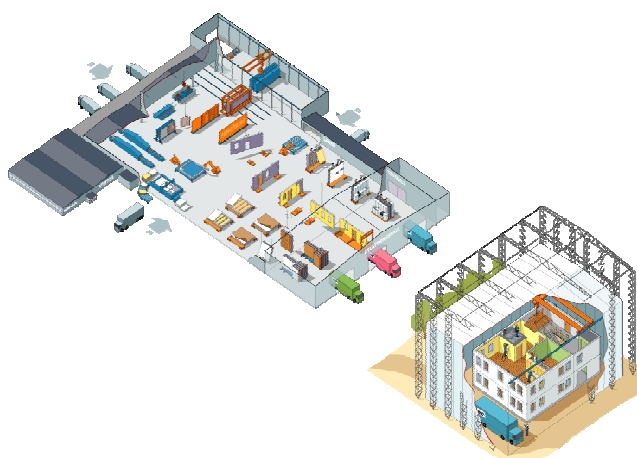
Scanias produktionssystem är indelat i två delar: komponenttillverkning och slutmontering. Komponenttillverkning utförs i flera massproduktionssystem (komponentfabriker) som producerar stora volymer mot prognos. Kundspecifikationen avgör vilka av de standardiserade komponenterna som skall monteras för att produkten skall få de egenskaper som kunden vill. Slutmonteringen är direkt orderinitierad och startar inte förrän kunden specificerat produkten utifrån företagets fördefinierade ramverk.

3.2 NCC Komponent AB

NCC Komponent AB, även känt som NCC Komplet, var ett industriellt byggföretag som bildades 2003 för att tillgodose den svenska marknaden med flerbostadshus i tre till åtta våningar. I jämförelse med traditionellt husbyggande skulle byggtiden halveras, kostnaderna sänkas och kvaliteten öka. Företaget var organisatoriskt och kulturellt en blandning av byggandets traditionellt kreativa synsätt med projektfokus och en industrikultur med precisionstyrning och processorientering.

För att kunna möta byggmarknadens projektunika krav hade byggsystemet och produktionen utvecklats för anpassning till beställares och arkitekters önskemål i varje enskilt projekt. Byggsystemet var uppbyggt av "innehållsmässigt" standardiserade moduler men vilka geometriskt kunde variera.

Företagets industriella produktion var mycket flexibel och fullständigt orderstyrd då modulernas geometri var olika i varje projekt. Produktionssystemet bestod av en stationär tillverkningsenhet, fabriken och mobila montagehallar, se figur 2. Fabriken nyttjade maskinella och automatiserade tillverkningsmetoder. Montagehallarna etablerades på projektplatsen där huset



Figur 2. En visualisering av NCC Komponents hela produktionslayout, med material in till fabrik, olika linor i fabriken, transport av färdiga moduler till montageplatsen och hur dessa monteras.

skulle monteras. Hallarna var bestyckade med traverser och monteringsverktyg som skulle underlätta montaget och det manuella arbetet.

4 Teoretisk kontext

Den teoretiska kontexten bygger på relevanta delar från olika teoriområden som till exempel organisationsteori, strategi, Mass Customization, produktkonfigurering, industriell produktion, produktionssystem och identifierad karakteristik för byggandet och industriellt byggande.

4.1 Grunden för producerande företag

Alla företag har en uppgift att utföra vilken avser tillfredsställa ett behov på företagets valda marknad¹³. Företags organisation har till syfte att koordinera och styra företagets resurser så att verksamhetens mål kan uppnås¹⁴. Uppgiften kan förtydligas genom visioner och målbilder, vilka i sin tur utgör grunden för företagskultur, strategiformulering, beslutsfattande och operativ styrning¹⁵. Företag interagerar med sin omgivning och framförallt med den marknad som identifieras i strategin. Genom att förädla kundvärdet i produkten via produktframtagningsprocessen livnär sig företaget på att erbjuda och sälja produkt erbjudandet till kunderna. Företagets organisation och produktionssystem samordnar och styr de tekniska och mänskliga resurser som utför processen¹⁶. Genom företagskulturen kan individerna motiveras och styras till att följa företagets riktlinjer. Därigenom interagerar de fundamentala faktorerna som utgör företags organisation¹⁷.

För strategin Mass Customization var interaktion mellan företagets delar en förutsättning. Det innebär att företaget bör betraktas ur ett systemperspektiv¹⁶. Detta perspektiv innebär att företagets interna övergripande faktorer: vision och mål, organisationsstruktur, företagskultur och teknik, bör betraktas som integrerade faktorer. Olika företag responderar med sin marknad på olika sätt. Det vilket genererar olika utformningar, gränssnitt och interaktioner mellan dessa faktorer. De förutsättningar som påverkar ett industriellt byggföretag med en strategi för att producera projektunika produkter förklaras i följande avsnitt.

4.2 Industriellt byggande

Om industriellt byggande betraktas ur ett strategiskt perspektiv är det en produktionsstrategi med syftet att skapa effektiv produktion. Denna strategi skiljer det industriella byggföretaget från det klassiska med avseende på organisationsstruktur, processer, affären, produkt och produktionssystem^{7,18}. Ett produktionssystem för industriellt byggande kan karakteriseras som industriell tillverkning av byggnadsdelar i en fabrik.

Grunden för industrialisering är standardisering, vilket förutsätter ett fördefinierat ramverk för hur standardiserade produkter skall hanteras och produceras av företagets organisation. Det innebär bland annat att företags marknadserbjudande reduceras med avseende på produktens variationsrikedom. Dessa ramar bör interagera med byggandets naturliga förutsättningar, ett exempel är att alla byggnader alltid måste slutmonteras på den plats där produkten skall brukas¹⁹. För vissa kundsegment krävs stor produktunicitet⁷ för andra nästan ingen alls²⁰. Av den anledningen måste företaget anpassa sitt marknadserbjudande och sin verksamhet till valt marknadssegment. Mass Customization, som var en industriell kundanpassningsstrategi, kan därför vara en lämplig sätt för att generera tillräcklig flexibilitet och kundanpassad variationsrikedom i kombination med hög effektivitet. Strategin förutsätter ett modernt industriellt produktionssystem som kan ställas om för varje ny orderspecifikation. Denna typ av produktionssystem har utvecklats under 100 år i verkstadsindustrin genom interaktion mellan förnyelse av företags organisation, produktionssystem och tillverkningsmetoder. Strategin är dock en industriell produktionsstrategi och baseras på industriella principer.

Av den anledningen bör en verksamhet för kundanpassat industriellt byggande vila på motsvarande grundprinciper.

4.3 Principer för industriell verksamhet

Den industriella tillverkningen vilar på fem fundamentala principer som härletts ur Taylors²¹ och Fords tankar²². Nedan angivna principer har dock anpassats till förutsättningarna för industriellt byggande och Mass Customization. Principerna bygger på varandra i sekventiell ordning, det vill säga en senare kan inte fungera effektivt utan den föregående.

1. Standardiserad produktmodell

Marknadserbjudandet definieras av en standardiserad produktmodell, vilken beskriver vilka samtliga ingående komponenter är och hur de är strukturerade i förhållande till varandra. Flexibilitet kan åstadkommas genom kombination av de fördefinierade komponenterna. Produktmodellen är tvingande att användas för varje order och projekt.

2. Standardiserad men flexibel process

En standardiserad process innebär att alla steg, operationer och arbetsmoment i arbetsflödet är definierade och beskrivna. Genom att respektive arbetsmoment utförs utifrån en rutin kan hela processen planeras, styras och kvalitetssäkras. Det är genom standardisering processer och arbetssätt kan formuleras, utföras och förbättras. Flexibilitet kan skapas genom att standardiserade delprocesser kan kombineras på olika sätt.

3. Manuellt, maskinellt och automatiserat arbete

För ett industriellt byggande innebär denna princip att hantverket är utbytt mot manuella, maskinella och automatiserade arbetsmoment. Det manuella arbetet förutsätter en standardiserad process och innebär att moment utförs exakt enligt framtagna föreskrifter. Maskinellt arbete innebär att det manuella arbetet effektiviserats genom användning av maskiner. När processer är självgående, det vill säga utförs utan mänsklig insats, genom integration av sekventiellt ordnade maskiner kallas det automatiserat arbete.

4. Processorientering

Processorientering innebär att de resurser som utförs i produktionssystemet organiseras utifrån produktframtagningens sekventiella ordning. Resurserna människor, verktyg och maskiner bör ordnas på sådant sätt att det optimerar processens materialflöde och förädlingstakt. Möjliga processflöden och resursoptimeringar är förberedda.

5. Styrd materialförsörjning

Processorienteringen medför att arbetsflödet genom produktframtagningens processen kan samordnas, balanseras och styras²³. Det resulterar i att flödet med arbetsmaterial och resurser för respektive process kan planeras, taktas och kontrolleras och hela tillverkningssystemets prestation kan förutsägas.

4.4 Tolkning av principerna vid Mass Customization

Kundanpassningsstrategin förutsätter att det kundvärde som efterfrågas inom segmentet är transformerat till tekniska egenskaper i den generiska produktmodellen. När en kund specificerar produkten utifrån företagets regelverk (konfigurerar produktmodellen) optimeras kundvärdet utefter kundens individuella behov²⁴.

Det är i denna produktkonfigureringsprocess som kundernas behov översätts till en specificerad produktorder utifrån företagets fördefinierade ramverk²⁵. Ramverket bygger på att en verksamhets arbetsområden har tydligt definierat innehåll, gränssnitt och

flexibilitet. Kundanpassningen bygger på dynamik mellan orderspecifikation, produktmodell, process, produktionssystem, fysisk utformning och materialförsörjning. Flexibiliteten och dynamiken genererar en hög informationsflödeskomplexitet inom företaget²⁶. Genom att integrera områdena marknad, produkt och produktion inom ett företag och reglera produktkonfigureringsprocessen, strukturera verksamheten samt systematisera alla kommunikationskanaler kan komplexiteten reduceras²⁷.

Produkternas kundvärde genereras av produktionssystemet. Genom att styra materialförsörjning och balansera tillverkningsprocessen skapas förutsägbarhet med avseende på leveranstid, kvalitet och kostnad för varje produkt. Det förutsätter dock att det finns en samordning mellan ingående processer och resurser. En annan förutsättning är att respektive arbetsmoment är standardiserat och utförs som manuellt, maskinellt eller automatiserat arbete²⁸.

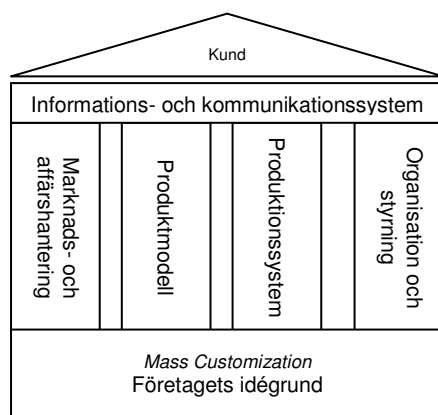
Industriella byggföretag med en "Mass Customization"-strategi bör ha ett industriellt produktionssystem. För att kunna möjliggöra konfigurerade produkter till en kostnad som motsvarande massproducerade bör även företaget vara utformat för integration och dynamik mellan verksamhetens olika nyckelområden.

5 En företagsmodell för modernt industriellt byggande

Modellen utgår från de nyckelområden som bygger upp ett företag enligt organisationsteorin. Respektive område samt dess innehåll har anpassats till de förutsättningar Mass Customization, flexibel industriell produktion och byggandets naturliga förutsättningar kräver. Genom integration av respektive huvudområdena kan företaget styra verksamheten mot visionen. Inspiration har även hämtats från Likers²⁹ 4P-modell, med de 14 lean-principerna, och lean-huset, med kunden i fokus, vilka båda utgår från Toyotas integrerade verksamhet.

5.1 MC-Huset

Framtagen företagsmodell, MC-Huset, beskriver de huvudområden i ett industriellt byggföretag som kan kundanpassa sina produkter, se figur 3. Det finns givetvis en tanke med MC-Husets form. Företagets idégrund är basen eller grunden i företaget, det anger verksamhetens riktning och definierar hur arbetet skall drivas. Pelarna är mer operativa och stödjande delar och står i stark interaktion med varandra. Området informations- och kommunikationssystem knyter ihop pelarna genom att transportera information mellan dem, så att företagets operativa verksamhet kan tillgodose kundens behov. Taket "kunden" till hör egentligen inte modellen utgör snarare en vision om hur alla delar i företaget måste samverka för tillfredsställa företagets identifierade kunder.



Figur 3. En visualisering av modellen för industriellt byggföretag, det så kallade MC-Huset. Modellen beskriver de mest fundamentala områdena i en verksamhet och hur de förhåller sig till varandra.

Nedan beskrivs MC-husets respektive delområde.

Företagets idégrund

Företagets idégrund beskriver en verksamhets grundidéer formellt för att skapa en solid utgångspunkt för resten av verksamheten. Området består av företagets vision, affärsidé, kultur och strategi. De tre först nämnda faktorer ger grundläggande stabilitet för att forma strategier. Företags- och affärsstrategin beskriver företagets mer långsiktiga väg mot visionen. Funktionella strategier beskriver hur respektive avdelning bidrar till att företaget når målet. Mass Customization är en strategi som i hög grad integrerar de funktionella marknads-, produkt- och produktionsstrategierna.

Marknads- och affärshantering

Pelaren marknads- och affärshantering inkluderar hur företaget hanterar delområdena marknad, kunderbjudande och kund. Detta avgör hur företaget gör affärer och vilka verktyg som kan stötta affärsuppgörelsen. Genom att ta reda på företagets valda marknadssegments samlade behov och kundvärde, kan kundvärdet härledas in i det totala marknadsbjudandet. Vid affären preciseras (konfigureras) marknadserbjudandet till ett specificerat kunderbjudande, så att kundens unika definition av kundvärde kan tillfredsställas. Produktkonfigureringen förutsätter således att marknadssegmentets samlade uppfattning om kundvärde finns definierat i produktmodellen.

Produktmodell

Det finns en naturligt stark koppling marknads- & affärshantering och nyckelområdet produktmodell. Anledningen är att produktmodellen skall beskriva hur de preciserade kundvärdena skall åstadkommas av den fysiska produkten. Produktmodellen innehåller dels en produkt/artikelstruktur som beskriver alla ingående komponenter i produktmodellen, hur dessa är strukturerade i förhållande till varandra och kan kombineras. Området innehåller även regler för hur de olika komponenter får kombineras för att skapa olika kundvärden i slutprodukten.

Organisation och styrning

Organisation och styrning innehåller ramverket för hur företaget operativt skall fungera. Organisationsstruktur innehåller indelning av företaget i enheter, avdelningar, grupper och roller samt deras respektive uppgifter. Uppgiften utförs i industriella företag i formaliserade och standardiserade processer. Det möjliggör effektivt arbete genom hela företaget genom att verksamhetens alla processers uppgifter, ägare, utförare och avgränsningar är definierade. Styrningen är starkt kopplad till hur processer och uppgifter operativt utförs med hjälp av ledarskap, engagemang, lojalitet och motivation. Faktorer som starkt påverkas av företagets kultur.

Produktionssystem

I modellen består området produktionssystem av tillverknings- och monteringsystem, med layout, resurserna och hur de är organiserade runt processen samt vilka metoder som används för styrning av produktionen. Resurser innebär definiering av vilka typer av maskiner, verktyg och hjälpmedel som används samt andel manuellt arbete respektive hantverk. Materialförsörjning är en annan faktor som behandlar intern och extern materialförsörjning. Faktorn styrprincip beskriver produktionens planeringshorisont, beredning och orderhantering. Området innehåller även intern och extern materialförsörjning.

Kommunikation & informationshantering

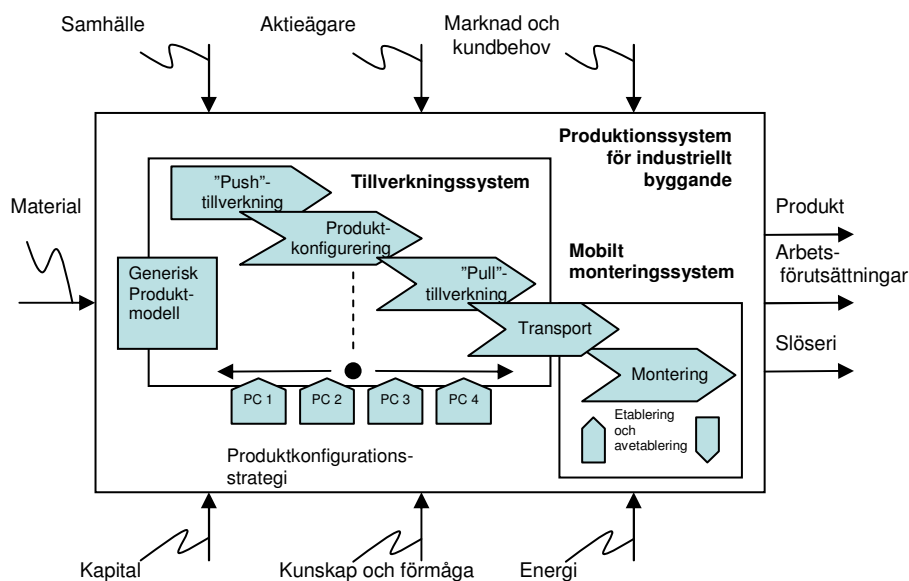
Vid konfigurering av en produkt hanteras information från flertalet av ett företags olika enheter och processer. Då informationsflödet kan bli komplext vid produktkonfigureringen förutsätts användning av informations- och kommunikationssystem (ICT). Produktkonfiguratorn är det IT-verktyg som kombinerar information från olika IT-system inom företaget, exempelvis produktdatabaser (PDM) och affärssystem (ERP). Det är endast genom att använda och kombinera uppdaterad information om den produktmodellen, tillverkningsystemet, materialförsörjningen, produktionskostnaden

och marknaden som produkter kan konfigureras på effektivt sätt. Konfiguratorns roll är därför att åstadkomma ett effektivt informationsflöde genom att utföra alla relevanta återkopplingar i processen och mellan olika avdelningar i företaget. Ett effektivt informationsflöde förutsätter att samtliga delprocesser i produktframtagningsprocessen är tydligt definierade och att verksamhetens systemstöd företrädesvis är integrerade. Därigenom bör konfiguratorerna innehålla regler för hur kombinationen av denna information skall hanteras. Beroende på hur unika produkter som kan realiseras får konfiguratorerna olika komplicerade regelsystem³⁰.

5.2 Produktionssystemsperspektiv på produktkonfigurering

I ett produktionssystem för ett industriellt byggföretag utförs produktframtagningsprocessen i separerade system: tillverknings- och monteringsystem vilka knyts ihop produktkonfigureringsprocessen. Denna process är dessutom kärnan i Mass Customization och är egentligen det som påverkar verksamhetens och produktionens utformning³¹. Produktframtagningsprocessen består av flera delprocesser: "push"-, konfigurations-, "pull"-, transport- och monteringsprocesser. Det unika med byggandet i jämförelse med andra industrier är att tillverkningssystemet är stationärt medan monteringsystemet måste vara mobilt. Med ett flexibelt tillverkningssystem kan flera order tillverkas parallellt. Ett monteringsystem kan endast montera en order eller ett hus i taget och kan därför bli en flaskhals. Därav kan det behövas flera monteringsystem för att balansera "push"- och "pull"-processerna i produktionssystemet.

I figur 4 beskrivs det hur produktionssystemets beståndsdelar är relaterade till varandra och hur olika produktkonfigureringsstrategier påverkar orderpunktens placering i produktframtagningsprocessen. En strategi med stora konfigurationsmöjligheter placerar orderpunkten eller konfigurationspunkten långt upp i produktionsprocessen, exempelvis vid PC1 i figuren. Det resulterar i att en mindre andel standardiserade komponenter kan förtillverkas före ordern inkommer. Stora delar av produkten tillverkas däremot mot order och förutsätter ett flexibelt tillverkningssystem. En strategi med mindre konfigurationsmöjligheter placerar orderpunkten långt fram i förädlingsprocessen, till exempel PC4 i figuren. Då kan andelen standardiserade delar öka och produktionsvolymen i den tryckande delen av produktionen öka. En mindre andel av produkten tillverkas mot order. Totalt sett behöver inte tillverkningssystemet vara lika flexibelt då.



Figur 4. Ett produktionssystem för industriellt byggande med möjligheter för produktkonfigurering. Tillverkningssystemet är en stationär fabrik där komponenter och moduler tillverkas. Monteringsystemet är mobilt och monterar ihop modulerna till hus på den plats där husen skall brukas. Figuren beskriver även orderpunktens placering i produktframtagningsprocessens beroende på valda produktkonfigureringsstrategi (PC1-PC4).

Monteringssystemet och transportprocessen påverkas också av företagets valda produktkonfigureringsätt. Desto mer individuell produkt som kan konfigureras desto mer flexibel måste processerna vara, ju större andel dragande (pull-) produktion krävs. Det ökar kraven på den operativa styrningen då processerna med dess resurser måste ändras för varje order. För att åstadkomma ett effektivt produktionsflöde och hantera informationskomplexitet i monteringsprocessen bör monteringen vara beställare av modulerna enligt JIT-principer.

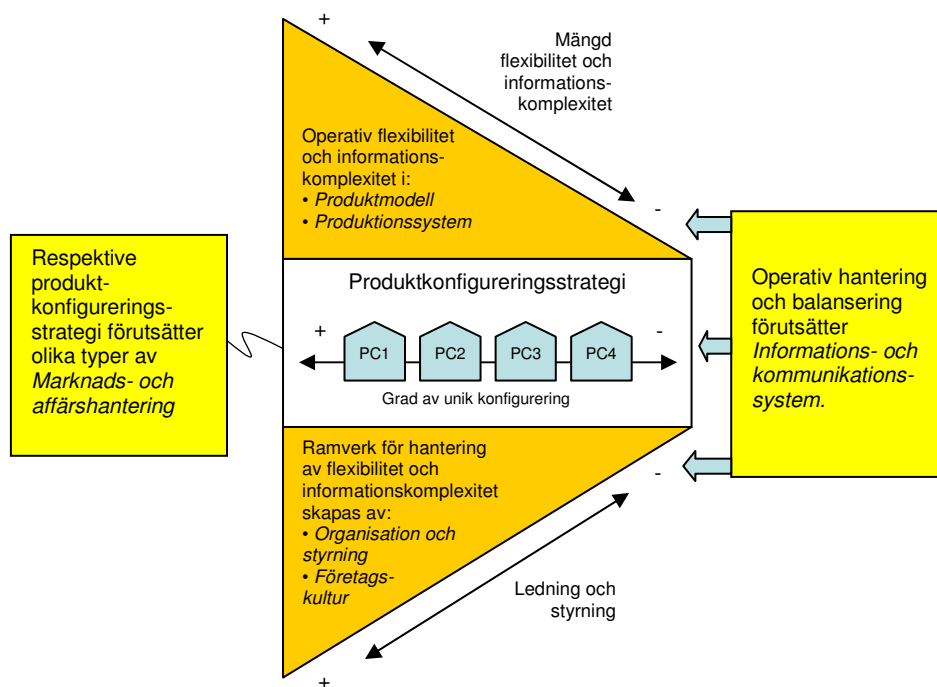
Byggföretagets produktkonfigureringsstrategi påverkar således hur produktionssystemets tillverkningsystem, transportprocess och mobila monteringsystem bör integreras och samverka. Produktionssystemets prestation avgörs dock av hur verksamheten har anpassats till produktkonfigureringsstrategin.

5.3 Systemperspektiv på företagsmodellen

Produktkonfigurering handlar om att ge varje enskild kund en produkt med de kundvärden som de efterfrågar³², utifrån det ramverk som företaget i förväg satt upp³³. Hur effektivt företaget kan framställa kundanpassade produkter avgörs av hur respektive huvudområde: företagets idégrund, organisation och styrning, marknads- och affärshantering, produktmodell, produktionssystem samt informations- och kommunikationssystem är anpassade till varandra och dynamiskt kan interagera. Figur 5 visar hur ett "Mass Customization"-företags huvudområden, kursivt markerade, påverkas beroende på företagets valda produktkonfigurationsstrategi.

MC-Husets delområde marknads- och affärshantering innehåller konfigureringsprocessen. Denna bestämmer hur företaget skall göra affärer och vilka stödjande verktyg som skall användas, till exempel vilka olika typer konfiguratorer. Vald strategi avgör hur detaljerat företagets valda marknadssegments samlade uppfattning om kundvärde skall definieras och översättas till tekniska egenskaper på rätt hierarkisk nivå i produktmodellen. Affärsprocessen påverkas genom att ju mer flexibel produktmodellen är desto mer lyssnande, diskuterande och samverkande måste säljaren vara med kunden för att kunna precisera dennas behov.

Den generiska produktmodellen innehåller en översättning av marknadssegmentets totala uppfattning av kundvärde till tekniska egenskaper. Även hur olika egenskaper kan generas via olika kombinationer av komponenter. I hur stor grad en unik kund kan konfigurera produktmodellen avgör produktmodellens flexibilitet. Produktmodellens flexibilitet måste samtidigt vara balanserad mot produktionssystemets flexibilitet med avseende på hur processerna och resurserna kan förändras för varje order. Hög flexibilitet förutsätter mer information om den produktmodellen och produktionssystemet, med avseende på hur respektive område kan rekonfigureras och hur de interagerar med varandra. Totalt sett innebär en hög grad av produktkonfigurering att kontrollen och förutsägbarheten av produktionssystemets prestation kompliceras. Anledningen är att mängden information som kan variera och måste hanteras vid producerandet av varje order ökar med ökande flexibilitet. I figuren 5 representerar den övre orangefärgade triangeln hur mängden flexibilitet och komplexitet förhåller sig till respektive konfigureringsstrategi, för PC1 är således mängden större än för PC4.



Figur 5. Figuren visar hur MC-husets huvudområden påverkas (övre triangel) och bör hanteras (undre triangel) beroende på produktkonfigureringsstrategi (PC1-PC4). Om företaget satsat och utformats för en hög grad av produktkonfigurering, t.e.x. PC1 eller PC2 i figuren, skapas en hög informationskomplexitet för det operativa arbetet att hantera för varje order. Informationskomplexiteten uppkommer på grund av den mängd information som skall beaktas för varje order. I ett massproduktionssystem finns kanske samma mängd information men den behöver inte hanteras för varje given produkt eller order. Från delområdet företagens idégrund finns endast företagskulturen med, då det endast är denna som bör hanteras olika beroende på produktkonfigureringsstrategi.

Förutsättningar för den operativa delen av verksamheten i att hantera komplexiteten effektivt skapas av företagets organisation och styrning. Hög komplexitet ökar kraven på en tydlig definiering, formalisering och standardisering av verksamheten. Genom att definiera, formalisera och standardisera organisationsstrukturen och processerna, så att alla vet vad, hur och vem som skall utföra respektive process, kan informationskomplexiteten hanteras teoretiskt.

Genom en stark företagskultur, anpassad till det som företaget gör, kan anställda motiveras och uppmuntras till att följa de rutiner och processer som finns, vilket reducerar komplexiteten praktiskt. Den undre orangefärgade triangeln representerar hur kraftfullt verksamheten måste ledas och styras för att hantera den operativa komplexiteten. Det avgör på vilken nivå som organisationsstrukturen formellt måste vara identifierad på för att hantera uppkommen flexibilitet effektivt. Vid konfigureringsstrategin PC1, med hög grad av unik konfigurering, behövs en formellt beskriven organisationsstruktur och process på fin detaljeringsnivå (ger stor mängd beskrivningar). En stark företagskultur behövs för att motivera de anställda att använda de riktlinjer som finns och använda rätt rutin för respektive order.

Genom informations- och kommunikationssystem, som är anpassade till verksamhetens flexibilitet och informationskomplexitet, kan nödvändig information användas för effektiv produktion av konfigurerade produkter. Systemen bör hantera realtidsuppdaterad information om den produktmodellen, produktkonfigurationen, produktions-systemet och alla nödvändiga processer i verksamheten för att underlätta företagets förmåga att styra, kontrollera och förutsäga verksamhetens prestation.

6 Slutsatser

Den kanske mest fundamentala slutsatsen som kan dras är att företag är system av olika delar som interagerar med varandra. Vid industriellt byggande som baseras på de industriella principerna (sida 5) har produktionsapparaten förändrats i förhållande till traditionellt byggande vilket påverkar företagets alla delar, se MC-Husets huvudområden i figur 3. Beroende på i vilken grad unika hus kan generas, konfigureras och produceras, påverkar det huvudområden på olika sätt, se figur 5, men även produktionssystemets utformning, se figur 4.

I grunden innebär industrialisering standardisering av produkterbjudandet, även om standardiseringen kan "lättas upp" med Mass Customization. Det industriella byggföretaget måste beakta denna begränsning i sitt strategiska arbete. Företaget måste därför definiera marknadssegmentet tydligare och dess uppfattning av kundvärde för att kunna utveckla produktmodellen (byggsystemet) i lämplig riktning. I affären med kund specificeras sedan produktmodellens samlade kundvärden så att den passar respektive kunds unika behov. Affärsmässigt måste det industriella företaget bli mer proaktivt och övertygande i sin projektutveckling mot beställare och kund för .

I och med detta kommer det industriella byggföretaget verksamhetsmässigt att skilja sig från ett klassiskt byggföretag i grunden:

- Organisatoriskt innebär ett industriellt byggande att tydligt avgränsade enheter och yrkesroller har ersatt temporära projektorganisationer med otydliga ansvarsområden.
- Kulturellt har en företagskultur som motiverar anställda till att följa direktiv och fördefinierade arbetsuppgifter ersatt en allt för kreativ byggkultur genomsyrat av "ad hoc"-lösningar för varje projekt och arbetsuppgift.
- Processfokus har ersatt projektfokus och verksamheten betraktas som ett integrerat system. Det innebär att företagets samtliga resurser, processer, aktiviteter och metoder är fördefinierade och standardiserade, organiserade runt produktframtagningsprocessen för en mängd order (projekt). Det innebär att ett hus eller byggprojekt inte är strikt unik, utan endast en kundorder som tillverkas med likadana komponenter, i samma process med samma resurser, i samma företag som föregående och framtida order.
- Hur tekniska produktionshjälpmedel och produktmodeller skall användas i processen är definierat och standardiserat. Inga projektunika lösningar är tillåtna.
- Produktionssystemet i ett industriellt byggföretag är uppdelat i två delar; ett stationärt tillverkningssystem, fabriken, och ett mobilt monteringsystem på byggplatsen.

Om industriella byggföretag är uppbyggt i enlighet med MC-Huset finns större likheter med företag för industriell produktion än traditionella byggföretag med projektorienterad och hantverksbaserad produktion. De största skillnaderna mellan industriellt byggande och annan industriell produktion är att inom byggandet måste slutmonteringen av byggnaden alltid utföras i ett mobilt monteringsystem på en unik plats. I princip i all annan industri slutmonteras mobila produkter i stationära monteringsystem.

7 Fortsatt forskning

Det här forskningsprojektet visar att det är givande att studera industriellt byggande ur ett systemperspektiv och med utpräglat industriellt förhållningssätt. Det ger förutsättningar att studera vedertagna sanningar förutsättningslöst. För att det industriella byggandet skall kunna utvecklas måste innebörden av begreppet industriell förstås, vilket endast kan göras utifrån ett industriellt perspektiv. Det går inte att förstå

kärnan i industriellt byggande med perspektiv baserat på traditionellt byggande genomsyrat av projektfokus, hantverksmässig- och "ad-hoc"- mentalitet.

Med detta i åtanke och att framtiden företagsmodell spänner över ett brett område bör det vara intressant att fördjupa kunskapen inom följande:

- Faktorer att beakta vid formulering och implementering av strategier för ökad industrialisering i byggföretag.
- Lämplig organisationsstruktur och företagskultur för industriellt byggande med avseende på processer, tekniska, resurser yrkesroller och beteende.
- Anpassad marknads-, affärs- och kundhantering för industriella byggföretag. Hur ser beställarens roll och lämpliga entreprenadformer ut vid industriellt byggande?
- Utveckling av metoder för att fånga marknadssegments uppfattning av kundvärde, samt transformering av detta till tekniska egenskaper i en fördefinierad produktmodell.
- Standardiseringens inverkan på produktionskostnaden och kundvärdet
- Lämpliga industriella produktionsmetoder och hur de kan anpassas till byggandets förutsättningar med avseende på interaktionen mellan fabrikstillverkning och byggplatsmontering

Det skulle även vara intressant med ytterligare studier om hur olika typer av företag, branschsektorer och produktkonfigureringsstrategier påverkar MC-hustes delområden. Vad påverkar ett industriellt företag som producerar kundanpassade produkter mest, branschtillhörighet eller produktkonfigureringsstrategi?

Referenser

- ¹ Apleberger, I., Jonsson, R. & Åhman, P. (2007) *Byggandets industrialisering: en nuläges beskrivning*. Sveriges Byggindustrier, Forskningsrapport, FoU-Väst rapport 0701.
- ² Borgbrant, J. (2003). *Byggprocessen i ett strategiskt perspektiv*. Byggkommissionen, Stockholm.
- ³ Kornelius, L. & Wamelink, J.W.F. (1998) *The Virtual Corporation: Learning from Construction*. Supply Chain Management, vol. 3, no. 4, pp. 193–202.
- ⁴ Sacks, R. & Warszawski, A. (1997) *A Project Model for an Automated Building System: Design and Planning phases*. Automation in Construction, no. 7, pp. 21-34.
- ⁵ Agbasi, E., Anumba, C., Gibb, A., Kallian, A., & Watson, A. (2004) *Cladding sector road map for realising the CIM vision*. Industrial Management & Data Systems Volume 104, Number 6, pp. 526-532.
- ⁶ Lundström, S. (2003). Planering, byggande och förvaltning av bostäder under konkurrens: En vitbok. Rapport nr 28, Polen. KTHs Bostadsprojekt, Stockholm.
- ⁷ Unger, K. (2006) *Industrialized House Building: Fundamental Change or Business as usual*. Doctorial Thesis, Royal Institute of Technology, Stockholm.
- ⁸ Josephson, P-E. & Saukkoriipi, L. (2005) *Slöseri i byggprojekt: behov av förändrat synsätt*. Rapport 0507 från Fou-Väst.
- ⁹ Olofsson, T., Stehn, L. & Lagerqvist, O. (2004) *Industriellt byggande- Byggbranschens nya patentlösning?* Rapport, Inst. För Väg- & vattenbyggnad, Luleå tekniska universitet, Luleå.
- ¹⁰ Pine, B.J. II (1993) *Mass Customization: The New Frontier in Business Competition*. Harvard School Press, Boston.
- ¹¹ Jørgensen, K. (2001) *Product Configuration - Concepts and Methodology*. Manufacturing information Systems Proceedings of the Fourth SMESME international Conference, 14 - 16 May, Aalborg, Denmark.
- ¹² Lee, S-E., & Chen, J. (2000) *Mass Customization Methodology for an Apparel Industry with a Future*. Journal of Industrial Technology, vol. 16, no. nov. 1999 to jan. 2000.

-
- ¹³ Thornell, H. (2007) *Spetsföretag: Hur man möter kundbehov, positionerar sig och utvecklar marknadsledarskap*. Konsultförlaget, Uppsala Publishing House AB, Stockholm.
- ¹⁴ Robbins S.P. (2000). *Essentials of Organizational Behavior*. 6:ed. New Jersey: Prentice-Hall.
- ¹⁵ Krajewski, L.J. & Ritzman, L.P. (2000) *Operations Management: Strategy and Analysis*. Addison-Wesley Publishing Company, Inc. New York.
- ¹⁶ Mullins, L. (1999) *Management and Organizational behavior*. 5th edition. Financial Times/Pitman Publishing. London.
- ¹⁷ Macheridis, N. & Knutsson, H. (2007) *Integration: att se organisationen som en helhet*. Studentlitteratur, Pozkal.
- ¹⁸ Lessing, J. (2006) *Industrialised House-Building: Concept and Processes*. Licentiate Thesis, Lund Institute of Technology, Lund Sweden.
- ¹⁹ Winch, G. (2003) Models of Manufacturing and the Constructions Process: The Genesis of Re-engineering Construction. *Building Research & Information* 2003, 31(2), 107-118.
- ²⁰ Höök, M (2005) *Timber Volume Element Housing – Production and Market aspects*. Licentiate thesis 2005:65L. Luleå University of Technology, Luleå.
- ²¹ Taylor, F.W. (1911) *The Principles of Scientific Management*. Norton & Company. Inc. New York.
- ²² Berggren, C. (1990) *Det moderna bilarbetet: Konkurrensen mellan olika produktionskoncept i svensk bilindustri 1970-1990*. Doktorsavhandling, Studentlitteratur, Lund.
- ²³ Simpson, T. (2003) *Product Platform Design and Customization Status and Promise*. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing*, 18, 3-20.
- ²⁴ Blecker., Abdelkafi, N. & Kreutler, G. (2004b) *A Multi-Agent Based Configuration Process for Mass Customization*. Conference Proceedings, International Conference on Economic, Technical and Organizational aspects of Product Configuration Systems, Lyngby June 28-29th, Denmark.
- ²⁵ Forza, C. & Salvador, F. (2002) Product Configuration and Inter-Firm Co-ordination: An Innovative Solution from a Small Manufacturing Enterprise. *Computers in Industry* 49, 37-46.
- ²⁶ Mesihovic, S. & Malmqvist, J. (2000) *Product Data Management (PDM) System Support for the Engineering Configuration Process*. 14th European Conference on Artificial Intelligence ECAI 2000 Configuration Workshop August 20-25, Berlin, Germany.
- ²⁷ Blecker, T. & Abdelkafi, N. (2006). *Complexity and Variety in Mass Customization Systems: Analysis and Recommendations*. *Management Decision*, Vol. 44 No. 7, pp. 908-929.
- ²⁸ Jørgensen, K. (2001) *Product Configuration - Concepts and Methodology*. Manufacturing information Systems Proceedings of the Fourth SMESME inetrnational Conference, 14 - 16 May 2001, Aalborg, Denmark.
- ²⁹ Liker, J. (2004). *The Toyota Way*. McGraw-Hill. New York.
- ³⁰ Blecker, T., Abdelkafi, N., Kreutler, G. & Friedrich, G.: (2004) *Product Configuration Systems: State of the Art, Conceptualization and Extensions*. Eight Maghrebian Conference on Software Engineering and Artificial Intelligence, Sousse/Tunisia, 9 - 12, May 2004.
- ³¹ Jiao, J. & Tseng, M.(2000) *Fundamentals of Product Family Architecture*. *Integrated Manufacturing Systems*. 11/7, 469-483.
- ³² Helo, P.T. (2006) *Product Configuration Analysis with Design Structure Matrix*. *Industrial Management & Data Systems* Vol. 106 No. 7, 2006 pp. 997-1011.
- ³³ Burgess, T.F., McKee, D. & Kidd, C. (2005) *Configuration Management in the Aerospace Industry: a review of Industry Practice*. *International Journal of Operations & Production Management* Vol. 25 No. 3, 2005 pp. 290-301.