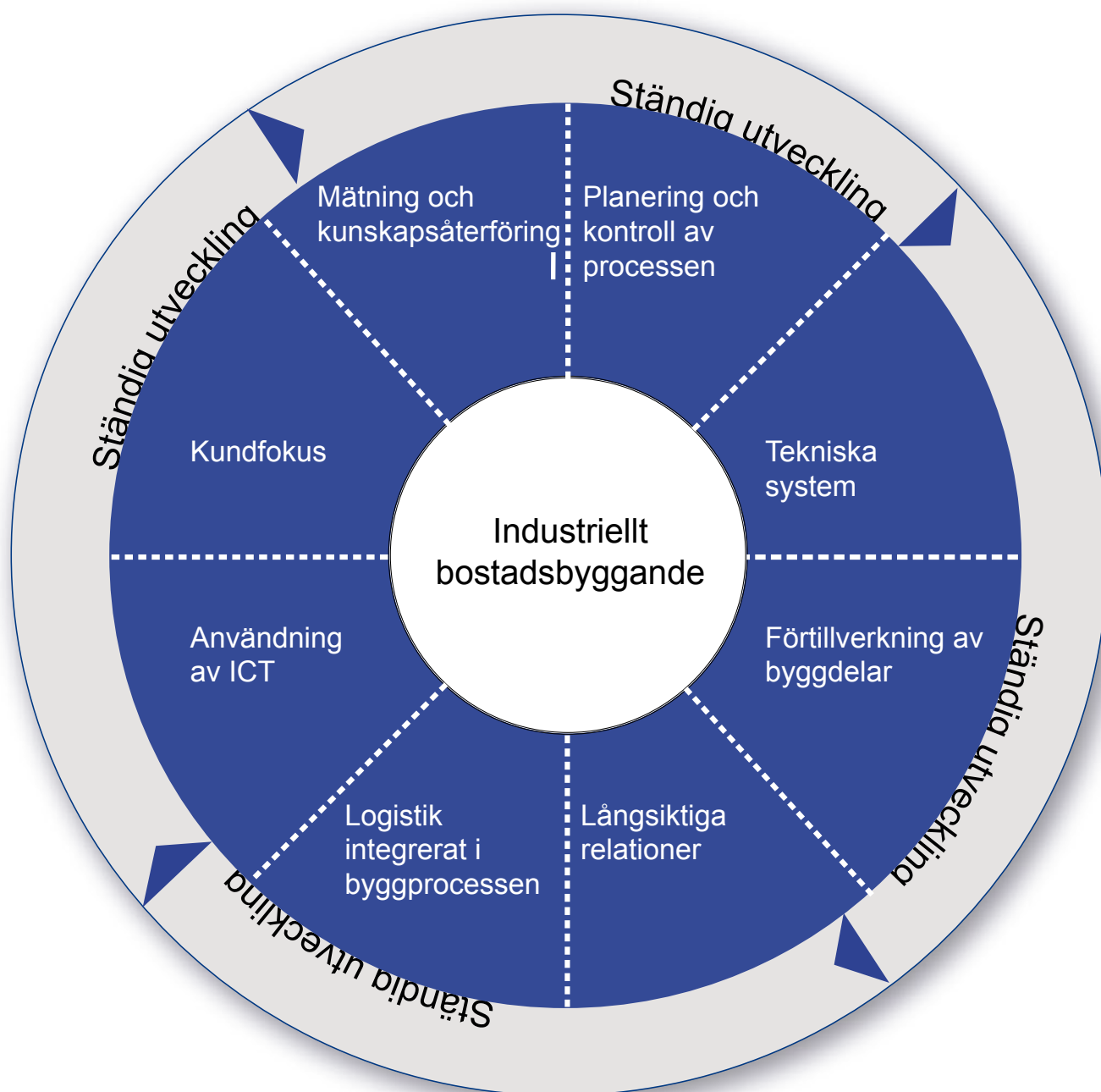




Industriellt bostadsbyggande

- Koncept och processer



Industriellt bostadsbyggande

- Koncept och processer

Boverket maj 2008

Titel: Industriellt bostadsbyggande - Koncept och processer
Utgivare: Boverket maj 2008
Upplaga: 1
Antal ex: 300
Tryck: Boverket internt/extern tryckeri
Tryck: ISBN 978-91-85751-99-0
(PDF: ISBN 978-91-86045-00-5
Dnr: 504-1476/2007
Bilder och illustrationer i inlagan och omslaget: Jerker Lessing

Publikationen kan beställas från:
Boverket, Publikationsservice, Box 534, 371 23 Karlskrona
Telefon: 0455-35 30 50
Fax: 0455-819 27
E-post: publikationsservice@boverket.se
Webbplats: www.boverket.se

Rapporten finns att ladda ner som pdf på www.boverket.se
Rapporten kan på begäran beställas i alternativt format som Daisy,
inläst på kassett m.m.

©Boverket 2008

Förord

Denna rapport är en omarbetad version av den licentiatavhandling som Jerker Lessing presenterade i september 2006 vid avdelningen för Projekteringsmetodik på Lunds Tekniska Högskola, som avslutning på sitt forskningsprojekt. Detta projekt finansierades i sin helhet av Sven Tyréns Stiftelse och Jerker Lessing var anställd i Tyréns AB som industridoktorand medan forskningsprojektet utfördes vid Lunds Tekniska Högskola, med professor Anders Ekholm som handledare.

Boverkets Byggekostnadsforum har bekostat en omarbetning och översättning av licentiatavhandlingen så att den blir mer tillgänglig för den svenska byggbranschen.

Rapporten ger en god bild över konceptet industriellt byggande och dess delområden samt hur en industriell byggprocess bör utformas.

Jerker Lessing arbetar nu med industriellt byggande på Tyréns AB och leder en grupp av konsulter med fokus på detta arbete.

Karlskrona april 2008



Ulf Troedson
överdirektör
Boverket

Innehåll

Bakgrund och läsanvisning	7
Sammanfattning	9
Introduktion.....	11
Bakgrund till forskningsprojektet.....	11
Problemformulering och forskningsfrågor	13
Forskningsprojektets fokus och mål	13
Teori kring industrialisering	15
Industrialisering.....	15
Produktionskoncept och -synsätt.....	16
Lean Production	16
Toyota Production System	18
Lean Design.....	22
Agile Production	22
Six Sigma	23
Supply Chain Management	24
Industriella processer	26
Processorientering.....	26
Processtyrning	28
Industrialisering av byggandet	29
Historisk tillbakablick.....	29
Industrialiseringens beståndsdelar.....	34
Produktionskoncept för bygg	37
Produktionsstrategier.....	37
Lean Construction.....	38
Lean Production inom bygg	39
Agile Production inom bygg	40
Supply Chain Management inom bygg	41
Industriellt bostadsbyggande	45
Projekt och processer inom industriellt bostadsbyggande.....	45
Skilj på projekt och process	45
Produkt- och processutveckling.....	46
Styrning av processer och projekt	46
Definition och beskrivning av Industriellt bostadsbyggande	47
Definition av Industriellt bostadsbyggande	47
Karakteristiska delområden inom Industriellt bostadsbyggande	48
Bedömningsmodell för industriellt bostadsbyggande	50
Ständig förbättring	54
Fallstudier av industriellt bostadsbyggande	55
Fallstudie 1	55
Bostadsprojekt med 3-våningshus.....	57
Beskrivning av MBs industriella byggande.....	57
Processen i företaget	59
Stödprocesser.....	64
Analys av industrialiseringsgraden	64
Fallstudie 2.....	65
Bostadsprojekt med 7-våningshus.....	66

Fallstudie 3.....	75
Bostadsprojekt med 2-våningshus.....	75
Beskrivning av DLL:s industriella byggande	76
Processen för DLL.....	79
Kompletterande arbete på byggplatsen.....	82
Stödprocesser.....	83
Analys av fallstudierna	85
Industrialiseringsgrad	85
Processtruktur.....	86
Produkt- och processutveckling.....	87
Modeller för industriellt bostadsbyggande	89
Processmodell för industriellt bostadsbyggande	89
Plattformer för teknik och process	91
Teknisk plattform.....	92
Processplattform	92
Processägarskap.....	93
Byggprojekt och utvecklingsprocesser	94
Diskussion.....	97
Referenser	99

Bakgrund och läsanvisning

Denna rapport baseras i sin helhet på den licentiatavhandling som Jerker Lessing presenterade den 1 september 2006, vid avdelningen för Projekteringsmetodik, institutionen för Bygghvetenskaper vid Lunds Tekniska Högskola. Rapporten är en omarbetning av avhandlingen och är i denna form skriven på svenska i stället för engelska och de strikt akademiska delarna är nedtonade. Dock presenteras teorikapitlet i sin helhet eftersom det utgör en central del i det vetenskapliga underlaget för de modeller som utarbetas i rapporten. För den som önskar läsa den akademiska avhandlingen bör kontakta författaren eller avdelningen för Projekteringsmetodik vid LTH.

Rapporten vänder sig till alla som är intresserade av byggbranschens utveckling i allmänhet och industriellt byggande i synnerhet, såväl yrkesverksamma som studenter och forskare. Det är min förhoppning att rapporten kan intressera och inspirera till vidare utveckling av industriellt bostadsbyggande.

Rapportens första del är en introduktion till ämnet och en bakgrund till forskningsprojektet. Teorikapitlet ger en omfattande beskrivning av de teorier och referenser som ligger till grund för avhandlingen och konceptet industriellt bostadsbyggande. Detta följs av ett kapitel där en beskrivning och definition av konceptet industriellt byggande ges. Nästa del i rapporten beskriver tre fallstudier som gjordes inom ramen för forskningsprojektet, där modellerna för industriellt byggande testas och appliceras. De avslutande delarna i rapporten utgör en analys av materialet och ett antal modeller för industriellt bostadsbyggande presenteras. Rapporten avslutas med en diskussion.

Sammanfattning

Denna rapport behandlar konceptet industriellt bostadsbyggande som är ett aktuellt ämne i den svenska byggindustrin. Rapporten baseras i sin helhet på den licentiatavhandling "Industrialised House-building – Concept and Processes" som presenterades av Jerker Lessing 2006 och som nu omarbetats till en svensk version.

Begreppet industriellt byggande har använts flitigt i debatten om byggbarnschens behov av förändring. Dock saknas en sammanhållen och tydlig definition och beskrivning av begreppet. Detta presenteras i denna rapport tillsammans med en beskrivning av hur en industriell byggprocess bör struktureras och styras.

Industriellt bostadsbyggande presenteras som ett övergripande synsätt uppbyggt av åtta karakteristiska delområden som alla krävs för att konceptet ska fungera och bilda effektiva produktionssystem för bostäder. Detta synsätt är inspirerat och baserat på moderna produktionsfilosofier som Lean Production, Agile Production och Supply Chain Management. Även den historiska innebörden av industriellt byggande har studerats. Detta konstateras ha en snävare och mer tekniskt inriktad betydelse än dagens syn som även inbegriper process och organisatoriska aspekter.

De olika delområdena påverkar varandra och kan utvecklas till olika grad och den samlade bilden av vilken nivå ett företag befinner sig på är viktig för att utformningen av ett effektivt produktionssystem.

De åtta delområdena spänner över såväl tekniska som processrelaterade och organisatoriska frågor och utgörs av följande:

1. Planering och kontroll av processen
2. Utvecklade tekniska system
3. Förtillverkning av byggdelar
4. Långsiktiga relationer mellan aktörer
5. Logistik integrerat i byggprocessen
6. Kundfokus
7. Användning av informations- och kommunikationsteknik
8. Systematisk mätning och erfarenhetsåterföring

Ett företag, eller en grupp av samverkande företag, kan ha utvecklats till olika grad inom delområdena och nått olika långt i sin implementering av industriellt byggande. För att bedöma ett företags industrialiseringsgrad har en kategoriseringsmodell utarbetats där nivåer från 0 till 4 har identifierats för alla de 8 delområdena.

För att lyckas med industriellt byggande måste graden av kontinuitet vara hög, i användning av tekniska system, samverkan mellan aktörer etc. Ett sätt att systematisera arbetet är att arbeta med plattformar där lösningar samlas och utvecklas till moduler, såväl tekniska som processrelaterade moduler. Arbetet med plattformar sker kontinuerligt i företaget och modulerna används i specifika byggprojekt för effektivt genomförande. Två huvudsakliga plattformar utgör basen för utvecklingsarbetet:

- Teknisk plattform
- Processplattform

Plattformarna utvecklas parallellt och integreras med varandra och skapar därmed en stark bas för arbetet i själva byggprocessen. I specifika byggprojekt används lösningarna från plattformarna och appliceras i unika kombinationer och de byggnader som produceras blir unika och anpassade till kundens önskemål. Plattformarna utvecklas genom att erfarenheter från byggprojekten systematiskt samlas in och dokumenteras och utgör input till vidareutveckling. Detta gäller såväl tekniska som processrelaterade erfarenheter.

Introduktion

Detta kapitel presenterar bakgrunden till forskningsprojektet, dess syfte och mål samt avgränsningar.

Bakgrund till forskningsprojektet

Den svenska byggbranschen har beskrivits som en sektor med stora problem. Flera utredningar har slagit fast att det finns en stor utvecklingspotential inom olika områden såsom teknik, organisation, ekonomi, miljö, arbetsmiljö, konkurrens, myndighetsområdet etc. Många aktörer i branschen har reagerat på denna kritik och initiativ tas nu inom såväl industrin som vid högskolor och universitet, för att komma till rätta med problemen.

Bostadsbyggandet har varit i särskilt fokus då behovet av nybyggda bostäder ökar, från att ha legat på historiskt låga nivåer under 1990- och början på 2000-talet. Under den här tiden ökade också både kostnader och priser dramatiskt och nästan fördubblades för lägenheter i de större städerna. Efterfrågan på nybyggda bostäder är stor eftersom nybyggnationen legat så lågt under de senaste 15 åren. Produktionstakten har de senaste åren ökat och förväntas hålla i sig under kommande år.

Produktivitetens utvecklingen i bostadsbyggandet är tydligt lägre än i tillverkningsindustrin. Inom bostadsbyggandet syns en skillnad i produktivitet mellan byggande av flerbostadshus där en lägre effektivitet noteras och för enfamiljshus som byggs i grupp, är effektiviteten högre. Förklaringen till denna skillnad är troligen att småhustillverkning ofta har stora likheter med tillverkningsindustrin, och har en högre förtillverkningsgrad och standardiserade lösningar, medan flerbostadshus oftast uppförs som unika projekt med traditionella hantverksbaserade metoder som utförs på byggplatsen. Det kan konstateras att det finns en stor potential för byggindustrin att öka industrialiseringsgraden för flerbostadshus bland annat genom att applicera de tekniker och koncept som används i byggandet av småhus.

Bostadsbyggande består av en komplex serie av aktiviteter och involverar en stor mängd olika aktörer med specialkunskaper och byggprojekten genomförs på olika platser och unika situationer måste hanteras och inte minst är platsbygge utsatt för olika väder-

förhållanden. Inom bostadsbyggandet stängas man dessutom med problem som bristande samarbete mellan aktörer, svagt engagemang, en fragmenterad byggprocess och bristande helhetssyn, vilket ytterligare bidrar till komplexiteten.

De problem som branschen brottas med har presenterats och diskuterats i ett flertal utredningar och i en stor mängd artiklar och begreppet industriellt byggande förs ofta fram som en lösning på några av problemen. I den statliga Bygghögskolekommisionens utredning om den svenska byggbranschen konstateras att en utveckling mot industriellt byggande leder till god kvalitet och lägre kostnader genom att man har bättre kontroll över processerna i värdekedjan. Det beskrivs enligt följande:

”En metod för övergång till mer rationellt samordnade processer för byggandet i sin helhet. Detta tar sig uttryck i både system för byggt teknik och system för processer.”

Man konstaterar vidare att industriellt byggande fordrar utförlig planering, samordning och kontroll eftersom komplexa produkter som förtillverkas är känsliga för fel och kan äventyra hela byggprojektet om man brister på dessa områden.

För närvarande är industriellt byggande ett högaktuellt ämne i den svenska byggindustrin och förhoppningarna är stora att utveckling inom detta område ska leda till att många problem finner sin lösning. Inom många företag i den svenska byggindustrin har industrialisering blivit ett strategiskt utvecklingsområde inom vilket man vill skapa nya affärsmöjligheter och skapa nya och bättre metoder för effektivt byggande. Ett exempel på dessa företag är byggföretaget NCC som i sin årsredovisning 2004 konstaterar följande:

”Byggekostnaderna måste reduceras, byggprocessen effektiviseras och nya samarbetsformer etableras. NCCs målsättning är ett industriellt och effektivt byggande med låga drifts- och underhållskostnader för framtiden.”

Även Skanska har tydligt fokus på industrialisering och man arbetar med ett genomgripande program där målet är att åstadkomma en effektivare byggprocess genom att utveckla tekniska lösningar och processer vilket inkluderar delområden som inköp, förtillverkning, IT-lösningar, projektering och logistiklösningar.

Industriellt byggande är ett begrepp och koncept som är under utveckling, dock är benämningen inte ny. Under 1950- och 1960-talen användes begreppet ofta synonymt med byggmetoder för prefabricering och storskalig produktion av stora likformiga bostadsområden. Idag ges begreppet ofta en vidare betydelse och inbegriper såväl tekniska som organisatoriska aspekter samt frågor kring informations- och materialflöde.

Koncept som Lean Production, Just-In-Time och Supply Chain Management som hämtats från tillverkningsindustrin är principer som beskriver styrning och kontroll av tillverkning och produktion med målet att åstadkomma effektiva processer som levererar det kunderna efterfrågar. Inom såväl byggindustrin som den akademiska världen är intresset stort för att applicera dessa principer på byggande och på så vis uppnå de effektiviseringsvinster som uppvisas

i den fasta tillverkningsindustrin. Ett flertal organisationer har som huvudsakliga uppgift att fokusera på överföring och implementering av lean-principer i byggindustrin och bland dessa kan nämnas den internationella forkarnätverket International Group for Lean Construction, den danska LeanConstruction-DK och den nyligen grundade svenska föreningen Lean Forum Bygg.

En utveckling mot industriellt byggande påverkar bland annat projektering, tillverkning och byggplatsarbete, bland annat till följd av en ökad förtillverkning av byggdelar. Detta innebär att förändringar i den övergripande processen är nödvändiga. Bland annat behöver nya metoder för samverkan utvecklas så att nyckelaktörer kommer in i processen i rätt skede, konflikthantering sköts på nytt sätt, team av aktörer sätts samman på ett medvetet sätt och en mer genomgripande planering utförs, för att på så sätt skapa en effektivare helhetsprocess. Många företag har insett detta och arbetar parallellt med industrialisering och samverkansfrågor.

Problemformulering och forskningsfrågor

Industriellt byggande är ett komplext område som spänner över ett flertal samverkande delområden som behövs för att uppnå välfungerande produktionssystem som kan leverera byggnader och bostäder som kunderna efterfrågar.

Ett grundläggande problem för den fortsatta utvecklingen av industriellt byggande är att det saknas en tydlig beskrivning och definition av konceptet och dess ingående delar. Detta har lett till följande forskningsfråga:

Vad karakteriserar industriellt bostadsbyggande?

En utveckling mot industriellt byggande måste baseras på en helhetssyn så att en effektiv byggprocess kan uppnås. Detta får konsekvenser för byggprocessens struktur och kräver organisatoriska och produktionsrelaterade förändringar, vilket har lett fram till följande forskningsfråga:

Vilka konsekvenser för processtrukturen leder ett industriellt bostadsbyggande till?

Dagens generella byggprocess är inte utformad för att hantera hela processen som ett system, vilket innebär att förändringar krävs inom såväl processen och dess styrning för att få industriellt bostadsbyggande att fungera med samverkande delområden och skapa maximal kundnytta. Detta har lett till följande forskningsfråga:

Vilka konsekvenser för processtyrningen leder ett industriellt bostadsbyggande till?

Forskningsprojektets fokus och mål

Fokus i forskningsprojektet är industriellt byggande av nya flerbostadshus, härnäst benämnt som industriellt bostadsbyggande.

En avgränsning i studien är att inte fokusera på småhusbyggande eftersom behovet och utvecklingspotentialen är större för byggande av flerbostadshus. Dock kan en del paralleller dras och referenser ges till småhusbyggande eftersom det på vissa områden har nått längre i sin industrialisering.

Fokus är vidare på processtrukturen och styrning av industriellt bostadsbyggande ur ett helhetsperspektiv. Stödjande system som IT-system och byggsystem diskuteras för att tydliggöra dess roll i ett industriellt bostadsbyggande men analyseras inte i teknisk synvinkel i denna studie.

Det empiriska materialet i denna studie baseras på intervjuer med personer i den svenska byggindustrin samt tre fallstudier som genomförts på företag som arbetar med industriellt bostadsbyggande. Kvalitativa forskningsmetoder har använts i studien, vilket bland annat innebär att material samlats in genom intervjuer, observationer, samtal och dokumentstudier och behandlats av författaren. De vetenskapliga metodvalen och tillhörande metodologisk teori för detta forskningsprojekt finns utförligt beskrivet i licentiatavhandlingen.

Teori kring industrialisering

Detta kapitel presenterar den teoretiska bas som forskningsprojektet stödjer sig på. I kapitlets första del behandlas industrialisering och olika produktionskoncept. Den andra delen fokuserar på processer vilket är grundläggande för industrialisering. I den tredje delen beskrivs industrialisering av bostadsbyggandet ur ett historiskt perspektiv, dagens situation och olika koncept som ansluter sig till denna utveckling.

Industrialisering

Industrialisering i historisk betydelse innebär att teknik, organisation och sociala förhållanden för tillverkning, har ändrats genom en utveckling av moderna metoder för produktion, främst fabriksproduktion, där arbetet är centralt organiserat, produktionsuppgifter mekaniserade och fokus är på massproduktion. Industrialisering har något varierande betydelse beroende på sammanhanget, dock kan några grundläggande kännetecken identifieras som mekanisering, användning av maskiner för att effektivisera arbetet, återkommande arbetsuppgifter, arbete utförs i fabriker samt att arbetsuppgifter koordineras såväl inom företaget som mellan företag.¹

I början av förra seklet började den amerikanska bilindustrin använda massproduktionsprinciper. Detta ledde till att stora volymer produkter med starkt begränsad variation producerades, ofta av lågutbildad arbetskraft som använde dyra en-funktions-maskiner som var känsliga för störningar. För att säkerställa en smidig produktion användes buffertar av både material och personal genom hela produktionskedjan och byte av produkter gjordes så sällan som möjligt eftersom det var kostnadsdrivande.²

Massproduktionen minskade kostnaderna för produkter som tidigare varit tillverkade med hantverksmetoder och detta var en nyckel för industrialiseringen under 1900-talets första hälft.³

1 Jacobsson, M. (1965), Byggandets industrialisering, Byggnadsindustrins förlag, Stockholm

2 Womack, J., Jones, D. & Roos, D. (1990) "The machine that changed the world – The story of Lean Production". Harper Perennial, New York, USA

3 ibid.

Produktionskoncept och -synsätt

I detta avsnitt beskrivs och förklaras ett antal moderna produktionsprinciper som används inom tillverkningsindustrin och andra sektorer.

Lean Production

Lean Production är ett begrepp som lanserades av en grupp forskare vid MIT sedan de presenterat en omfattande studie av bilindustrin, med särskilt fokus på de framgångsrika japanska bilföretagen. Det man fann var radikala skillnader i produktionssystemen mellan de japanska och de principer man arbetade efter i västvärlden som karakteriserades av massproduktionsprincipen⁴. Man valde att kalla de japanska arbetsmetoderna för samlingsnamnet Lean Production som i fri översättning till svenska blir "snål produktion" eller "mager produktion". De fundamentala principerna för Lean Production är:

- Lagarbete
- Kommunikation
- Effektivt nyttjande av resurser och eliminering av slöseri
- Kontinuerliga förbättringar

Till stor del baseras Lean Production på principerna i Toyotas produktionsmetod som består av en samling arbetsmetoder och verktyg i kombination med en mycket stark företagsfilosofi och ledarskap som visade sig vara väldigt starkt och etablerat i hela företaget. Styrkan i konceptet ligger i att man ständigt investerar i företagets anställda och aktivt bidrar till en kultur för ständig utveckling⁵. Lean Production har visat sig fungera för olika typer av verksamheter, inte enbart tillverkningsindustri, och idag används dessa principer i många olika branscher världen över och appliceras på produktutveckling, design, service, administration etc⁶.

En central del i Lean-filosofin är att arbeta med ett så kallat dragande system, vilket innebär att alla aktiviteter ska initieras av ett verkligt kundbehov och att lager fylls på när behovet uppstår. Inga produkter eller tjänster ska produceras förrän en kund längre ned i försörjningskedjan ger signalen om att en verklig efterfrågan finns.⁷

Lean Production innehåller en komplex samling verktyg och metoder som används för att öka produktiviteten, förbättra kvalitén, korta ledtiderna och reducera kostnader och påverkar därmed hela företaget, dess nätverk av leverantörer och partners. Följande stycken beskriver konceptets mest centrala delar.⁸

4 Womack, J., Jones, D. & Roos, D. (1990) "The machine that changed the world – The story of Lean Production". Harper Perennial, New York, USA

5 Ohno, T. (1988) "Toyota Production System- Beyond Large-Scale Production" Productivity Press, New York, USA

6 Womack, J. & Jones, D. (1996) "Lean Thinking – Banish waste and create wealth in your corporation" Free Press, New York.

7 Ohno, T. (1988) "Toyota Production System- Beyond Large-Scale Production" Productivity Press, New York, USA

8 Karlsson, C. & Åhlström, P. (1996) "Assessing changes towards lean production". International Journal. of Operations & Production Management Vol 16 No 2 1996

Eliminera slöseri	Icke värdeadderande aktiviteter elimineras. Lager, transporter, kvalitetsbrister och mängden pågående arbete är källor till slöseri.
Ständiga förbättringar	Kaizen eller ständiga förbättringar sker på alla plan och på många olika sätt i en strävan att alltid kunna förbättra teknik, arbetsmetoder, samarbete etc
Noll fel	Målet är att inga fel ska uppstå. Kontroll och god kunskap om de processer man driver är en förutsättning. Kvalitetsarbete angår alla inte enbart kvalitetspersonal.
Just-in-time	Målet är att alla processer ska få rätt sak, i rätt tid, i rätt kvantitet och vid rätt tidpunkt. Visionen är att producera en produkt åt gången i exakt rätt tid. Olika produkter kräver olika grad av JIT.
“Pull” istället för “push”	Produkter ska produceras baserat på verklig efterfrågan (pull), inte mot prognoser av förväntningar (push). I ett pull-system dras material, komponenter och produkter genom produktionsprocesserna baserat på ett kundbehov.
Multifunktionella team	Ett multifunktionellt team består av en grupp individer som tillsammans har en bred kunskapsbas och därför kan lösa många olika arbetsuppgifter. Varje medlem i teamet ska ha kompetens för att kunna utföra varandras arbetsuppgifter, vilket leder till mindre beroende av specifika individer i företaget. För att skapa multifunktionella team krävs mer utbildning och träning, än traditionellt.
Decentraliserat ansvar	Ansvaret läggs ut på de multifunktionella teamen och rollen som arbetsledare blir mindre viktig, eftersom teamet arbetar med jobbrotation.
Integrerade funktioner	En rad olika funktioner tas upp och hanteras av de multifunktionella teamen som till exempel hantering av material, beställning av material, planering och kontroll av det dagliga arbetet, underhåll av maskiner och kontroll av kvalitet (egenkontroll). En integrering av funktioner i de multifunktionella teamen resulterar i färre stödfunktioner i företaget.
Vertikala informationssystem	Informationsflödet måste följa och stödja produktionsflödet och rätt information är avgörande för teamen att nå uppsatta mål. Informationsspridningen måste ske på alla nivåer i företaget, från företagsledningen till individnivå i teamen.

Lean-filosofin kan delas in i tre nära integrerade områden, nämligen:

- Lean-fabriken (tillverkning)
- Lean-design (produktutveckling)
- Lean-leverantörskedjor (helhet)

I en Lean-fabrik är de anställda den viktigaste resursen för utveckling, eftersom de har den bästa kunskap om hur produktionen fungerar. Det är viktigt att arbeta med engagemang och motivation bland de anställda, i syfte att skapa en kultur för att arbeta med ständiga förbättringar. Det måste finnas ett stödjande ledarskap, där de anställda får hjälp med utbildning och utveckling för att klara av och förbättra processerna. Inom Lean-design arbetar företag med multiprojektledning där olika avdelningar i företaget och företagets leverantörer samarbetar för att utveckla nya produkter. Lean inom leverantörskedjorna innebär att företag arbetar med strategiska, långsiktiga och transparenta affärsrelationer med nyckelaktörer, vilka har en stark gemensam kultur och tydliga ansvar i leverantörskedjan.⁹

Toyota Production System (TPS)

Toyotas produktionssystem består av ett antal olika element som tillsammans bygger upp ett sofistikerat system, där alla olika beståndsdelar bidrar till att bygga upp helheten av konceptet. Alla delar måste finnas med om företag vill uppnå den fulla potentialen med att arbeta med TPS.

Toyotas produktionssystem brukar ofta illustreras som ett hus, vilket illustreras i Figur 10.

Taket i TPS-huset symboliserar målen för Toyotas produktionssystem, det vill säga bästa kvalitet, lägst pris, kortast ledtid, bästa säkerhet och störst engagemang. Taket byggs upp av två pelare, nämligen Just In Time (JIT) och Jidoka. Just In Time principen är en av de mest kända delarna av Lean production och principen belyser vikten av att minimera sina lagernivåer och att skapa ett kontinuerligt flöde. Företaget ska utveckla ett pull-system genom att integrera logistikaktiviteter i produktionsprocessen. Jidoka (kvalitet) betyder felsäkring – inga defekta enheter ska skickas vidare till nästa aktivitet i processen. När ett fel uppstår ska de anställda stoppa produktionen och lösa problemet. För att komma åt rotorsaken till felet ställs frågan varför fem gånger (5 x varför). Grunden i TPS-huset består av:

- En stark företagskultur som genomsyrar hela företaget och dess leverantörer.
- Visuella styrmetoder.
- Stabila och standardiserade processer som är välkända för företagets anställda.
- Utjämnat produktionsflöde (takttid).

9 Womack, J., Jones, D. & Roos, D. (1990) "The machine that changed the world – The story of Lean Production". Harper Perennial, New York, USA

10 Liker, J. (2004) "The Toyota Way" McGraw-Hill, New York, USA



Figur 1 Toyotas produktionssystem presenterat i TPS-huset ¹¹.

I huset mitt finns de anställda som är företagets viktigaste resurs, eftersom de utför arbetet och har den bästa kunskapen om processerna. I mitten finns också eliminering av slöseri där 5 x varför och problemlösning för en effektiv process ingår. En central del är att ledningen och mellanchefer ska involveras i den dagliga verksamheten (Genchi Genbutsu – gå och se med egna ögon). De anställda reducerar slöseriet i processerna genom att arbeta med Kaizen – ständiga förbättringar. ¹²

I TPS utgår man ifrån kundens behov för att definiera vilka aktiviteter som är värdeskapande och vilka aktiviteter som är slöseri, eller muda som det heter på japanska. Taiichi Ohno, anses vara produktionssystemets grundare, definierade sju olika former av slöseri i en process. Dessa går att applicera på många olika typer av processer, inte bara tillverkningsprocesser. De sju slöserierna är: ¹³

1. Överproduktion
2. Väntan
3. Onödiga transporter
4. Överarbete eller felaktigt utfört arbete
5. Lager
6. Onödiga rörelser
7. Defekta produkter/komponenter.

¹¹ Liker, J. (2004) "The Toyota Way" McGraw-Hill, New York, USA

¹² ibid.

¹³ Ohno, T. (1988) "Toyota Production System- Beyond Large-Scale Production" Productivity Press, New York, USA

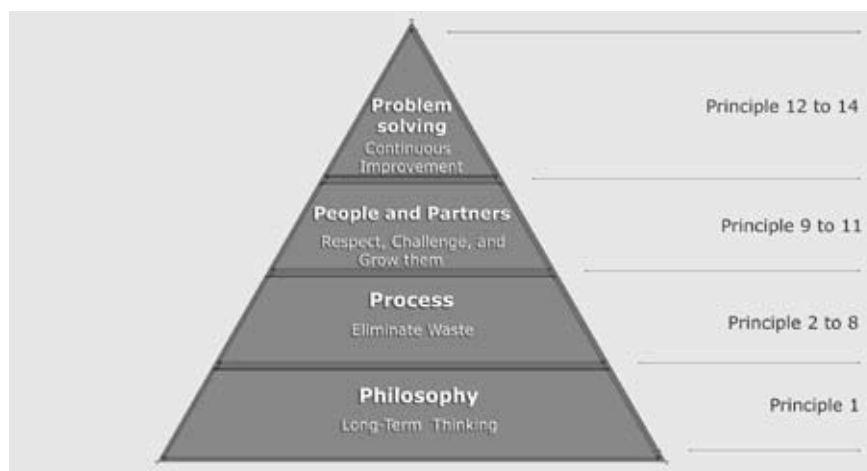
De sju slöserierna är grundläggande för begreppet Just In Time (JIT), vilket består av antal principer, verktyg och tekniker för att producera och leverera produkter i små kvantiteter med kort ledtid för att möta ett specifikt kundbehov. JIT innebär att rätt komponenter levereras i rätt tid till rätt kostnad, vilket ger företag en flexibilitet till att möta en skiftande efterfrågan.

Ständiga förbättringar (Kaizen) är också ett bärande begrepp inom TPS och är uppbyggt kring den systematiska problemlösningsmodellen Plan-Do-Check-Act (PDCA), illustrerad i Figur 2. Målet med Lean är att eliminera icke värdeskapande aktiviteter, det vill säga slöseri, genom att ständigt arbeta med att inför små förbättringar av processerna. Det här kräver medarbetarnas engagemang och därför sker mycket av beslutsfattandet ute i tillverkningen. Kaizen är en filosofi om att hela tiden eftersträvar perfektionism och noll fel.¹⁴



Figur 2 PDCA-cykeln är grundläggande för Kaizen – ständiga förbättringar

4 P modellen som illustreras i Figur 3 presenterar fyra olika kategorier som kan delas upp i 14 grundläggande principer för Lean production och TPS.¹⁵



Figur 3 TPS-Systemets 4 P modell¹⁶

14 Liker, J. (2004) "The Toyota Way" McGraw-Hill, New York, USA

15 ibid.

16 ibid.

Följande 14 principer beskriver Toyotas arbetssätt och presenteras av Liker:

1. Basera besluten på en långsiktig strategi, även om det innebär ekonomiska förluster på kort sikt.
2. Skapa ett kontinuerligt flöde så att problemen blir synliga.
3. Använd ett pull-system för att undvika överproduktion.
4. Jämna ut arbetsbelastningen.
5. Skapa en kultur som stoppar produktionen för att lösa ett problem, det handlar om att få rätt kvalitet från början.
6. Standardiserade arbetsuppgifter är grunden för ständiga förbättringar och de anställdas delaktighet.
7. Använd visuella styrmetoder för att skapa kontroll och för att belysa eventuella problem.
8. Använd endast väl beprövad teknik som passar människor och processer.
9. Utveckla ledare som verkligen förstår sig på arbetet, lever efter filosofin och lär ut den till andra.
10. Utveckla enastående individer och team som följer företagets filosofi.
11. Respektera partners och leverantörer, genom att utmana och hjälpa dem att bli bättre.
12. Gå och se med egna ögon för att verkligen förstå problemen (Genchi Genbutsu).
13. Fatta beslut långsamt och i samförstånd, samt överväg alla möjligheter. Implementeringen av besluten ska genomföras snabbt.
14. Bli en lärande organisation, genom reflektion och ständiga förbättringar (Kaizen).

Den första principen betonar vikten av att företag baserar sin verksamhet på en filosofi som är större än att bara tjäna pengar, för att få hela organisationen att sträva mot samma mål. En filosofi grundad på att skapa värde för kunden, samhället, ägare och medarbetarna.

Principerna 2 till 8 syftar till att skapa effektiva processer, där flödet optimeras och slöserier minimeras. Bland principerna finns många av Lean konceptets mest kända verktyg, som till exempel pull-systemet, stoppa processen när ett fel uppmärksammas, standardisera arbetsuppgifter etcetera.

Principerna 9 till 11 belyser vikten av de anställda och företagets leverantörer. En fundamental princip är Genchi Genbutsu som alltså betyder; "gå och se med egna ögon" för att verkligen förstå problemen. Det är viktigt att alla i organisationen följer och förespråkar företagets kultur och filosofi. De anställda involveras genom att företaget organiseras i små team med tydliga och utmanande målsättningar, som kan mätas. Även partners och leverantörer involveras i arbetet med att utveckla företaget, eftersom de är lika viktiga för företagets verksamhet som de egna processerna.

Principerna 12 till 14 tar upp och behandlar filosofin kring ständiga förbättringar, vilken är en nyckel för att sträva mot perfektionism. Beslut ska fattas baserat på fakta och olika möjligheter ska vägas mot varandra, men när beslutet har fattats ska de genomföras i snabb takt.¹⁷

17 Liker, J. (2004) "The Toyota Way" McGraw-Hill, New York, USA

Lean Design

Lean-principerna kan appliceras på många olika typer av processer. I Japan har Toyota framgångsrikt använt Lean för att utveckla nya modeller och tekniker. Resultatet visar att de lyckats göra detta både snabbare och med mindre resurser än vad deras konkurrenter har tagit i anspråk ¹⁸.

Angreppssättet för produktutveckling har inneburit att företaget format speciella team med rätt kompetens, med kundens behov som ledstjärna. Teamet bedriver sitt arbete från ett gemensamt projektrum (Oobeya) som fungerar som hjärtat i utvecklingsprojektet. Beslut fattas enligt en standardiserad metod som kallas Quality-Function-Deployment. Allt utvecklingsarbete sker enligt samma metod, vilket innebär att metoden hela tiden förbättras. ¹⁹

Områden som ledarskap, teamarbete, kommunikation och utvecklingsarbetet som alltid bedrivs enligt samma metod är viktiga komponenter för att skapa en Lean produktutvecklingsprocess. Teamet har en ledare med stort ansvar och befogenheter för att driva arbetet framåt. I Japan kallas teamledaren shusa och det är en av de mest eftertraktade positionerna i företaget. För att få in rätt kompetens kommer ofta teamets medlemmar från ett antal olika avdelningar. Teamets medlemmar knyts till projektet i ett tidigt skede och följer utvecklingsarbetet från början till slut. Resultatet blir att många problem uppmärksammas tidigt i projektet och alla olika kompetenser får vara med och påverka. Under projekttiden är det shusan som ansvarar för alla medlemmar, oavsett vilken avdelning de kommer ifrån. ²⁰

Agile Production

Agile Production är en annan produktionsfilosofi som i stor utsträckning påminner om Lean Production. Inom Agile Production läggs stort fokus på flexibilitet och att i alla lägen möta kundens behov ²¹. I tillverkningen ska produktionsprocessen snabbt kunna anpassa sig efter nya kundkrav, vilket kräver ett snabbt och korrekt informationsflöde ²². För att uppnå en Agile produktion måste företaget vara processororienterat. Teamen ska kunna arbeta parallellt och lösa många olika typer av problem ²³.

18 Womack, J., Jones, D. & Roos, D. (1990) "The machine that changed the world – The story of Lean Production". Harper Perennial, New York, USA

19 Womack, J. & Jones, D. (1996) "Lean Thinking – Banish waste and create wealth in your corporation" Free Press, New York

20 Womack, J., Jones, D. & Roos, D. (1990) "The machine that changed the world – The story of Lean Production". Harper Perennial, New York, USA

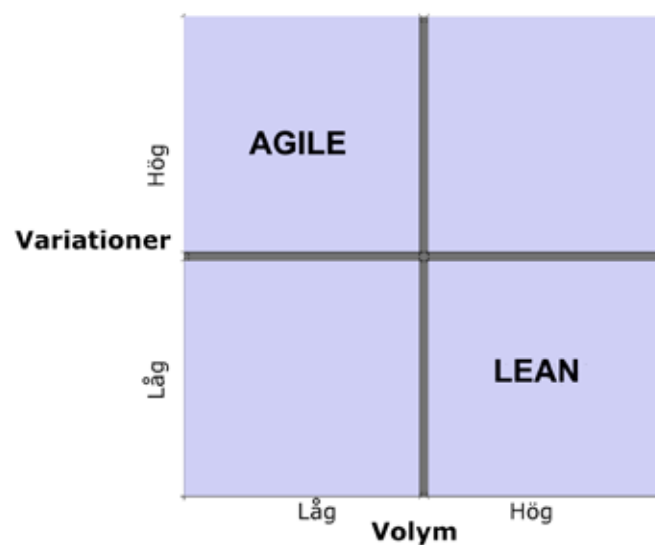
21 Hormozi, A. M. (2001) "Agile manufacturing: the next logical step". Benchmarking: An International Journal, vol 8 No 2, 2001

22 Naylor, B. J. et al. (1999) "Leagility: Integrating the lean and agile manufacturing paradigms in the total supply chain" International Journal of Production Economics 62 (1999) 107-118

23 Booth, R. (1996) "Agile manufacturing" Engineering management journal, April 1996

I en jämförelse mellan Lean och Agile Production finns det många likheter som till exempel arbetet med leverantörskedjor och att skapa maximalt värde för kunden. De uppenbara skillnaderna mellan produktionsfilosofierna är synen på variation i produktionsvolym (Lean eftersträvar jämnt flöde, Agile tillåter stora variationer i flöde) och variationen i kundanpassning (Lean arbetar med standardisering, Agile tillåter mer flexibilitet)²⁴. Skillnaderna mellan produktionsfilosofierna åskådliggörs i Figur 4.

Det är viktigt att understryka att Agile-konceptet inte är en utveckling av Lean-konceptet, utan snarare ett alternativ för marknadssegment där det finns högre krav på kundanpassning och en större flexibilitet vad gäller produktionsvolym²⁵.



Figur 4 Lean och Agile production passar för olika typer av produktion²⁶

Six Sigma

Six Sigma är ett koncept utvecklat av Motorola under 1980-talet, som en reaktion på den tuffa konkurrensen från Japanska företag. Motorola var tvungna att kraftigt förbättra kvaliteten på företagets produkter²⁷. Six Sigma-konceptet är uppbyggd kring en statistisk teori, men bör egentligen ses som en managementfilosofi. Konceptet

24 Naylor, B. J. et al. (1999) "Leagility: Integrating the lean and agile manufacturing paradigms in the total supply chain" *International Journal of Production Economics* 62 (1999) 107-118

25 Mason-Jones, R. et al. (2000) "Lean, agile or leagile? Matching your supply chain to the marketplace" *International Journal of Production Research* 2000, vol 38, No17, 4061-4070

26 Naylor, B. J. et al. (1999) "Leagility: Integrating the lean and agile manufacturing paradigms in the total supply chain" *International Journal of Production Economics* 62 (1999) 107-118

27 Linderman, K. et al. (2003) "Six Sigma: A goal-theoretic perspective" *Journal of Operations management*, 21 (2003) 193-203

går ut på att minska variationen i processerna genom mätning och analys av data. Det systematiska angreppssättet som används inom Six Sigma kan beskrivas enligt modellen DMAIC – Define (Definiera), Measure (Mäta), Analyze (Analysera), Improve (Förbättra) och Control (Kontroll) ²⁸.

Supply Chain Management

Supply Chain Management (SCM) är ett begrepp som är väl etablerat i en rad olika branscher. Konceptet syftar till att tillhandahålla felfria produkter, på ett effektivt och tillförlitligt sätt, till kunden, vilket inkluderar styrning och koordination av leverantörer och distributörer ²⁹. Logistik är ett närbesläktat koncept som kan ses som en del av det mer omfattande konceptet SCM ³⁰. Logistik behandlar planering, implementering och kontroll av material- och informationsflöden, vilka alla är viktiga delar av SCM. I SCM-konceptet inkluderas också koordineringen av, och samarbetet med, leverantörer och kunder ³¹. Det är viktigt att betona att SCM tar ett helhetsgrepp över hela försörjningskedjan från leverantörer av råmaterial till slutkonsumenten och hela den kedjan måste beaktas för att få ett effektivt flöde ³².

SCM består av tre olika huvuddelar ³³:

- *Samverkan* mellan olika aktörer i försörjningskedjan.
- *Värdeskapande*
- *Integrering* av nyckelprocesser som påverkar försörjningskedjan

En effektiv försörjningskedja kännetecknas av förmågan att snabbt kunna svara på förändrade förutsättningar och kundbehov. Då krävs ett nära samarbete mellan olika aktörer längs försörjningskedjan och en stor flexibilitet i processen. Det finns därför stora likheter med produktionsfilosofin Agile. Nedan beskrivs sju viktiga delar för att skapa en effektiv Agile försörjningskedja. ³⁴

1. *Dela och sprida information*

Att rätt information finns tillgänglig längs hela försörjningskedjan är en förutsättning för att kunna arbeta med Just In Time leveranser och för att skapa en effektiv och flexibel försörjningskedja.

28 Sörqvist, L. (2004) "Ständiga förbättringar" Studentlitteratur, Lund.

29 Mentzer, J. et al. (2001) "Defining Supply chain management" Journal of business logistics, Vol 22, No, 2001.

30 Christopher, M. (2005) "Logistics and Supply Chain Management - Creating value-adding networks" 3rd Edition, Prentice Hall, UK

31 <http://www.cscmp.org>, Council of Supply Chain Management Professionals, besökt feb 15, 2006.

32 Jones, D. et al. (1997) "Lean logistics" International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Vol 27 No 3/4, 1997, pp 153-173.

33 Ho, D.C.K. et al (2002) "Empirical research on supply chain management: a critical review and recommendations" International Journal of Production Research, 2002, Vol 40, No 17, 4415-4430

34 Christopher, M. (2005) "Logistics and Supply Chain Management - Creating value-adding networks" 3rd Edition, Prentice Hall, UK

2. *Arbeta smartare, inte hårdare*

En stor del av en process består av icke värdeskapande aktiviteter, vilket antyder alltid finns en potential till förbättringar i sättet vi arbetar. Att arbeta med kontinuerliga förbättringar av försörjningskedjan är avgörande för att skapa effektiva flöden.

3. *Ingående samarbete med leverantörer för att reducera ledtider*

Traditionellt köps leverantörer upp baserat på lägst pris, men ett nära samarbete med leverantörer ökar möjligheterna till att reducera ledtider i försörjningskedjan.

4. *Minska komplexiteten*

Eftersträva att minska komplexiteten, vad gäller försörjningskedjans uppbyggnad och struktur. Ett sätt att minska komplexiteten i försörjningskedjan är att arbeta med tekniska plattformar (standardisering) för produktserierna.

5. *Senarelägg den slutliga konfigurationen av produkten*

Genom att senarelägga den slutliga sammansättningen av produkten minskas risken för att producera en produkt som kunden inte efterfrågar.

6. *Se hela processen, inte bara enskilda funktioner*

Processorienterade företag har generellt lättare att anpassa sig för nya kundbehov, än organisationer som har tydligt avgränsade avdelningar.

7. *Använd nyckeltal för att bedöma försörjningskedjans prestationsförmåga*

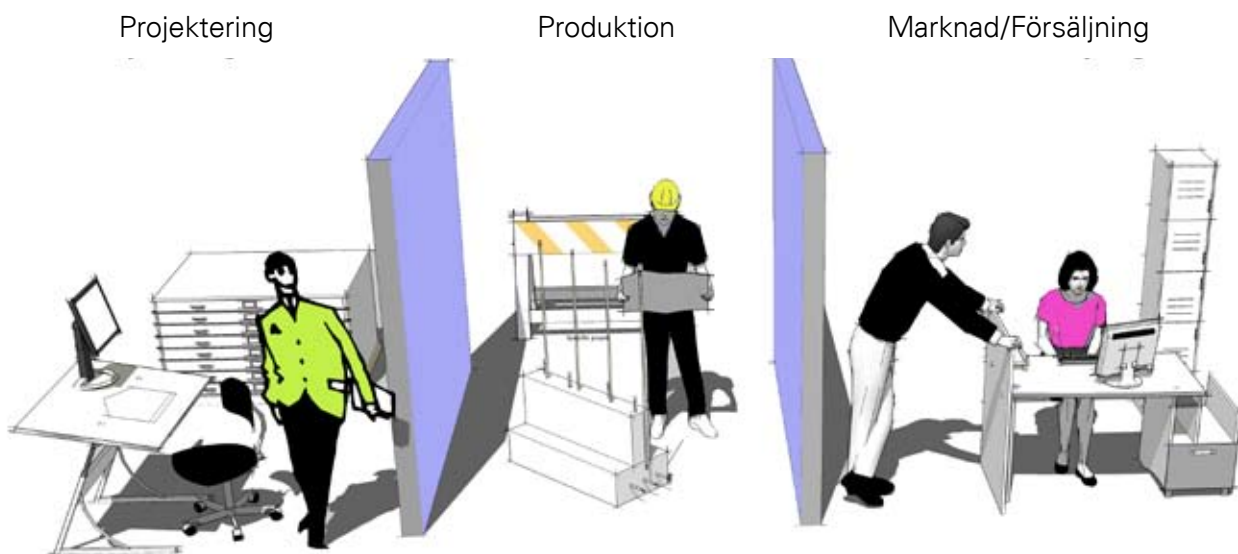
Att mäta prestationsförmåga är nyckeln till information om hur effektiv vår försörjningskedja verkligen är. I en Agile försörjningskedja är det viktigt med kundfokuserade nyckeltal som till exempel undersöker om kunden får rätt produkt, i rätt tid och till rätt pris.

Industriella processer

I detta avsnitt beskrivs grunderna inom industriella processer och processororientering.

Processororientering

Processororientering är ett sätt att organisera arbete med utgångspunkt i processerna och utgör ett alternativ till traditionell funktionsorienterad organisation med vertikala funktioner. Funktionsorienterad organisation beskrivs ofta som uppdelad, där olika avdelningar arbetar separat och med bristande samverkan och kontakt sinsemellan och där barriärer som separata system, budgetar, belöningsystem etc gör att arbetsflödet genom företaget blir lidande. Detta brukar illustreras med funktionella silos, som visas i Figur 5.³⁵



Figur 5 Organisation som illustreras med funktionella silos

Processororientering är en reaktion på detta och syftar till att organisera företaget efter de processer man verkligen arbetar med och på så vis uppnå bättre arbetsflöden som på bästa sätt levererar värde till kunderna. På det här sättet skär processerna genom den organisationens traditionella struktur och involverar de delar av organisationen som behövs för att uppnå procesens mål, det vill säga att göra kunden nöjd³⁶. Processororientering brukar illustreras som ett

³⁵ Ljungberg, A. & Larsson, E. (2001) "Processbaserad verksamhetsutveckling" Studentlitteratur, Lund

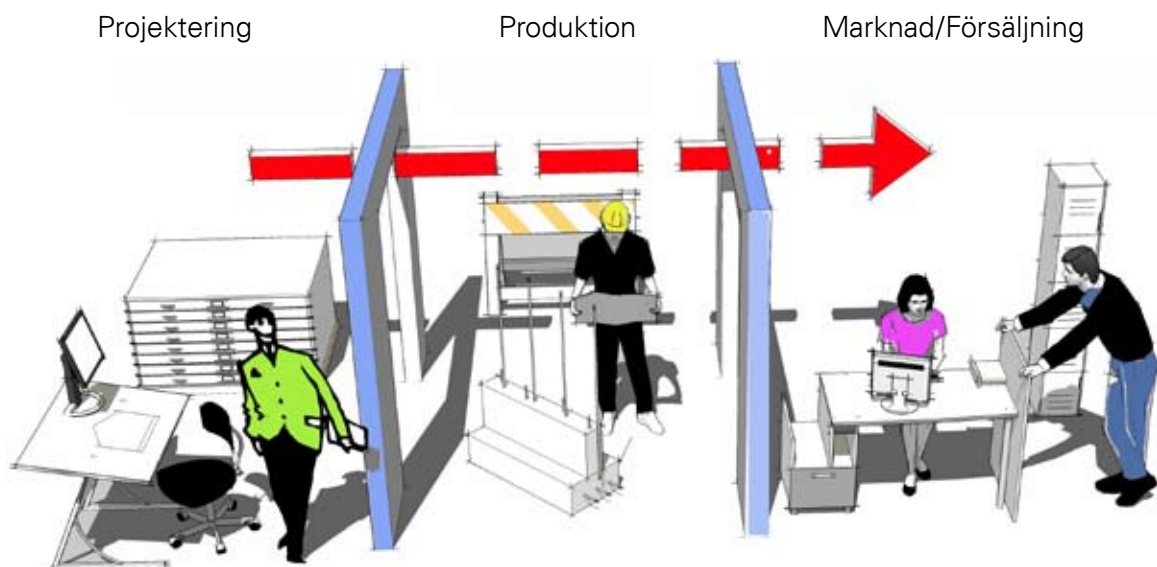
³⁶ ibid.

rör som löper genom företaget och alla de funktioner som krävs för att tillverka varan eller skapa tjänsten, finns i röret och säkerställer därmed ett effektivt flöde³⁷. Se Figur 6.

Grundläggande för en process är att den länkar ihop olika aktiviteter som omvandlar input till output och att den kan användas gång på gång och att syftet är att skapa värde för kunderna på bästa sätt. Med detta kan tydliga kopplingar till Lean- och Agile-principerna identifieras. En definition av processbegreppet är följande.³⁸

”En process är en kedja av aktiviteter som i ett återkommande flöde skapar värde för en kund.”

Det är viktigt att tydligt klargöra skillnaden mellan en process och ett projekt. En process används gång på gång och utgör en stomme i organisationens sätt att arbeta, medan ett projekt är definierat av sin startpunkt och sin slutpunkt samt de resurser som är knutna till det



Figur 6 En processororienterad organisation

specifika projektet, som endast genomförs en gång med sina unika förutsättningar. Ett projekt upphör efter sitt slutförande, medan en process är odefinierad i tid, vilket är en avgörande skillnad mellan dessa begrepp. För en process är det därmed uppenbart viktigt att ständigt utveckla och förbättra eftersom processen kommer att användas igen, medan ett projekt är unikt och kommer inte att återuppstå.³⁹

37 Dicander Alexandersson, M. et al. (1997) "Att lyckas med processledning" Liber Ekonomi, Malmö

38 Rentzhog, O. (1997) "Processorientering – En grund för morgondagens organisationer" Studentlitteratur, Lund

39 Ljungberg, A. & Larsson, E. (2001) "Processbaserad verksamhetsutveckling" Studentlitteratur, Lund

Ibland beskrivs en process som en järnväg, där infrastrukturen tas omhand och underhålls, förbättringar utförs kontinuerligt och för viktiga delar av järnvägssystemet utvecklas teknik och rutiner för att göra systemet säkert och pålitligt. I denna analogi är ett projekt ett tåg som gör en resa i järnvägssystemet och utnyttjar fördelarna med ett väl underhållet och välutvecklat system. Tågresan – projektet – är definierad med sina avgångs- och ankomsttider och rutten är förutbestämd med sina stopp etc, medan järnvägssystemet – processen – används gång på gång utan gränser i tid.⁴⁰

Processer i organisationer kan delas in i tre typer; huvudprocesser, stödprocesser och ledningsprocesser⁴¹.

- Huvudprocesser är sådana som genererar produkter eller tjänster för kunden och utgör därmed grunden i företagets verksamhet.
- Stödprocesser är nödvändiga för att huvudprocesserna ska fungera smidigt. De är inte nödvändiga för affärerna, men ändå avgörande genom att de stödjer huvudprocessen. Exempel på stödprocesser är produktionsplanering, produktutveckling och underhållsarbete.
- Ledningsprocesser behövs för att koordinera och styra huvud- och stödprocesserna. I detta ingår beslutsfattande kring affärsstrategier, hur resurser utnyttjas på bästa sätt och styrning av verksamhetens utveckling.

Processtyrning

Styrning av processer är grundläggande för att få processorientering att lyckas. Ledaren i en processorienterad organisation är den så kallade processägaren, som ansvarar för den övergripande processen, dess effektivitet och dess kontinuerliga utveckling. I detta ingår att organisera och samordna personal och aktiviteter från olika delar av organisationen för att få processen att fungera optimalt. Detta arbete kan kombineras med ett processledningsteam med representanter från olika delprocesser, även kunder och leverantörer kan delta i en sådan grupp för att stärka kompetensen från dessa områden och öka fokus på processens mål, dvs att skapa värde för kunden. En utmaning för en sådan grupp är att sätta processernas bästa främst och inte fastna i företagets strukturer och suboptimeringar, utan ha ett helhetsperspektiv på arbetet i processerna⁴².

40 Dicander Alexandersson, M. et al. (1997) "Att lyckas med processledning"

41 Rentzhog, O. (1997) "Processorientering – En grund för morgondagens organisationer" Studentlitteratur, Lund

42 ibid.

Industrialisering av byggandet

Industrialisering som begrepp används i olika sammanhang och i detta avsnitt ges en översikt av industrialiseringen av byggandet, såväl i ett historiskt som ett nutida perspektiv.

Historisk tillbakablick

Under 1940- och 1950-talet rådde stor brist på bostäder i Sverige, precis som i många andra länder i övriga Europa, och under 1950-talet började byggindustrin att utvecklas från hantverksbaserad till en mer tekniskt avancerad industri där hjälpmedel som lyftkranar, hissar etc utvecklades. 1964 introducerade den svenska regeringen en omfattande plan för att kraftigt öka bostadsbyggandet, i det som kom att kallas Miljonprogrammet, eftersom man planerade att bygga 100 000 lägenheter om året i tio år. Under den här perioden var den tekniska utvecklingen mycket intensiv eftersom efterfrågan på en stor mängd bostäder var akut samtidigt som tillgången på utbildad arbetskraft inte räckte till och lönerna för dessa ökade. Lösningen blev ökad automatisering och utvecklade system för prefabricering och systembyggande, för vilket utbildad arbetskraft kunde användas. Staten var djupt involverad i byggindustrins utveckling och bostadsförsörjningen, bland annat via finansieringslösningar som uppmuntrade storskaliga bostadsprojekt. Ett exempel på detta var att fördelaktigare räntevillkor rådde för bostadsprojekt med 1 000 lägenheter eller mer⁴³. I Figur 7 visas ett representativt bostadsbygge från 1960-talet.



Figur 7 Systembyggande med betongelement under Miljonprogrammet⁴⁴

43 Statens råd för byggnadsforskning, Moby-kommittén (1975), "Monteringsbyggda flerfamiljshus"

44 Marmstål, M. (1992) "Byggarna och maskinerna" Byggförlaget, Stockholm,

Den utveckling som rådde i branschen innebar att man använde sig av samtidens industriella principer för byggverksamheten, vilket under denna period dominerades av principerna för massproduktion. Det innebar stora serier, teknisk standardisering, begränsad variation samt koordinering av arbetsuppgifter och personal⁴⁵. Industriellt byggande var ett begrepp som användes flitigt och uppfattades som synonymt med systembyggande, prefabricerat byggande och montagebyggande^{46, 47, 48}. En viktig del av det industriella byggandet var att standardiserade komponenter massproducerades i fabriker och monterades på byggplatsen⁴⁹. Den tekniska utvecklingen ledde till att sofistikerade lösningar togs fram och att standardiserade lösningar för i princip alla delar av en byggnad förtillverkades och sedan monterades ihop till färdiga byggnader. Exempel på detta är stomdelar, installationsmoduler, fasadsystem, takmoduler etc⁵⁰. Ett exempel på förtillverkade kök visas i Figur 8⁵¹. Trots stort fokus på de tekniska landvinningarna så fanns beskrivningar av begreppet industriellt byggande som även inkluderade processfrågor och samarbetsfrågor som viktiga för framgångsrik produktion⁵².

Den storskaliga produktionen av bostäder avtog kraftigt i början på 1970-talet då efterfrågan på bostäder i princip var tillgodosedd och Miljonprogrammet var genomfört. Denna plötsliga svängning gjorde att strukturen i byggindustrin förändrades dramatiskt. Man slutade att använda de storskaliga produktionssystemen eftersom de byggde på stora serier och stora volymer för att vara lönsamma. Nya projekt som initierades var av en mindre skala och man återgick i stor utsträckning till metoder för platsbyggnation⁵³.

Under 1980-talet kom industrialisering åter att föras fram i debatten om byggandet, återigen inspirerade av bilindustrins utveckling där delsystem från underleverantörer sattes samman till kompletta produkter⁵⁴. Under slutet av 1980-talet och början på 1990-talet

-
- 45 International Council for Building Research, Studies and Documentation – CIB (1965) "Towards Industrialised Building" Proceedings of the third CIB Congress, Copenhagen, 1965
- 46 Deeson, A. F. L. (1967) "The Comprehensive Industrialised Building Systems Annual" Product Journals Ltd, West Wickham, UK
- 47 Ahrbom, N. (1983) "Arkitektur och samhälle – funderingar över 50 års svensk arkitektur" Arkitektur Förlag AB, Stockholm
- 48 International Council for Building Research, Studies and Documentation – CIB (1965) "Towards Industrialised Building" Proceedings of the third CIB Congress, Copenhagen, 1965
- 49 Adler, P. (2001) "Monteringsbyggda flerbostadshus", Kungliga Tekniska Högskolan, Stockholm 2001
- 50 Statens råd för byggnadsforskning (1969) "Elementbyggnad – problem och forskningsbehov" Programskrift Nr 10, 1969, Svensk Byggtjänst, Stockholm
- 51 Marmstål, M. (1992) "Byggarna och maskinerna" Byggförlaget, Stockholm
- 52 Jacobsson, M. (1965) Byggandets industrialisering, Byggnadsindustrins förlag, Stockholm
- 53 Adler, P. (2005), "Bygga industrialiserat", Svensk Byggtjänst, Stockholm
- 54 Paus, K. (1996), Platsbygge – Prefabbygge inom Sticklinge höjden, Lidingö, Byggeforskningsrådet, Stockholm.

ökade bostadsbyggandet markant, för att dramatiskt minska under början på 1990-talet, till historiskt låga nivåer vilket kom att hålla i sig i en 10-årsperiod till början av 2000-talet. Detta gjorde att industrialisering inte var någon prioriterad fråga i branschen.

Användning av byggsystem för flerbostadshus kan sägas ha utvecklats genom tre generationer av system. Under 1960-talet dominerade de företagsinterna, slutna systemen som användes i det storskaliga bostadsbyggandet. När byggandet avtog och man övergick till att bygga mindre projekt så kom man att använda öppna system som möjliggjorde för mindre aktörer att använda. Under 1980-talet kom den tredje generationen byggsystem som baserades på öppna system, som stöddes av informationsteknik och automatiserad produktion av element. Detta medförde att man standardiserade komponenterna, med vilka man byggde unika byggnader, istället för att standardisera hela byggnaden.⁵⁵

Enfamiljshus

På Stockholmsutställningen 1930 ställdes det första helt fabrikstillverkade huset ut, vilket kom att bli starten på en utveckling under 1930-talet med monteringsfärdiga småhus och på flera håll etablerades husfabriker⁵⁶. Under 1940- och 1950-talen organiserade HSB sin Egnahemsavdelning för självbyggeri och Borohus förtillverkade och levererade ytterväggsselement och kompletterande byggmaterial⁵⁷.

Produktionen av villor och småhus låg generellt sett på höga nivåer under perioden från 1950-talet till mitten av 1970-talet och växte från 20 000 till ca 40 000 hus per år, vilket följde trenden före och under Miljonprogrammet. Även småhusproduktionen stöddes av staten genom förmånliga lånevillkor⁵⁸. Ungefär 2/3 av småhusproduktionen var baserad på fabrikstillverkning där kompletta hus tillverkades och även i denna del av branschen var den tekniska utvecklingen stark under dessa årtionden och den dominerande produktionsmetoden var förtillverkning av byggelement med träregelstomme⁵⁹. Småhusbyggandet avtog inte lika abrupt som för flerbostadshusen och man fortsatte att använda de utvecklade produktionssystemen och –metoder man utvecklat, vilket till stor del gjort att dessa fortfarande används och många av företagen fortfarande finns på marknaden⁶⁰.

55 Adler, P. (2005), "Bygga industrialiserat", Svensk Byggtjänst, Stockholm

56 Jacobsson, M. (1965) Byggandets industrialisering, Byggnadsindustrins förlag, Stockholm

57 Engfors, C. (red.) (1987). Folkhemmets bostäder 1940-1960. Svenskt bostadsbyggande under 1940- och 50-talen, Arkitekturmuseet.

58 Boverket (2005) "Bostäder byggda med volymelement – En fallstudie av svenska bostadsprojekt", Boverket, Karlskrona

59 Statens råd för byggnadsforskning (1970), "40 sätt att bygga småhus", Svensk byggtjänst, Stockholm

60 Boverket (2005) "Bostäder byggda med volymelement – En fallstudie av svenska bostadsprojekt", Boverket, Karlskrona



Figur 8 Ett förtillverkat kök i ett volymelement tillverkat under 1960-talet ⁶¹

Småhusindustrin i Sverige skiljer sig från övriga byggindustrin på flera sätt, bland annat genom att byggmetoderna domineras av fabriksproducerade element eller moduler med hög förtillverkningsgrad. Företagen är förhållandevis små, men antalet aktörer är många, vilket skiljer sig från övriga byggindustrin som domineras av ett fåtal stora företag. Småhusföretagen kontrollerar också ofta en stor del av byggprocessen som projektering, tillverkning, montage och kompletterande byggplatsarbete ⁶². Småhusindustrin beskrivs ofta som industrialiserad och att det finns stor potential för att bygga flerbostadshus med de metoder man använder där ⁶³. Exempel på detta är BoKlok-konceptet som utvecklades av Ikea och Skanska under 1990-talet och Det Ljuva Livet som utvecklades av NCC och Finndomo 2002 ⁶⁴.

Dagens pågående industrialisering av byggandet

Sedan de första åren på 2000-talet råder en stark trend med fokus på industrialisering av bostadsbyggandet i Sverige, då debatten tog fart sedan ett antal utredningar fört upp byggbranschens problem till ytan. Det slogs fast att branschen behöver utvecklas för att reducera kostnader, öka kvaliteten, och utveckla effektiva produktionsmeto-

61 Marmstål, M. (1992) "Byggarna och maskinerna" Byggförlaget, Stockholm

62 Bergström, M. & Stehn, L. (2005) "Ett effektivt stombyggande i trä" Bygg & Teknik Nr 2, 2005

63 Brege, S. et al. (2004) "Trämanufaktur – det systembärande innovationssystemet", Vinnova Analys 2004:02, Verket för Innovationsanalys

64 Boverket (2005) "Bostäder byggda med volymelement – En fallstudie av svenska bostadsprojekt", Boverket, Karlskrona

der och i dessa sammanhang fördes industrialisering av byggandet fram som en del av lösningen på detta ⁶⁵.

I debatten är dock innebörden av ett "industriellt byggande" skiftande, samtidigt som en mängd aktörer presenterar lösningar under samma beteckning. Det konstateras att prefabricering är ett nyckelområde, men att också byggsystem, avancerade IT-lösningar och utvecklad logistik är viktiga delar i denna utveckling ⁶⁶. Inspiration från andra industrier nämns, bland annat förs Lean Production fram och i dessa sammanhang även aktiv erfarenhetsåterföring kopplat till industriella processer ⁶⁷. Vikten av att ha kunden i fokus förs också fram, särskilt i debatten om att Miljonprogrammet innebar storskaliga lösningar som inte uppskattades av kunderna, och därför är det viktigt att ha kännedom om kunderna prioriteringar och önskemål och utforma de industriella processerna utifrån detta ⁶⁸.

De senaste åren har ett flertal företag i den svenska byggindustrin arbetat med utvecklingsprogram med inriktning mot industrialisering, dock med skiftande fokus. Byggföretaget JM har exempelvis utvecklat riktlinjer för projektering för att minska variationen av tekniska lösningar, med förenklad inköpsprocess som följd. Skanska har drivit ett omfattande industrialiseringsprogram med målet att utveckla ett starkt koncept för industriellt byggande och har arbetat med modularisering av byggdelar och plattformstänkande, förtillverkning, globala inköp med nya logistiklösningar till följd samt avancerat IT-stöd för verksamheten och återföring av erfarenheter i processen ⁶⁹. Det nyetablerade företaget Open House Production har utvecklat ett byggsystem och koncept som bygger på volymelement med hög förädlingsgrad som tillverkas i en egen fabrik ⁷⁰. Företaget kontrollerar hela processen från projektering, till tillverkning, montage och kompletteringsarbete, som stöds av väldokumenterade processer och tekniska lösningar ⁷¹.

Almännyttiga bostadsbolaget Svenska Bostäder arbetar med industriellt byggande i den mening att de använder hög grad av prefabricerade byggelement men också utvecklar samverkansmetoder mellan aktörerna i byggprocessen och även modeller för konceptus

65 Bygghögskolekommisionen (2002) "Skärpning gubbar! Om konkurrensen, kvaliteten, kostnaderna och kompetensen i byggsektorn", Statens Offentliga Utredningar 2002:115, Fritzes Offentliga Publikationer, Stockholm

66 Olofsson, T. et al. (2004) "Industriellt byggande - byggbranschens nya patentlösning?" Väg- och Vattenbyggaren, No 5, 2004

67 Hellström, A. (2004) "Att bygga med industriella metoder" Väg- och Vattenbyggaren, No 5, 2004

68 Engström, D. & Claeson-Jonsson, C. (2005) "Industrialiserat byggande betyder inte nya betonggetton!" Väg- och Vattenbyggaren, No 2, 2005

69 Fritzon, M. (2005) "Industrialiserat byggande i Skanskas tappning" Väg- och Vattenbyggaren, No 2, 2005

70 Lessing, J. (2004) "Industrial production of apartments with steel frame – A study of the Open House System" The Swedish Institute of Steel Construction, Report 229:4, Stockholm, Sweden

71 Åberg, U. (2004) "En industrialiserad byggprocess – möjlighet eller myt?" Väg- och Vattenbyggaren, No 5, 2004

som kan appliceras i flera projekt och som visat sig sänka produktionskostnaderna avsevärt ⁷². Riksbyggen har utvecklat en strukturerad byggprocess i kombination med dokumenterade föredragna tekniska lösningar för att minska variantfloran och återanvända goda erfarenheter ⁷³.

NCC har under flera år bedrivit ett omfattande utvecklingsarbete som resulterat i ett helt nytt koncept för bostadsbyggande som bygger på en plattform med standardiserade tekniska lösningar med hög flexibilitet. Produktionen sker i företagets nyetablerade fabrik och där sker ca 90% av allt bygnadsarbete och elementen är färdiga med installationer, köksinredning, ytskikt, fönster, dörrar etc. Dessa element transporteras i specialutrustade lastbilar till byggplatsen som har karaktären av ett slutmontering och skyddas av en provisorisk produktionshall som ger goda arbetsförhållanden och väderskydd. Konceptet stöds av moderna IT-hjälpmiddel och informationsmodeller som bland annat förser de automatiska maskinerna i fabriken med data, men också stöder inköp och planering med rätt information. ⁷⁴

Industrialiseringens beståndsdelar

Industriellt byggande associeras ofta till prefabricering, som är en central del av konceptet, emellertid krävs ett flertal samverkande delar för att ett utvecklat industriellt byggande ska uppnås ⁷⁵. Att behandla industriellt byggande med ett systemtänkande, där olika delområden samverkar, är centralt. I en dansk studie kring konceptet systemleveranser nämns 11 delområden som tillsammans krävs för att uppnå ett effektivt och fungerande helhetskoncept, där bland annat processer och metoder struktureras, teknik standardiseras och kunskap återförs till processerna ⁷⁶.

Standardisering, modularisering och plattformar

Att systematiskt använda tekniska system och komponenter med olika grad av standardisering, som tom tillsammans bildar unika slutprodukter, är en viktig del av industrialiseringen. Ett viktigt om-

72 Hindersson, P. (2005) "Upprepning och samverkan är A och O" Byggindustrin, No 33, 2005

73 Arnborg, S., Orrberg, L. & Edblom, A. (2005) Presentation at the seminar "Design i det industrialiserade byggandet – processer och roller" Vinnova, Stockholm 2005-05-18

74 <http://www.ncc.se>, besökt 2005-04-25

75 Lessing, J. et al. (2005) "Industriellt byggande är mer än bara prefabricering" Bygg&Teknik, No 2, 2005

76 Mikkelsen, M. et al. (2005) "Systemleveranser i byggeriet – en udredning til arbejdsbrug" Institut for Produktion og Ledelse, Denmark Technological University, Lyngby, Denmark

råde för standardisering är gränssnitten mellan komponenter, snarare än komponenterna själva^{77, 78}. Även arbetsmetoder och processer kan standardiseras, vilket också är ett nyckelområde för industrialisering⁷⁹. Standardisering och förtillverkning är nära besläktade och är en förutsättning för varandra och kan leda till hög produktivitet om det kombineras med justeringar i organisation och samverkan i hela försörjningskedjan⁸⁰.

En del inom standardisering är modularisering, som innebär att standardiserade moduler definieras med olika ingående komponenter, men gränssnitt gemensamma för att möjliggöra unika sammansättningar av moduler till kompletta produkter⁸¹.

En plattform innehåller en kärna av tekniska lösningar och beskrivs enligt följande⁸²:

”En uppsättning komponenter, moduler eller delar som skapar en gemensam struktur, ur vilken en samling produkter effektivt kan utvecklas och produceras.”

Slutprodukter konfigureras med komponenter och delar ur plattformen till unika produkter. Fördelarna med att arbeta med plattformar uppstår de komponenterna i plattformen används för att skapa varierade produkter, som till hög utsträckning har ett gemensamt tekniskt innehåll. På detta sätt fördelas de resurser som krävs för att utveckla plattformen, på ett stort antal olika produkter och eftersom plattformen har utvecklats och testats, så är kvalitetsnivån och tillförlitligheten hög.⁸³

Prefabricering

Som nämns ovan är prefabricering en central del i utveckling mot industriellt byggande eftersom man genom att låta tillverkning av byggdelar ske i en miljö som är lämpad för effektiv produktion, där rätt hjälpmedel finns och möjligheten att använda maskiner och annan utrustning är hög, kan uppnå effektiva tillverkningsprocesser. Dock är det viktigt att graden av förtillverkning är rätt för de produkter (byggnader) man ska åstadkomma, och att värdeskapande aktiviteter sker där maximal nytta skapas, betraktat på hela försörj-

77 Gibb, A. G. F. (2001) “Standardization and pre-assembly – distinguishing myth from reality using case study research” *Construction Management and Economics* (2001) 19, 307–315

78 Crowley, A. (1998) “Construction as a manufacturing process: Lessons from the automotive industry” *Computers and Structures* 67 (1998) 389-400

79 Gibb, A. G. F. (2001) “Standardization and pre-assembly – distinguishing myth from reality using case study research” *Construction Management and Economics* (2001) 19, 307–315

80 Barlow, J. et al. (2003) “Choice and delivery in housebuilding: lessons from Japan for housebuilders” *Building Research and Information* 31(2), 134-145

81 Meyer, M. H. & Lehnerd, A. P. (1997) “The power of Product Platforms – Building value and cost leadership” The free press, New York, USA

82 *ibid.*

83 *ibid.*

ningskedjan⁸⁴. Genom att aktiviteter flyttas från byggarbetsplatsen till annan lokalisering skapas en ny struktur på försörjningskedjan och behovet av detaljerad projektering och högre krav på noggrannhet gör att större ansträngningar krävs i tidiga faser av byggprojekt för att koordinera detta. Komplexiteten ökar och följaktligen måste processen styras ordentligt annars är risken att nyttan går förlorad genom höga kostnader för korrigeringar och tidsförluster⁸⁵.

Informationsteknologi

Utvecklingen inom IT-området har inneburit stora förändringar inom exempelvis projektering och automatiserad tillverkning av produkter och material. Idag finns stora möjligheter att med informations- och kommunikationsteknologi (ICT) stödja material- och resurshantering, hantera lösningar och sprida kunskap och erfarenheter⁸⁶. I tillverkningsindustrin har ICT spelat en avgörande roll för produktivitetens utvecklingen och stöd för processer i verksamheten såsom produktutveckling, tillverkning, logistik etc och har därmed möjliggjort många av de utvecklingssteg som tagits. För bostadsbyggandet finns möjligheter att utnyttja avancerad ICT på samma sätt och genom detta bidra till utvecklingen, dock krävs då en processororientering och industrialisering av verksamheten för att nyttan ska bli substantiell⁸⁷. För industriellt bostadsbyggande är användning av produktmodeller lämpligt eftersom det möjliggör effektivt utbyte och användning av information för alla delar av byggprocessen, exempelvis 3D-modeller, beräkningar, CAD-ritningar, tidplaner, mängdberäkningar, kostnadsberäkningar etc⁸⁸.

Produktutveckling

I tillverkningsindustrin är produktutveckling numera ofta integrerat med såväl produktions- som marknadsarbetet inom företagen för att på så vis uppnå goda helhetslösningar⁸⁹. Produktutvecklingen syftar

84 Barlow, J. et al. (2003) "Choice and delivery in housebuilding: lessons from Japan for housebuilders" *Building Research and Information* 31(2), 134-145

85 Vriejhoef, R. & Koskela, L. (2000), *The four roles of Supply Chain Management in Construction*, *European Journal of Purchasing & Supply Management*, Vol 6, pp. 169-178.

86 Apleberger, L. et al. (2003) "ICT 2008 Informations och Kommunikationsteknologi för Bygg, Anläggning och Förvaltning - Ett Innovationsprogram" ICT 2008, Stockholm, Sweden

87 Olofsson, T. et al. (2004) "Produktmodeller i ett flexibelt industriellt byggande" *Teknisk rapport 2004:06*, Institutionen för Samhällsbyggnad, Avdelningen för Konstruktionsteknik, Luleå Tekniska Universitet

88 Tarandi, V. (2005) "IT-stöd för ett industriellt byggande – ett gemensamt språk" *Väg- och Vattenbyggaren*, No 2, 2005

89 Olofsson, T. et al. (2004) "Produktmodeller i ett flexibelt industriellt byggande" *Teknisk rapport 2004:06*, Institutionen för Samhällsbyggnad, Avdelningen för Konstruktionsteknik, Luleå Tekniska Universitet

till att utarbeta produkter eller system som sedan kan produceras eller användas för att tillverka slutprodukter och denna utveckling sker i separata processer, skiljt från pågående produktion. Ett produktutvecklingsteam består av personer med kompetens från design, tillverkning, inköp, marknad etc och arbetar integrerat med målet att ta fram nya eller vidareutvecklade produkter eller system⁹⁰. Först sedan produkten är utformad, testad och justerad för att fungera i produktionssystemet sätts den i produktion mot slutkund. För industriellt bostadsbyggande är produktutveckling lämpligt för utveckling av tekniska plattformar, byggsystem och hustyper, och metodiken från tillverkningsindustri tillämplig i många avseenden⁹¹.

Produktionskoncept för bygg

I detta avsnitt presenteras olika produktionsstrategier för bostadsbyggande, med koppling till de produktionsfilosofier som tidigare presenterats.

Produktionsstrategier

Byggprocessens upplägg beror på vilken typ av produktion som är aktuell och vilken typ av projekt som ska genomföras. Påverkande faktorer är också vilka tekniska system som ska användas och kundernas inblandning i byggprocessen. Fyra produktionsstrategier som beskriver olika upplägg finns utarbetade och illustrerar olika angreppssätt för olika typ av produktion och projekt.⁹²

Concept to Order

Kunden initierar processen med konceptuell design och idéer om projektets utformning. Omfattande projekteringsarbete med unika lösningar tas fram för projektet.

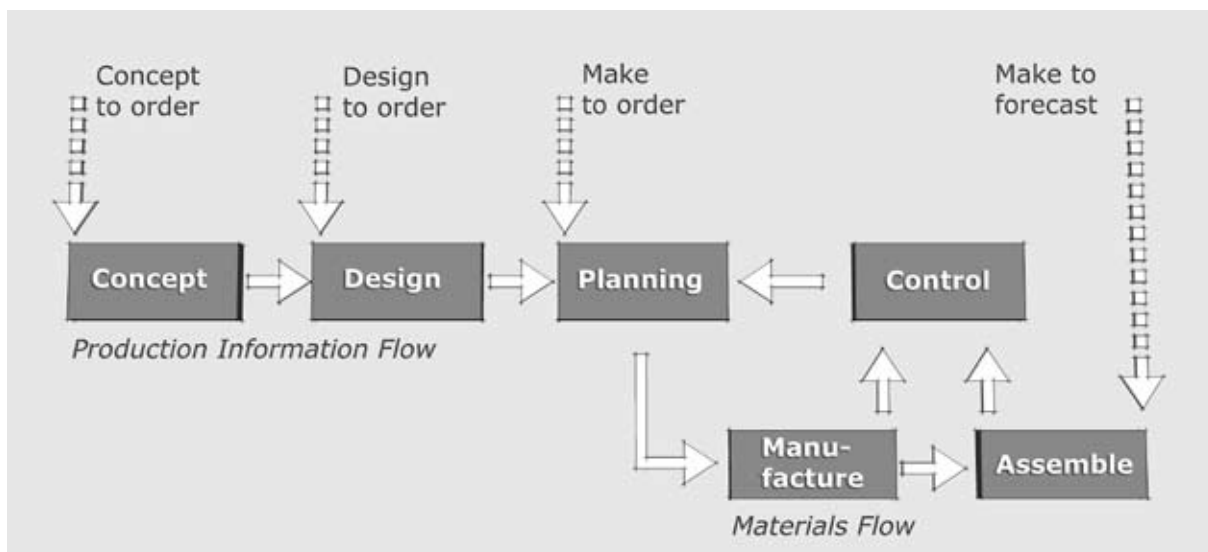
Design to Order

Ett grundläggande produktkoncept finns i företaget, dock krävs omfattande arbete för att anpassa detta till den unika kunden och dennes projekt.

90 The Construction Task Force (1998) "Rethinking Construction" Department of Trade and Industry, London, UK

91 Mikkelsen, M. et al. (2005) "Systemleverancer i byggeriet – en udredning til arbejdsbrug" Institut for Produktion og Ledelse, Denmark Technological University, Lyngby, Denmark

92 Winch, G. (2003) Models of manufacturing and the construction process: the genesis of re-engineering construction. Building Research & Information 2003, 31(2), 107-118



Figur 9 Fyra produktionsstrategier med tillhörande informations- och materialflöde⁹³

Make to Order

Företaget har ett välutvecklat system som kan anpassas till kundens önskemål, inom vissa ramar. Kunden initierar materialflödet då ordern är undertecknad.

Make to Forecast

Företaget producerar utan att ha någon kund knuten till projektet. Under eller efter färdigställande säljs produkten i befintligt skick till kund.

Dessa fyra produktionsstrategier illustreras i Figur 9. Utifrån denna beskrivning kan det tolkas att småhusbyggande lämpar sig väl för strategin Make-to-Order som har många likheter med lean- och agile-koncepten. Traditionellt sett representeras flerbostadshusbyggande av Concept-to-Order-strategin, men borde kunna röra sig mot Design-to-Order och i vissa fall Concept-to-Order-strategin, då nytta kan dras av välutvecklade system, men ändå tillåta unik kundanpassning⁹⁴.

Lean Construction

Lean Construction är ett synsätt som baseras på de grundläggande principerna inom Lean Production, såsom att leverera maximal kundnytta och minska slöseri, applicerat på byggande, främst inom traditionellt projektfokuserat byggande. Inom Lean Construction-

93 Winch, G. (2003) Models of manufacturing and the construction process: the genesis of re-engineering construction. *Building Research & Information* 2003, 31(2), 107-118

94 *ibid.*

rörelsen utvecklas metoder och principer för att effektivisera den traditionella byggprocessen som karakteriseras av projektering, planering och byggande av unika byggnader, av unika team⁹⁵. Dels söker man möjligheter att applicera metoder från Lean Production i byggandet och dels utvecklas nya lean-metoder särskilt för byggandets förutsättningar som skiljer sig fundamentalt från tillverkningsindustrins förutsättningar.⁹⁶

Två strategier finns inom Lean Construction, produktstrategin och processtrategin. Produktstrategin innebär att förflytta arbete bort från byggarbetsplatsen och in i mer industriell miljö och låta byggplatsen få karaktär av en plats för slutmontage. Processtrategin fokuserar på att utveckla den traditionella byggplatsen till att bli effektiv och rationell för sin produktion och utveckla metoder och verktyg för detta⁹⁷.

Det finns ingen tydlig definition för Lean Construction, utan synsättet baseras på grundläggande tankar inom Lean-filosofin, vilket nämnts tidigare. Likväl bedrivs utveckling och forskning inom Lean Construction under ett antal olika teman, vilket i viss mån antyder om vad som ingår i konceptet. Områden som ingår i Lean Construction är bland annat⁹⁸;

- Lean Supply Chain Management
- Produktutveckling
- IT Support för Lean Construction
- Stödande ledarskap – människor och team
- Planering och kontroll
- Prefabricering och montering
- Produktionsflöde
- Säkerhet, kvalitet och miljö.

Lean Production inom bygg

I Japan har Lean Production-konceptet framgångsrikt applicerats på byggandet och då framförallt på bostadsbyggande, med hjälp av moduler. De japanska byggföretagen som producerar modulhus har utnyttjat teknik och processverktyg utvecklade av bilindustrin, som till exempel Just In Time, TQM (Total Quality Management), avancerade automatiserade maskiner, materialhanteringssystem etcetera. Samtidigt arbetar byggföretagen på samma långsiktiga sätt med underleverantörer och partners, för att säkerställa hög kvalitet och effektiva flöden. Hustillverkaren Toyota Home har ett nära samar-

95 Howell, G. (1999) "What is lean construction -1999" Proceedings IGLC-7. Seventh Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Berkely, California, USA 1999

96 Bertelsen, S. (2004) "Lean Construction: Where are we and how to proceed?" Lean Construction Journal 2004, Vol 1 #1 2004

97 Bertelsen, S. (2004) "Lean Construction: Where are we and how to proceed?" Lean Construction Journal 2004, Vol 1 #1 2004

98 IGLC-13 (2005) "Proceedings 13th International Group for Lean Construction Conference", Sydney, Australia, 2005

bete med moderorganisationen Toyota, där det bland annat sker ett utbyte av anställda mellan de två organisationerna. På så sätt sker ett utbyte av erfarenheter och värdefull expertis om produktionsfilosofin kommer hustillverkningsdelen av Toyota tillhanda ⁹⁹.

Ett byggföretag som arbetar enligt Lean-filosofin bör skapa långsiktiga och nära samarbeten med sina leverantörer – arkitekter, konstruktörer, konsulter och underleverantörer. Leverantörerna bör inte upphandlas och konkurrera inför varje nytt projekt, utan affärsrelationerna ska baseras på ett mer långsiktigt tänkande. Att arbeta med Lean Production inom byggbranschen kräver ofta organisatoriska förändringar, eftersom sättet att arbeta på skiljer sig från hur företag traditionellt organiserar sig inför nya projekt. En trend är att det producerande företaget går samman med arkitekter, konstruktörer och underentreprenörer för att få kontroll över hela byggprocessen ¹⁰⁰. Lean Production syftar till att leverera maximal flexibilitet, effektivitet och kvalitet i en miljö där alla aktiviteter, från projektering till montering, sker i nära samarbete mellan involverade aktörer ¹⁰¹.

Agile Production inom bygg

Idag kräver kunder en stor valmöjlighet, vilket har lett till behovet av ett system som kan kombinera detta krav med fördelarna av massproduktion ¹⁰². Genom förändringar i relationerna mellan kunder och leverantörer tillsammans med en tydlig integration med marknaden, produktutvecklingen och produktionen kan flexibiliteten öka för kunden samtidigt som företaget kan dra nytta av fördelarna med massproduktion ¹⁰³.

En schematisk jämförelse mellan hus- och biltillverkning illustreras i Figur 10. Bilden visar hur byggande i stor utsträckning fortfarande är en hantverksmässig produktion, men hur den med hjälp av förbättrade försörjningskedjor, leverantörsrelationer och

99 Gann, D.M. (1996) "Construction as a manufacturing process? Similarities and differences between industrialized housing and car production in Japan" *Construction Management and Economics* 14, 437-450

100 Crowley, A. (1998) "Construction as a manufacturing process: Lessons from the automotive industry" *Computers and Structures* 67 (1998) 389-400

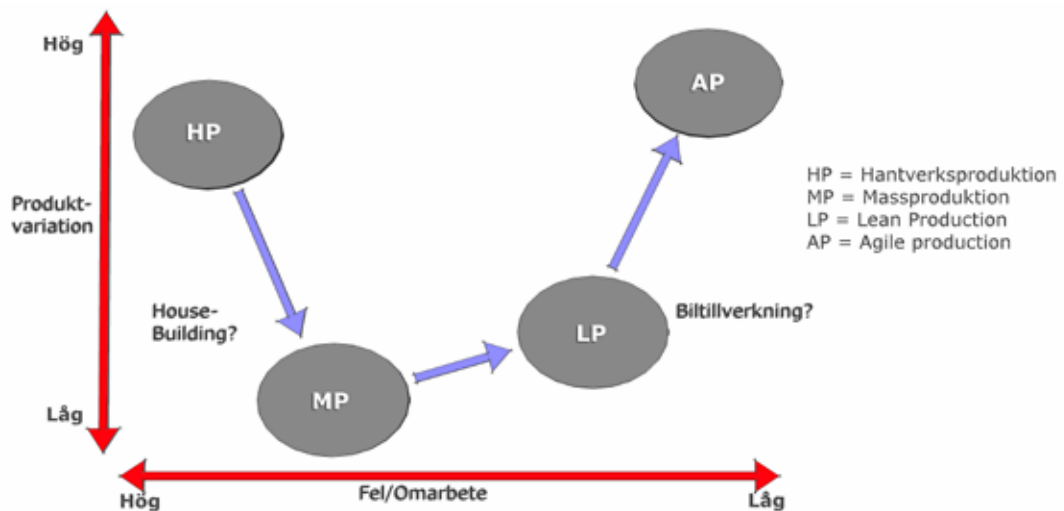
101 Gann, D.M. (1996) "Construction as a manufacturing process? Similarities and differences between industrialized housing and car production in Japan" *Construction Management and Economics* 14, 437-450

102 Barlow, J. et al. (2003) "Choice and delivery in housebuilding: lessons from Japan for housebuilders" *Building Research and Information* 31(2), 134-145

103 Barlow, J. (1999). "From craft production to mass customisation: innovation requirements for the UK housebuilding industry". *Housing Studies* 14(1), 23-42

104 Barlow, J. (1998) "From craft production to mass customization? Customer-focused approaches to housebuilding" *Proceedings IGLC-6, 6th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Guarujá, Brazil, 1998*

105 *ibid.*



Figur 10 Produktionsparadigm i hus- respektive bilindustrin ¹⁰⁵

ökat kundfokus kan gå mot Lean eller Agile Production istället för mot massproduktion ¹⁰⁴.

Supply Chain Management inom bygg

Logistik och Supply Chain Management är generellt utvecklade koncept inom byggbranschen ¹⁰⁶, samtidigt som koncepten uppnått stor framgång längs hela försörjningskedjan inom tillverkande industri ¹⁰⁷. Att arbeta med logistik och SCM inom bygg har vid flera tillfällen visat på stora möjligheter till förbättringar, vad gäller slöseri av material, bättre flöden på arbetsplatsen och minskat antal man-timmar. Viktiga komponenter i detta arbete har då varit planeringen, samarbete mellan aktörer ¹⁰⁸ och ett förbättrat informationsflöde mellan aktörer. För att effektivisera försörjningskedjorna inom bygg krävs en ny syn samarbete inom branschen. Samarbetet mellan olika aktörer ska inte ses som en isolerad företeelse under ett visst projekt, utan måste fortlöpa från projekt till projekt ¹⁰⁹. För att kunna utnyttja den fulla potentialen av SCM-konceptet inom byggprocessen måste aspekter som val av material och komponenter, leverantörssamverkan och olika metoder för lagring beaktas i tidiga skeden av projektet. Olsson presenterar en modell för hur aktörerna i byggprocessen

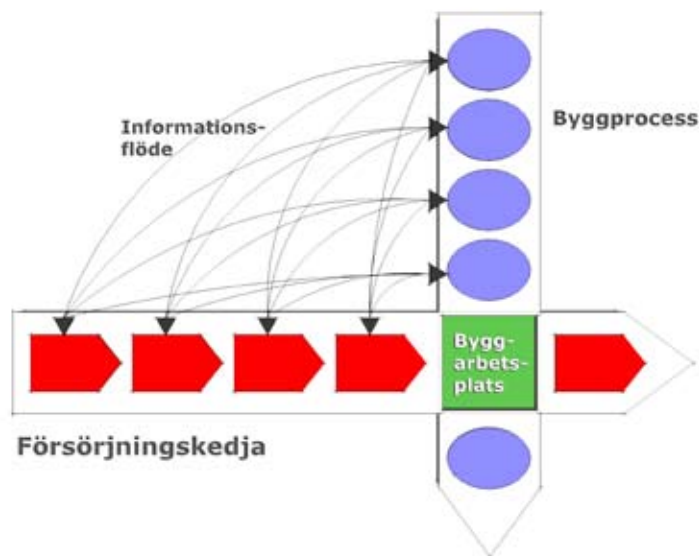
¹⁰⁶ Agapiou, A. et al. (1998) "The role of logistics in the materials flow control process". *Construction Management and Economics* 16, 131-137

¹⁰⁷ London, K.A. & Kenley, R. (2001) "An industrial organization economic supply chain approach for the construction industry: a review" *Construction Management and Economics*. 19, 777-788

¹⁰⁸ Agapiou, A. et al. (1998) "The role of logistics in the materials flow control process". *Construction Management and Economics* 16, 131-137

¹⁰⁹ Roy, R., Brown, J. & Gaze, C. (2003) "Re-engineering the construction process in the speculative house building sector" *Construction Management and Economics* 21(2), 137-146

(vertikal axel) kan samverka med leverantörskedjorna (horisontell axel), se Figur 11 ¹¹⁰.



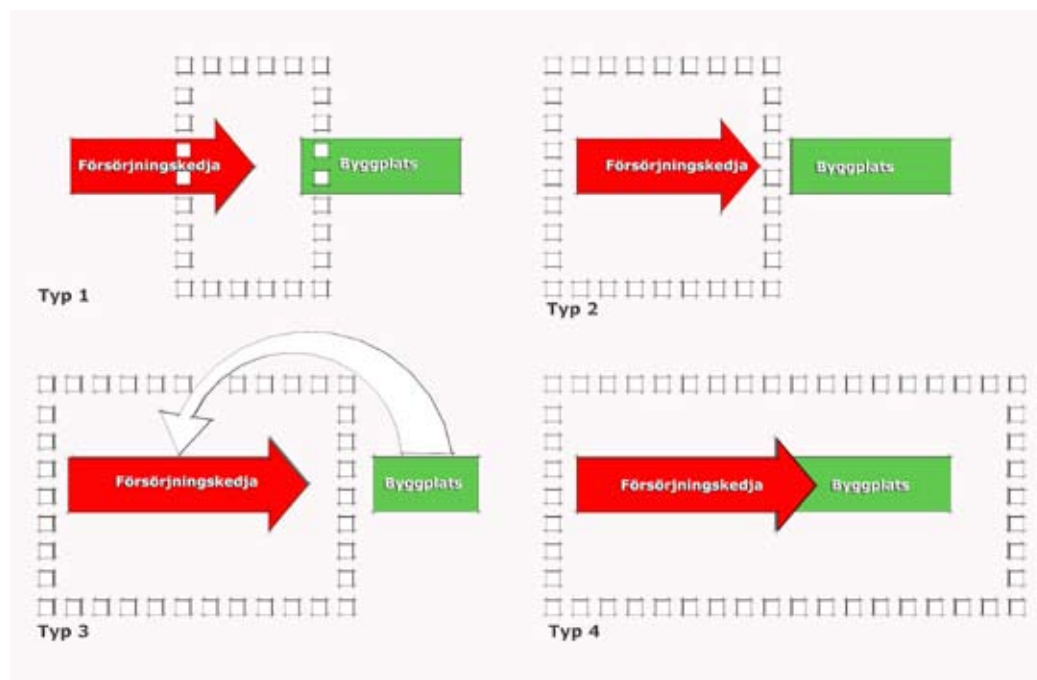
Figur 11 Integration av försörjningskedja och byggprocess¹¹¹

Vriejhoef & Koskela introducerade fyra olika typer av SCM inom byggbranschen, beroende av produktionssättet, se Figur 12. Typ 1 fokuserar på gränssnittet mellan försörjningskedjan och byggarbetsplatsen. Typ 2 fokuserar på att göra försörjningskedjan så effektiv som möjligt. Både typ 1 och 2 tar sin utgångspunkt från en traditionell byggprocess, medan typ 3 och 4 innebär en omstrukturering av byggprocessen. Typ 3 fokuserar på en förändrad försörjningskedja genom att flytta aktiviteter från byggarbetsplatsen till leverantörskedjan genom att öka förtillverkningsgraden. På så sätt flyttas flera moment från byggarbetsplatsen till en mer produktionsvänlig miljö. Typ 4 fokuserar på att integrera aktiviteter i försörjningskedjan med aktiviteter på byggarbetsplatsen. Detta synsätt bygger på idén om att stabila processer och hög grad av standardiserade komponenter leder till en effektivare process. Detta får dock konsekvenser på graden av flexibilitet och möjligheten att möta kundernas krav. ¹¹²

111 Olsson, F. (2000) "Supply chain management in the construction industry - Opportunity or utopia?" Dep. of Design Sciences, Logistics, Lund University, Lund, Sweden

110 Olsson, F. (2000) "Supply chain management in the construction industry - Opportunity or utopia?" Dep. of Design Sciences, Logistics, Lund University, Lund, Sweden

112 Vriejhoef, R. & Koskela, L. (2000) "The four roles of Supply Chain Management in Construction", European Journal of Purchasing & Supply Management, Vol 6, pp. 169-178



Figur 12 Fyra typer av supply chain management i byggandet ¹¹³

113 Vriejhoef, R. & Koskela, L. (2000) "The four roles of Supply Chain Management in Construction", European Journal of Purchasing & Supply Management, Vol 6, pp. 169-178

Industriellt bostadsbyggande

I detta kapitel presenteras de utmärkande dragen för industriellt bostadsbyggande. En definition av konceptet samt en omfattande beskrivning av de olika delar som konceptet består av presenteras och utgör grunden i detta forskningsprojekt. Detta material är författarens tolkning av teorin sammansmält med egna idéer och iakttagelser kring konceptet.

Projekt och processer inom industriellt bostadsbyggande

Skilj på projekt och process

Grundläggande för produktionskoncept och – system är att de bygger på långsiktiga och kontinuerliga processer med fokus på kunderna. Användning och arbete med utvecklade tekniska system och plattformar, produktionssystem, relationer med samarbetspartners, logistik- och inköpsmönster är exempel på delområden som kräver kontinuitet och långsiktighet för att fungera optimalt i processerna.

Kontinuitet är inte utmärkande för traditionella byggprojekt, vilka snarare har en utpräglad projektfokus. Traditionella byggprocesser fokuseras främst på de unika projekten som karakteriseras som engångshändelser och där tekniska lösningar är unikt framtagna, begränsad användning av tekniska plattformar, teamet av aktörer unikt sammansatt och undermåligt utvecklade logistik- och inköpsstrategier. I detta perspektiv ter sig nyttan av kunskapsåterföring, mätning av prestationer, utvecklade samarbetsformer, avancerad informationshantering och liknande aktiviteter som bygger på långsiktighet, som begränsad eftersom kontinuiteten är begränsad och därmed finns inte förutsättningarna för långsiktiga satsningar.

En industriell byggprocess å andra sidan, måste baseras på kontinuitet och utformas så att erfarenheter och kunskap systematiskt kopplas till processen. Samverkan mellan aktörer i processen måste hela tiden underhållas och utvecklas så att man tillsammans blir starka och konkurrenskraftiga sett över hela värdekedjan. Gällande de specifika byggprojekt som byggs i en industriell byggprocess handlar det om att så långt möjligt basera projekten på utvecklade tekniska system, ha genomarbetad planering, utvecklad logistik och inköpsarbete och använda avancerade IT-hjälpmiddel som stöd i arbetet. Målet är att ha en välutvecklad process och struktur för genomförandet av byggprojekten och därmed åstadkomma effektivitet

samtidigt som man levererar byggnader och bostäder som stämmer med kundernas krav och önskemål.

En industriell byggprocess hanterar således såväl kontinuerlig utveckling och förbättring av tekniska system, samverkansformer, produktionsmetoder, stödsystem etc. som genomförandet av specifika byggprojekt som då baseras på de system och stödprocesser som hanteras inom organisationen.

Produkt- och processutveckling

Tekniska system och plattformar är komplexa och kräver omfattande utvecklingsarbete för att bli kompletta. För att lyckas med detta krävs att utvecklingsarbetet sker som produktutveckling där kompetens från olika delar av organisationen ingår. Lösningar ska utformas och testas samt dokumenteras för att ett effektivt informationsflöde ska åstadkommas och för att vidareutveckling och nya versioner enkelt ska kunna hanteras. Innan systemen och lösningarna används i verkliga byggprojekt ska de testas och justeras för att säkerställa att lösningarna är pålitliga och håller rätt kvalitet. Sedan systemen tagits i bruk och används i byggprojekt krävs ett kontinuerligt arbete med förbättringar och vidareutveckling, baserat på de erfarenheter man gör i samband med användningen av dessa.

På samma sätt som tekniska lösningar utformas kan arbetsmetoder och delprocesser utvecklas. Även utvecklingen av själva huvudprocessen behöver ske som ett utvecklingsprojekt där kompetens från olika delar av organisationen deltar för att skapa optimala förutsättningar för verksamheten och maximalt kundvärde. Delprocesser måste testas och dokumenteras innan de används och sedan kontinuerligt utvärderas och utvecklas baserat på erfarenheter från användningen.

Utvecklingen av tekniska system och plattformar måste integreras med utvecklingen av processer och arbetsmetoder eftersom detta hänger intimt ihop och egentligen ingår i vartannat.

Styrning av processer och projekt

Som för alla processer, krävs tydlig ledning för processen för industriellt bostadsbyggande. Processägaren behöver ha tydlig överblick över huvudprocessen och inblandade delprocesser och stödprocesser kombinerat med mandat att styra processerna som skär genom företagets organisation.

Processägaren ansvarar för processtrukturen, produkt- och processutveckling, förbättringsåtgärder samt själva den industriella byggprocessen vari byggande av specifika byggprojekt ingår. I detta ingår att utvärdera och samordna samverkan med aktörer i processen såväl inom det egna företaget som för leverantörer, konsulter m fl., samordna utvecklingsinsatser och se till att rutiner för erfarenhetsåterföring finns och används. Kort sagt ska processägaren leda och styra processen i stort, med hjälp av ansvariga för respektive delprocess.

En annan nyckelroll för industriellt bostadsbyggande är projektledare som leder de specifika byggprojekt man bygger. Detta arbete innebär att arbeta med de team som är knutna till verksamheten och som använder de tekniska system, de arbetsmetoder och verktyg och stödsystem som utvecklats för den industriella byggprocessen. Projektledaren hanterar också de specifika förutsättningar som råder i varje byggprojekt, har kontakten med kunden och ansvarar för att byggprojektet genomförs i enlighet med uppsatta krav. Denna roll innebär ett nära samarbete med processägaren och det är av central vikt att erfarenheter och information från byggprojekten kopplas tillbaka till stödprocesserna och vice versa.

Definition och beskrivning av Industriellt bostadsbyggande

Det saknas en tydlig definition och beskrivning av konceptet industriellt bostadsbyggande, något som accentueras av det faktum att området beskrivs på många olika sätt. Prefabricering och systembyggande är centrala delar, inte minst sett ur ett historiskt perspektiv, medan dagens syn på industriellt bostadsbyggande är bredare och även inkluderar processrelaterade aspekter såsom samverkan mellan aktörer i värdekedjan. Potentialen i avancerad användning av ICT är en viktig aspekt för dagens industriella processer. En tydlig kundfokus, i syfte att kunna leverera slutprodukter som kunderna efterfrågar är grundläggande för processer och moderna produktionsfilosofier och bör därmed inkluderas i ett utvecklat industriellt bostadsbyggande.

Med inspiration från historiska beskrivningar, dagens uppfattning och med inspiration från moderna produktionsprinciper som Lean Production, Agile Production, Six Sigma och Supply Chain Management har ett ramverk för konceptet industriellt bostadsbyggande utarbetats. Detta kan ligga till grund för vidare arbete inom området och tydliggör konceptets komplexitet och delområden som bör inkluderas för att konceptet ska bli heltäckande och starkt.

Definition av Industriellt bostadsbyggande

Nedan presenteras ett förslag till definition samt en omfattande beskrivning med åtta delområden, som tillsammans utgör konceptet industriellt bostadsbyggande.

Industriellt bostadsbyggande föreslås definieras som:

”Industriellt bostadsbyggande innebär en välutvecklad byggprocess med en genomtänkt organisation för effektiv styrning, beredning och kontroll av ingående aktiviteter, flöden, resurser och resultat med användning av högförädlade komponenter med syfte att skapa maximalt värde för kunderna”

Definitionen tydliggör komplexiteten i industriellt bostadsbyggande och inkluderar såväl tekniska, organisatoriska som processrelaterade

aspekter. Vikten av noggrann planering och förberedelse poängteras liksom användningen av utvecklade komponenter. Vikten av helhetssyn förmedlas och avslutningsvis nämns kundvärde, vilket är drivkraften för processen eftersom det är kundernas krav som ska uppfyllas.

Karakteristiska delområden inom Industriellt bostadsbyggande

Definitionen kompletteras med åtta karakteristiska delområden som mer ingående beskriver de delar som är utmärkande för ett industriellt bostadsbyggande.

1. *Planering och kontroll av processen*
2. *Utvecklade tekniska system*
3. *Förtillverkning av byggdelar*
4. *Långsiktiga relationer mellan aktörer*
5. *Logistik integrerat i byggprocessen*
6. *Kundfokus*
7. *Användning av informations- och kommunikationsteknik*
8. *Systematisk mätning och erfarenhetsåterföring*

1. Planering och kontroll av processen

Projektering, tillverkning, montage och kompletterande byggplatsarbete kräver en tydlig struktur och styrning från början till slut, så att effektiva processer uppnås och att maximalt värde levereras till kunderna. Planering och kontroll är viktigt för att minimera fel och icke värdeskapande aktiviteter samt att skapa ett jämt arbetsflöde. Det är viktigt att det sker en noggrann planering i alla faser av processen från idé till färdig byggnad och att utformning är fastlagd innan produktionsarbeten startar. Genom att använda välutvecklade tekniska system som stöds av strukturerade planeringsmetoder blir genomförandet av processen smidig och fel och brister undviks. Tydliga roller för processledning och projektledning är avgörande för kontinuiteten i processerna.

2. Utvecklade tekniska system

Tekniska system utvecklas i separata produktutvecklingsprocesser där utformningen testas, justeras och genomarbetas till hög detaljeringsnivå, för att uppnå en effektiv process som minimerar fel och brister. De tekniska systemen används i projektering och produktion av specifika byggprojekt och innehåller lösningar för byggnadens alla delar såsom stomme, installationer, fasadsystem, inredning etc., med olika grad av flexibilitet. I takt med att systemen används i specifika projekt förfinas de baserat på erfarenheter från projekten. Utvecklingsprocessen underlättar kvalitetssäkring och säkerställer att det sker kontinuerliga förbättringar av byggsystemet.

3. Förtillverkning av byggdelar

Byggnadsdelar tillverkas i en miljö som är anpassad för rationell produktion, där lämpliga hjälpmedel och rätt utrustning finns tillgängliga och där arbetsmiljön är god. För att minimera antalet arbetsmoment på byggarbetsplatsen ska förtillverkningsgraden av byggnadsdelar maximeras och så stora del av byggnaden som möjligt förtillverkas. Det är viktigt att byggnadsdelarna är så klara som möjligt för montage innan de når byggarbetsplatsen

4. Långsiktiga relationer mellan aktörer

Ett långsiktigt engagemang mellan aktörerna i byggprocessen är en förutsättning för att bygga upp gemensam kunskap och erfarenhet. Det är också viktigt för att få komplement mellan företagens olika delsystem, vad gäller till exempel gränssnitt, standarder, kvalitet och ekonomi. Långsiktiga relationer innebär också att företagen kan odla en gemensam kultur och se till att utveckla varandras organisationer. Valet av samarbetspartners ska göras metodiskt och baseras på kriterier som tas fram för den aktuella verksamheten, för att uppnå gemensam styrka och kompetens. Långsiktiga relationer innebär att projekt kan påbörjas snabbare, i och med att det finns en struktur och organisation som direkt kan starta arbetet. En leverantör som används kontinuerligt behöver exempelvis inte utvärderas och upphandlas inför varje enskilt projekt.

5. Logistik integrerat i byggprocessen

Genom att flytta aktiviteter uppströms i värdekedjan, från byggarbetsplatsen, till fabriker där förtillverkning utförs, ställs höga krav på att materialflödet integreras i byggprocessen och anpassas till verksamheten. Flöden till och från tillverkningsenheterna ska koordineras med materialflöden till och från byggarbetsplatsen. Logistiken blir då en viktig faktor för att komponenter, material och arbete ska flöda genom produktionen. Vid ett industriellt byggande bör leveranser ske enligt JIT-principen (Just In Time), det vill säga att byggnadsdelar levereras vid rätt tid och till rätt plats. För detta krävs ett nära samarbete och effektivt informationsflöde mellan projektörer, leverantörer, tillverkare och entreprenörer.

6. Kundfokus

Ett tydligt kundfokus är nödvändigt för att säkerställa att rätt produkter, med rätt kvalitet, till rätt kostnad byggs för kunderna som kan vara såväl hyresgäster, bostadsköpare och förvaltare. För att veta vad kundernas prioriteringar och krav är måste systematiska undersökningar och utredningar göras och sedan användas som krav på den industriella byggprocessen. Genom att dela upp marknaden i målgrupper och segment där olika behov och krav identifieras skapas förutsättningar för olika koncept och system för att möta dessa olika krav. Alla aktiviteter i processerna ska vara inriktade på

att skapa värde för kunderna. Kort sagt kan man säga att kundernas krav är det som en industriell byggprocess ska kunna leverera – om ett företag inte klarar av detta är processen fel utformad.

7. Användning av informations- och kommunikationsteknik

Effektiva processer kräver tillförlitlig och snabb tillgång till information och moderna ICT-verktyg (ICT – Information and Communication Technology) möjliggör effektiv hantering av förändringar, uppdateringar och utbyte av information. Ett avancerat utnyttjande av moderna ICT-verktyg stöder processerna med tillförlitlig information och bidrar till förutsättningarna för effektiv produktion och minimering av fel och är en förutsättning för hantering av komponenter och delar i tekniska plattformar som kräver strukturerad och pålitlig hantering. Genom att arbeta med informationsmodeller kan byggnader skapas virtuellt och egenskaper utöver de geometriska kan kopplas till modellen, såsom ekonomiska kalkyler, energiberäkningar, tidplaner för produktionen etc.

8. Systematisk mätning och erfarenhetsåterföring

Industriellt bostadsbyggande handlar i stor utsträckning om att använda och förfinas tekniker, metoder och lösningar för bostadsbyggande. För att skapa ett underlag för vidareutveckling krävs kontinuerliga uppföljningar och mätningar i processerna och i arbetet med specifika byggprojekt, för såväl hårda som mjuka parametrar. Erfarenheter och mätningar analyseras och resultatet blir viktig input till vidareutveckling av processer, tekniska lösningar, arbetsmetoder etc. Personal från olika delar av organisationen bör delta i uppföljningsarbetet och uppmanas att bidra med egna förslag till förbättringar och utveckling.

Bedömningsmodell för industriellt bostadsbyggande

Som beskrivits tidigare består konceptet industriellt bostadsbyggande av åtta delområden som alla behövs för att en helhet ska åstadkommas. Företag har kommit olika långt i sin utveckling och implementation av respektive delområde beroende på strategi, företagskultur, historia, teknisk utveckling etc. Modellen med åtta delområden kan användas som ett analysverktyg för att mäta på vilken nivå företaget ligger för respektive delområde och var förbättringsåtgärder bör sättas in. Företag utvecklar sina strategier för framtiden genom att mäta på vilken nivå företaget ligger inom respektive område. Var befinner sig företaget idag och var vill vi vara imorgon? Det resulterar i en kartläggning av utvecklingspotentialen i företaget.

Utvärderingsmodellen visar på ett enkelt och tydligt sätt graden av industriellt byggande i ett företag, projekt eller samverkande grupp

av företag och kan därför fungera som ett värdefullt verktyg vid utvecklingsarbete mot ett mer industriellt byggande.

Många av delområdena beror av varandra, så att en satsning inom ett delområde får effekter inom andra områden. Nivåerna för respektive delområde är graderade från 0 till 4 enligt nedan.

Nivå	Utvärderingsmodell för industriellt bostadsbyggande
0	Inget görs inom delområdet.
1	Delområdet är uppmärksammat och det finns en plan för hur företaget ska arbeta med området.
2	Viss implementering sker i företaget, vad gäller delområdet.
3	Det finns en tydlig strategi för området och det sker implementering i företaget
4	Området är fullständigt implementerat i verksamheten och det sker även integrering mellan området och andra delområden.

Till viss del handlar det om subjektiva bedömningar för att avgöra på vilken nivå ett företag ligger, men det är viktigt att även knyta tydliga mätbara parametrar till respektive delområde.

Nedan presenteras varje delområde med bedömningskriterier för nivåerna 0 till 4.

Nivå	Planering och kontroll av processen
0	Ingen eller måttlig samordning och struktur i tidplaneringen. Oklara ansvarsområden och ledningen har dålig kontroll över byggprocessen.
1	En övergripande struktur på planering och processer, men låg detaljningsnivå. Alla aktörer accepterar den övergripande tidplanen.
2	Utvecklad metod för planering och alla aktörer är delaktiga i ett tidigt skede av projektet. Det finns en utvecklad struktur för att sprida rätt och tydlig information om projektet och dess lösningar.
3	Det finns en detaljerad tidplan med tydliga milstolpar. Alla delprocesser har "gateways" som måste uppfyllas innan projektet kan fortskrida. Grundliga förberedelser för alla aktiviteter både vid förtillverkning som montering.
4	Planerings- och kontrollsystem stöds av avancerade ICT-verktyg som också är integrerade med övriga styrsystem som till exempel ekonomi- och logistiksystem. Mätning genom nyckeltal ger värdefull input till planering och processutveckling.

Nivå	Tekniska system
0	Minimal användning av utvecklade tekniska system. Hantverksmetoder dominerar i produktionen.
1	Utvecklade tekniska system finns och används sporadiskt, men utan en tydlig metod och strategi. Tekniska system kan här till exempel vara stom-, fasad- eller installationssystem.
2	Utvecklade tekniska system finns för vissa delar av byggnaden och följer en tydlig metod och strategi.
3	Komplexa tekniska system används för majoriteten av byggnadsdelarna. System är konstruerade med standardiserade gränssnitt och utvecklas genom ett nära samarbete med leverantörerna.
4	Komplexa tekniska system används och utvecklas i nära samarbete med andra aktörer, baserat på gemensamma erfarenheter. Utveckling stöds av avancerade ICT-verktyg.

Nivå	Förtillverkning av byggnadsdelar
0	Det sker ingen direkt förtillverkning av byggnadsdelar.
1	Enkla byggnadsdelar och komponenter tillverkas på fabrik. Exempelvis plattbärlag av betong eller takstolar.
2	Mer avancerad förtillverkning av byggnadsdelar och komponenter som till exempel fasadelement, hela väggsektioner och trappor färdiga för montering.
3	Förtillverkning av avancerade byggnadsdelar som ingår i ett byggsystem. Det kan till exempel vara volymelement med färdiga ytskikt, färdiga badrumsmoduler etcetera.
4	Förtillverkning av avancerade byggnadsdelar där konstruktion och produktion stöds av avancerade ICT-system, integrerade logistiklösningar och ett system för produktionsplanering.

Nivå	Långsiktiga relationer
0	Det finns inga långsiktiga relationer, utan aktörer byts ut från projekt till projekt.
1	Företaget har identifierat vissa relationer som viktigare än andra, men utan att det finns en tydlig strategi.
2	Det finns tydliga etablerade relationer med nyckelaktörer. Partneringskoncept används sporadiskt.
3	Alla aktörer är involverade med ett långsiktigt perspektiv. Aktörerna arbetar tillsammans som ett team. Strategisk partnering sker med utvalda aktörer.
4	Ett strukturerat program finns för att aktivt jobba och utveckla sina samarbetspartners. Det sker en kontinuerlig utvärdering med stöd av ICT-verktyg. Omfattande strategisk partnering.

Nivå	Logistik integrerat i byggprocessen
0	Logistikaktiviteter finns inte på företagets agenda.
1	Det finns vissa lösningar för bättre materialhantering som används. Lämplig lagring, leveransmönster och informationsutbyte med nyckelleverantörer är exempel på aktiviteter som företaget arbetar med.
2	JIT-principer används i produktionen. Man arbetar strategiskt med att optimera lagernivåer, konfektionering, emballering och transportlösningar. Utvecklade relationer med nyckelleverantörer.
3	Supply chain aktiviteter är integrerade i byggprocessen. Specialutvecklade leverantörstjänster och tydliga informationsflöden möjliggör avancerade tekniska lösningar.
4	Supply chain aktiviteter är fullt ut integrerade i byggprocessen. Det finns ICT-verktyg för planering, inköp, leveransprecision, lagernivåer etcetera.

Nivå	Utnyttjande av informationsteknik
0	Inga ICT-verktyg används.
1	ICT-verktyg används av vissa aktörer i processen.
2	Alla aktörer använder sig av ICT-verktyg som stödjer deras egna aktiviteter. Det finns inga gemensamma strategier eller system.
3	Alla aktörer använder sig av ICT-verktyg som är integrerade emellan. Det finns också en gemensam strategi för aktörerna.
4	Avancerade ICT-verktyg används av alla aktörer med ett gemensamt system och gränssnitt. ICT-verktygen stödjer projektering, produktion, planering, prestationsmätning och inköp.

Nivå	Kund- och marknadsfokus
0	Företaget har liten eller ingen kunskap om kunden. Vet inte hur målgruppen ser ut.
1	Generell insikt om vad slutkunderna efterfrågar, vad gäller till exempel val av utrustning, lägenhetsstorlek etcetera. Företaget har en tydlig bild över vilken målgrupp de riktar sig emot.
2	Grundläggande utvärderingar över slutkundens behov och prioriteringar för olika kundsegment och kostnadsnivåer. Företaget undersöker bland annat val av utrustning, lägenhetsstorlek, layout, standard och kvalitet.
3	Det sker en kontinuerlig och systematisk analys över kundens önskemål och prioriteringar samt uppföljningar med inflyttade hyresgäster eller köpare. ICT-verktyg används för att samla in och utvärdera data.
4	Kundundersökningar och uppföljning är integrerade med andra områden som till exempel utveckling av tekniska system, produktions- och monteringsprocess samt projektplaneringen. ICT-verktyg gör informationen transparent genom hela processen.

Nivå	Kunskapsåterföring och mätning
0	Det förekommer ingen form av strukturerad kunskapsåterföring eller mätning av nyckeltal.
1	Det sker ett visst utbyte av erfarenheter och kunskap vid till exempel produktionsmöten och projekteringsmöten. Viss dokumentation förekommer.
2	Företaget mäter vissa nyckelaktiviteter som till exempel inom produktionen, montering, erfarenheter från projekteringen. Dokumentation sköts individuellt av respektive aktör.
3	Mätning av nyckeltal för alla delar av processen, men med liten koordination mellan processens olika delar. Processägaren ansvarar för dokumentation.
4	Mätning av nyckeltal för alla delar av processen och informationen sprids med hjälp av avancerade ICT-verktyg. Mätningen fungerar som underlag för ökat kundfokus, framtida leverantörsavtal, förbättrad planering och produktion.

Ständig förbättring

Ett industriellt byggande skapar stabila och standardiserade processer som är en grundförutsättning för ständig utveckling och förbättringar. Om en aktivitet, en arbetsuppgift eller ett arbetsmoment, utförs olika från gång till gång är det svårt att avgöra vilket sätt som är det mest effektiva. När ett företag har stabila och tillförlitliga processer som alla inblandade känner till skapas de nödvändiga förutsättningar till effektivisering och utveckling av både interna och externa processer.

Att ständigt utveckla sitt företag kan låta som en självklarhet och generellt sett sker någon form av utveckling inom företaget, antingen på individnivå eller genom diverse effektiviseringsinitiativ. Men för att företag ska bli riktigt framgångsrika i sitt arbete med att ständigt utveckla sina arbetsprocesser måste den ständiga utvecklingen ske på ett strukturerat och organiserat sätt. Detta är ett viktigt fundament i moderna produktionsfilosofier som Lean Production och Agile Production som presenterats tidigare i rapporten. Det är viktigt att förbättringsarbetet sker på alla nivåer i företaget, från yrkesarbetarna hela vägen upp till företagsledningen. Ofta kommer effektiviseringsförslag från ledningen, vilket ofta resulterar i att initiativen får en dålig förankring i stora delar av företaget.

Genom att uppmuntra alla anställda till att bidra i utvecklingsarbetet ökar möjligheten till att implementera nya arbetssätt och metoder. Att alla i företaget engagerar sig leder till en större utväxling av effektiviseringsarbetet. Företagen bör organisera sig för att ständigt utveckla sina processer genom att ha en tydlig teamstruktur och skapa förbättringsgrupper som arbetar med att effektivisera arbetssättet. Resultaten från förbättringsgruppernas arbete leder till att en ny, mer effektiv, standard tas fram. Det handlar om att standardisera hur man arbetar, inte den slutliga produkten.

Fallstudier av industriellt bostadsbyggande

I detta kapitel beskrivs tre fallstudier gjorda på företag som på olika sätt arbetar med industriellt bostadsbyggande.

Dessa fallstudier gjordes för att använda och testa den beskrivning av industriellt bostadsbyggande som utvecklats inom ramen för detta forskningsprojekt. Företagen som valdes arbetar med industriellt bostadsbyggande på olika sätt och med olika inriktning.

Fallstudierna hade två huvudsakliga fokus; att kartlägga företagens sätt att arbeta med industriellt byggande på ett övergripande sätt samt studera hur processen för detta såg ut. Fallstudierna genomfördes främst genom intervjuer och samtal med berörda personer i de olika företagen, genom egna observationer vid besök på kontor, fabriker och byggplatser samt genom studier av dokument kopplade till de olika koncepten och företagen.

Fallstudie 1

Denna fallstudie gjordes på Moelven Byggmodul AB vars koncept går ut på att bygga bostadshus baserat på volymelement som företaget



Figur 13 Interiören i fabriken

tillverkar i sina fabriker. Man arbetar oftast på totalentreprenad åt byggherrar och tar därmed ett helhetsansvar för såväl projektering och tillverkning av byggnadsdelarna, som montage och kompletteringsarbete på byggplatsen. Företaget åtar sig att bygga både småhus och flerbostadshus med unik utformning, man har alltså ingen egen uppsättning av typhus utan bygger på uppdrag av andra.

Tillverkningen av byggnadsdelar sker i fabriken där vägg- och bjälklagslement byggs och sätts samman till volymelement som utrustas med installationer, ytskikt, köks- och badrumsinredning, fönster, dörrar etc. Färdigbyggda volymelement packas in i presenningshuvar som skydd under lagring och transport.



Figur 14 Volymelement tillverkas i fabriken

Fabriken är relativt enkelt utrustad och merparten av arbetena som utförs i fabriken sker med manuella metoder, dock finns hjälpmedel som traverskran, arbetsbord för elementen och skivlyftar. Inga automatiserade maskiner används i tillverkningen.



Figur 15 Bjälklags- och väggelement sätts samman till volymelement

Bostadsprojekt med 3-våningshus

I detta projekt uppförs 4 stycken 3-våningshus med totalt 48 lägenheter. Projektet byggs på en tomt i ett bostadsområde från 1950-talet i en förort till Stockholm. Projektet är resultatet av en tävling som utlystes av ett stort bostadsbolag och där MB deltog i ett lag med ett stort byggföretag som för tävlingen hade anlitat en arkitekt. Tillsammans vann man tävlingen och MB anlätades för att bygga bostadshuset på totalentreprenad, åt byggföretaget, ovan grund med undantag för trappor och hisschakt.

Beskrivning av MBs industriella byggande

Planering och kontroll av processerna

På företagets anläggning som inrymmer både kontor och fabrik utförs projektering, försäljning, produktionsplanering och tillverkning, vilket utgör goda förutsättningar för nära samarbete och informationsutbyte mellan aktörerna, något som dock kunde ha utnyttjats bättre. Tydliga rutiner för informationsöverföring saknas, förseningar i projekteringen är vanliga, produktionsplanering blir därmed eftersatt och kontrollen över processen blir lidande. Ändringar av montageordning på byggplatsen ger upphov till förändrat flöde i tillverkningen med konsekvenser för materialförsörjning och produktionsförutsättningar. Projekteringen utförs av företagets projekteringsteam med begränsad inblandning från produktions- och montagepersonal.

I det studerade byggprojektet förekom ett flertal nya unika tekniska lösningar som inte var anpassade för tillverkning och byggplatsarbete, vilket krävde ad-hoc-lösningar och förändringar i utformning efter att tillverkningen hade startat.

Utvecklade tekniska system

Det byggsystem företaget arbetar med baseras på volymelement med träregelstomme. Uppbyggnaden baseras på en principiell uppbyggnad av väggar, bjälklag, tak, knutpunkter etc och vissa föredragna lösningar finns. Systemet och principerna inte utförligt dokumenterade och definierade utan utgörs främst av ritningar som finns för genomförda projekt samt i den kunskap som byggts upp hos personalen, vilket därmed utgör en central och värdefull tillgång.

För installationer finns inga utvecklade system, detta löses unikt för varje projekt. Ofta kommer företaget in i projekt som redan definierats till viss grad och inte utformats med byggsystemet i åtanke vilket resulterar i speciallösningar för det aktuella projektet. Byggsystemet uppdateras inte systematiskt i någon utvecklingsprocess utan förbättringar tas fram inom de olika projekten när behov uppstår och utnyttjas i framtida projekt.

Förtillverkning av byggnadsdelar

Volymelement förtillverkas till hög färdigställandegrad i den egna fabriken. Installationer, fönster, dörrar, ytskikt, kompletta badrum,

köksinredning, etc färdigställs i fabriken. Ytterväggar kompletteras på byggsplatsen i de fall det ska vara putsad fasad. Takkonstruktioner köps oftast in från underleverantör och monteras tillsammans med volymelementen ute på byggsplatsen. Fabriken är utrustad med arbetsbord, traverskranar och rullskenor i golvet så att hantering kan ske rationellt. En stor del av arbetet sker med manuella metoder.



Figur 16 Installationer i ett volymelement i fabriken

Långsiktiga relationer mellan aktörerna

Man arbetar kontinuerligt med ett nätverk av konsulter och underentreprenörer, dock inte i utvecklade partnerskap. Samarbetena fungerar bra och har pågått under lång tid. Man har avtal med vissa materialleverantörer, baserat på traditionella prisbaserade avtal. Några djupare samarbeten kring logistik och produktutveckling förekommer inte. Man har kontinuerliga samarbeten med flera byggföretag och byggherrar, dock inte långsiktigt etablerade som partnerskap, med gemensamma utvecklingsinsatser eller liknande.

Logistik integrerat i byggprocessen

Vissa materialslag köps in konfektionerat för en rationell hantering, köksinredning levereras en gång i veckan till fabriken, baserat på förbrukningsprognoser. Underentreprenörer som arbetar åt företaget, exempelvis elektriker och plattsättare köper själva in material för sin förbrukning. Volymelementen levereras till byggsplatsen på lastbilar och lyfts direkt till sina respektive inbyggnadsställen. På så vis minimeras risker med de känsliga elementen. Material och komponenter som behövs för kompletteringsarbete på byggsplatsen packas i möjligaste mån i volymelementen för att finnas till hands vid montage och kompletteringsarbete och minskar materialhan-

teringen på byggplatsen. Övrigt material köps in och hanteras på byggplatsen, med begränsad planering och inte baserat på utvecklade materialstyrningsprinciper.

Kundfokus

Företaget uppför kundanpassade, unika byggnader åt sina kunder. Man har en flexibel attityd och har möjlighet att justera sitt byggsystem och produktionssystem efter kundernas krav. Företagets kunder är fastighetsbolag, byggföretag och projektutvecklingsföretag. Man har sällan kontakt med slutkunderna i processen och arbetar därmed inte aktivt med marknads- och kundundersökningar.

Marknadsavdelningen arbetar med olika team som fokuserar på olika kundsegment, varav bostadsbyggande är den dominerande kundsegmentet för den studerade delen av företaget. Man arbetar med varierande projekt, från flervåningshus med hyreslägenheter, till exklusiva villor och arkitektritade flerbostadshus och standardiserade radhus.

Användning av informations- och kommunikationsteknik (ICT)

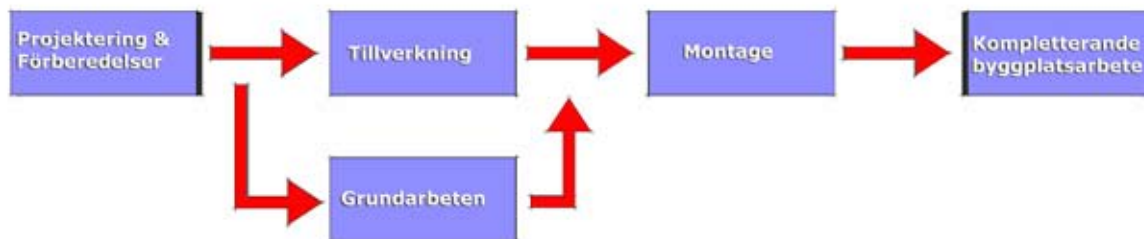
I projekteringen används 3D-Cad för vissa byggnadsdelar, dock utnyttjas inte möjligheten att bygga sofistikerade produktmodeller där all relevant data integreras. Ett affärssystem är implementerat på företaget, men ännu saknas kopplingar mellan flera av företagets avdelningar. Fabriken har inga maskiner som kräver digitalt underlag. Byggtekniska lösningar och detaljer är inbäddade i Cad-ritningar för genomförda projekt och är inte lagrade i någon databas eller objektsstruktur med sökfunktion eller liknande. Informationsutbyte mellan aktörer sker med e-post, telefon, möten och printade ritningar är den viktigaste informationsbäraren.

Systematisk prestationsmätning och erfarenhetsåterföring

Nedlagd tid i produktionen loggas och utgör data för genomförda projekt. Ekonomisk uppföljning sker i varje genomfört projekt. Man arbetar inte med systematisk erfarenhetsåterföring under pågående eller efter genomförda projekt. Ingen utvärdering av interna eller externa aktörers insatser utförs. Kunskap och erfarenheter skapas i projekten, men inga etablerade forum där man kan dela med sig och sprida kunskapen finns, utan sker informellt mellan personerna i företaget.

Processen i företaget

Företaget kommer ofta in i projekt efter att vissa ramar definierats, ofta av byggherren tillsammans med arkitekten. Företagets koncept bygger på volymelement och för att få en optimal fördelning av dessa krävs att planlösning och vissa mått följer några grundprinciper. I det projekt som studerats hade en arkitekt startat sitt arbete med utformning av bostadshuset, men det fanns fortfarande utrymme för justeringar för att uppnå en lämplig indelning mellan de olika volymelementen.



Figur 17 Schematisk beskrivning av bostadsprojektets process

Projektering och förberedelser

När ett projekt startar finns en order och ett kontrakt med kunden som övergripande definierar projektet.

En första utredningsfas startas där projektet definieras i detalj och ett underlag för kommande projektering och inköpsarbete skapas. Efter detta startar själva projekteringsarbetet som innebär att byggnadens konstruktion fastställs, beräkningar utförs och detaljer utformas för det unika projektet. Man ritat tillverkningsritningar för alla byggnadsdelar som ska tillverkas i den egna fabriken eller av leverantörer, och detaljeringsgraden är hög på dessa ritningar.

Företagets byggsystem baseras på ett antal grundläggande konstruktionsprinciper som är välkända för företagets projektörer. Man har ingen dokumentation av byggsystemet utöver de ritningar som tas fram i varje projekt. Varje projekt kräver stora projekteringsinsatser och en hel del unika lösningar skapas, bland annat eftersom lösningar hämtas från olika tidigare genomförda projekt och anpassas till det aktuella projektet.

Informationsutbytet mellan projekteringsgruppen och produktionsledningen sker då behov uppstår. Det finns inga fastlagda rutiner för möten och samverkan mellan dessa avdelningar. I det studerade projektet levererades ritningar till produktionsledningen tätt inpå produktionsstart vilket gjorde att utrymmet för justeringar blev litet och produktionsplaneringen bristande.

Tillverkning

Underlag för tillverkningen är de ritningar som levereras av projekteringsavdelningen. För att produktionschefen ska kunna planera sin produktion behöver han få tillgång till detta material i god tid innan produktionsstarten, vilket ofta brister. Inför produktionsstarten planerar produktions- och montagechef volymelementens montageordning på byggplatsen och planerar produktionsordning utifrån detta.

Produktionen börjar med vägg- och bjälklagselement med stomme av träreglar, som kompletteras med el- och rörinstallationer.

Väggar och bjälklag monteras ihop till volymelement som kompletteras med fönster, dörrar, inredning, badrum, kök, ytskikt etc till väldigt hög färdigställandegrad.



Figur 18 Volymelementen utrustas med köksinredning i fabriken

Genom att man bygger volymelementen på samma sätt från projekt till projekt även om mått och detaljer skiljer sig, så skapas förutsättningar för långt driven standardisering av både tekniska lösningar och arbetsmetoder. En hög grad av förtillverkning är en nyckelfaktor eftersom fabriken bjuder lämplig produktionsmiljö för detta. Trots detta så gör man ibland avsteg från byggsystemet som får konsekvenser i processen längre fram. Exempel på sådana avsteg är placering av modulskarvar så att köksinredning måste monteras ute på byggplatsen, med tillhörande materialförsörjning och arbetsuppgifter. Ett annat exempel är badrum som utformas så att schaktväggar inte kan byggas färdiga förrän på byggplatsen på grund av inkoppling av installationer.

I diskussioner med projekterings- och produktionspersonal framkom det ett behov av utförligare teknisk dokumentation av byggsystemet så att systemets gränser förtydligades, vilket skulle minimera speciallösningar och därmed onödigt arbete.

Grundarbeten

Grundarbeten utförs av en separat entreprenör och inkluderar schaktning, gjutning av grund och framdragning av vatten, avlopp och el. Denne entreprenör ansvarar också för utvändiga trappor och hissar. Samordningen av grundarbetena och montagearbetena var begränsad vilket ledde till en del onödigt arbete och förseningar, vilket beskrivs vidare nedan.

Montage

Montage av volymelement går snabbt och mellan 8-12 enheter monterar under en arbetsdag och avslutas med att takelement monterar och på så vis får man snabbt ett väderskydd av byggnaden. Montaget utförs av företagets egen personal som känner systemet väl och arbetar rationellt.

Grundentreprenören var överraskad över den snabba montage-takten och hann inte bygga färdigt grunderna till de olika byggnaderna i den takt som behövdes vilket ledde till onödiga dröjsmål. En ytterligare konsekvens var att externa trappor inte hade monterats enligt tidplanen vilket ledde till att byggnadsställningar och temporära trappor fick anordnas med onödiga kostnader och tidsåtgång som resultat.



Figur 19 Volymelementen monterade på byggarbetsplatsen

Kompletterande byggplatsarbete

De återstående arbetena efter montage av volymelementen är putsning av fasaden, inkoppling av installationer, komplettering av taket samt målning av innerväggar.

I det studerade projektet identifierades arbeten på byggplatsen som normalt utförs i fabriken, bland annat kakling och bygge av en vägg i badrummet samt montage av inredning i köket. Detta var konsekvenser av avsteg från byggsystemet som gjordes i tidigt stadium av projektet.



Figur 20 Kompletterande arbete med köksinredning på byggplatsen



Figur 21 Kompletterande arbete i badrum på byggplatsen

I fasen med kompletterande arbete på byggplatsen saknas rutiner för att samla in erfarenheter från projektet för återkoppling. Man upplever inte att det finns någon som efterfrågar detta och uppmärksamheten är riktad mot nya projekt, när byggplatsorganisationen återvänder efter ett genomfört projekt.

Stödprocesser

Inom företaget arbetar man inte med produkt- eller systemutveckling utöver det arbete som görs inom ramen för byggprojekten. De utvecklingsinsatser som görs lever vidare genom den kunskap och erfarenhet som de inblandade personerna erhåller, dock är dokumentationen begränsad och sker inte utöver de ritningar som tas fram för det aktuella byggprojektet.

Som nämns ovan så saknas rutiner för systematisk erfarenhetsåterföring, dock menar flera av de inblandade personerna att det vore gynnsamt för processens utveckling.

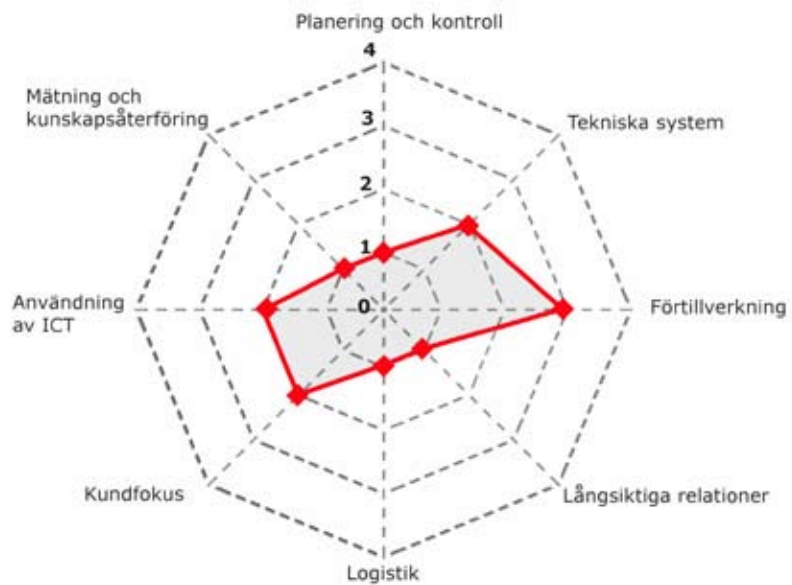


Figur 22 Ett av de färdigställda bostadshusen i projektet

Analys av industrialiseringsgraden

Detta företag har utmärkta förutsättningar för ett utvecklat och avancerat industriellt bostadsbyggande. Exempelvis har man alla nyckelfunktioner i form av projektering, tillverkning, montage och kompletteringsarbete inom företaget och borde därmed kunna skapa ett verkligt processorienterat arbetssätt.

En bedömning av företagets industrialiseringsgrad, med hjälp av den modell som utarbetats inom detta forskningsprojekt, illustreras i Figur 23. Där indikeras att företagets styrka ligger i det tekniska systemet med tillhörande förtillverkning samt kundfokus och IT-användning. De övriga delområdena bedöms mindre utvecklade. Den samlade bilden av företaget är att man inte utnyttjar sina goda förutsättningar fullt ut och att man har stora möjligheter att öka effektiviteten i sin värdekedja genom insatser på några av delområdena.



Figur 23 Bedömning av MBs industrialiseringsgrad

Genom att vidareutveckla sitt byggsystem och sitt produktionssystem med exempelvis tydligare dokumentation och struktur samt öka samverkan och kunskapsutbytet mellan företagets avdelningar skulle effektiviseringar och samordningsvinster kunna uppnås. Att öka erfarenhetsåterföringen från genomförda projekt vore att aktivt dra nytta av att man arbetar med kontinuerliga processer och återkommande tekniska lösningar och en ständig utveckling skulle därmed uppnås.

Genom att strategiskt satsa på utveckling av sina industriella processer är det troligt att företaget, med relativt begränsade insatser, skulle kunna nå betydligt högre industrialiseringsgrad och därmed uppnå effektivitetsvinster som skulle gagna både företaget och dess kunder.

Fallstudie 2

Denna fallstudie har utförts på ett byggprojekt som drivs av byggföretaget Peab. Företaget är inte primärt inriktat på industriellt byggande men har tagit några intressanta steg i denna riktning genom att utveckla arbetsmetoder och industriell förtillverkning av byggnadsdelar. I företaget driver man ett utvecklingsprogram för industrialisering där man syftar till att utveckla en industriell byggprocess som ska vara klar för implementering inom några år. Detta program innehåller områden som inköp, logistik, produktionsmetoder, byggsystem och plattformar, kund- och marknadsfrågor, samverkan med externa aktörer samt planering och beredningsmetoder. Några av dessa aspekter testas i pågående projekt bland annat i byggprojektet i denna fallstudie.

Bostadsprojekt med 7-våningshus

Projektet utformades av Peab då man deltog i en markanvisnings-tävling och vann med ett förslag med åtta flerbostadshus för både bostadsrätter och hyresrätter.

Peab är totalentreprenör för projektet och har anlitat arkitekt, konstruktör och övriga teknik konsulter samt underentreprenörer för genomförandet medan man själv står för projektledning och byggnadsarbeten.

Husen byggs med en stomme av prefabricerade betongelement som ingår i ett öppet byggsystem, som varit utgångspunkten i utformningen av projekts tekniska lösningar och som justerats för dess unika förutsättningar. Samma system användes av företaget i ett nyligen genomfört projekt och erfarenheter därifrån kommer detta projekt tillgodo. Det finns ingen utarbetad strategi kring användning av detta byggsystem utan är snarare ett resultat av goda erfarenheter hos de personer som styr detta projekt.

Beskrivning av industriellt byggande i projektet

Planering och kontroll av processerna

Projekteringsfasen drivs med en nyutvecklad innovativ process som kallas Visuellt Planering, i vilken projektledaren, platschefen och alla projektörer deltar och tillsammans utarbetar tidplanen och ramarna för samarbetet inom projektet. Man håller hög frekvens av möten vilket leder till att projekteringstiden kortas samtidigt som man fått färre fel i projekteringen. Peab leder projektet från början till slut, dock är det olika personer som leder olika delar av projektet, exempelvis leds inte projekteringsfasen av samme person som i byggfasen.

Projektet har stora likheter med ett annat nyligen genomfört projekt och man har delvis samma personal och projektet är därmed väl strukturerat och välkänt för de inblandade personerna. Eftersom projektet består av åtta nästan identiska huskroppar som byggs i sekvens så justeras rutiner och processer efter hand och därmed har en hög grad av kontroll och upprepningseffekter uppnåtts i både produktion och projektering.

Utvecklade tekniska system

Stommen i husen är unikt utformad för detta projekt, men baseras på standardiserade komponenter i ett öppet byggsystem för förtillverkade betongelement. Systemet finns inte dokumenterat utöver de handlingar som tagits fram för detta projekt, beroende på att det inte är ett etablerat utvecklat byggsystem. Installationer är unikt utformade för detta projekt och byggs upp av standardiserade komponenter men inte ett utvecklat system, dock finns en del av installationerna inbyggda i de förtillverkade betongelementen, som en effekt av god koordinering i projekteringsfasen.



Figur 24 Ett av bostadshusen i projektet som baseras på ett öppet byggsystem



Figur 25 Montage av betongelement



Figur 26 Den bärande stommen av betongelement monteras på byggplatsen

Förtillverkning av byggnadsdelar

Betongelementen är förtillverkade och innehåller elektriska installationer samt håltagningar för andra installationer. Icke bärande utfackningsväggar är också förtillverkade till viss grad och kompletteras med fönster, isolering och skivmaterial efter montage. All köks- och badrumsinredning byggs in på byggplatsen, vilket även gäller för VVS-installationer

Långsiktiga relationer mellan aktörerna

Merparten av underentreprenörer, konsulter och leverantörer är de samma som i ett liknande nyligen genomfört projekt. Samarbetet baseras inte på långsiktiga partnerskap utan är traditionella upphandlingar där pris, kompetens och goda relationer är avgörande faktorer. Ingen utveckling av samarbetsmetoderna finns uttalad och man har inte arbetat särskilt med att utveckla gruppen av aktörer.

Logistik integrerat i byggprocessen

Logistiken i projektet styrs på traditionellt sätt och är inte ett område som man fokuserar särskilt på. Platsledningen har dock planerat leveranser av nyckelkomponenter och -material i en leveransplan och exempelvis betongelement levereras just-in-time och lyfts direkt från lastbilen upp på inbyggnadsstället utan omlastning och lagring. Annat material mellanlagras dock på byggplatsen innan det används i produktionen. Under stomresningen lastas fönster, väggmaterial och köksinredning in på våningsplanen, på respektive lägenhet för att förenkla materialhanteringen på byggplatsen. Stöder av och ska-

dur på material som lagras på byggplatsen har varit problematiskt i projektet.

Kundfokus

Projektet baserades initialt på en kundundersökning som gjordes för ett snarligt project och erfarenheterna från detta användes här. För hyreslägenheterna finns inga individuella valmöjligheter medan det för bostadsrätterna finns möjlighet att välja köksinredning, tapeter och en del andra material. Projektet är till stor del definierat av en relativt låg kostnadsnivå och därmed fokuserad på ett kundsegment med normalinkomster.

Användning av informations- och kommunikationsteknik (ICT)

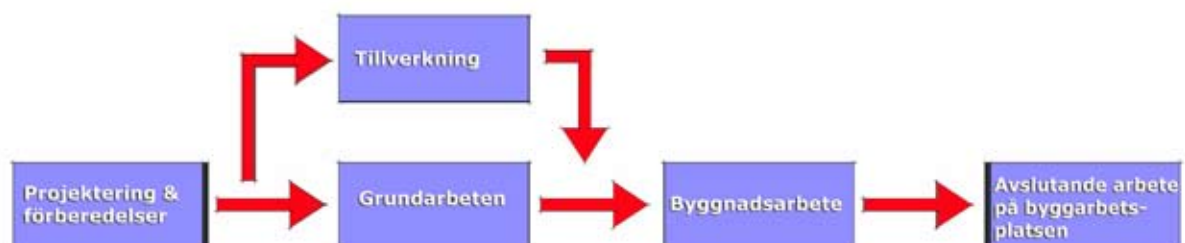
IT-användningen är relativt låg i projektet. Projektörerna använder AutoCad som verktyg för ritningar. Tillverkaren av betongelement använder 3D-CAD-modeller för sina digitalt styrda maskiner i tillverkningen. Utbyte av dokument och information sker främst via e-post och inga dokumentserverar eller liknande används. I projektet har inte någon 3D-baserad informationsmodell skapats och därmed har inte mängder etc kunnat genereras automatiskt.

Systematisk prestationsmätning och erfarenhetsåterföring

Frånsett ekonomisk uppföljning så sker ingen systematisk uppföljning och prestationsmätning. Det finns inga rutiner för erfarenhetsåterföring i processen, man dokumenterar inte den kunskap som skapas i projekten och det finns inga forum för utbyte av erfarenheter på ett systematisk sätt. Kunskap och erfarenheter blir individuella och utbyte sker på informella vägar.

Processen i projekt 2

I detta projekt finns ingen person eller grupp med ansvar för kontinuerlig utveckling av teknik eller processfrågor. Organisationen är starkt projektfokuserad med målet är att färdigställa projektet på bästa sätt. Projektet som är en totalentreprenad har en generell struktur inom företaget och illustreras i Figur 27.



Figur 27 Schematisk beskrivning av bostadsprojektets process

Projektering och förberedelser

Totalentreprenören startar planeringsarbetet med att göra ekonomiska kalkyler, val av stomme och produktionsmetod. Detta blir sedan förutsättningarna för det projekteringsteam som projektera och skapa de handlingar som huset ska byggas efter.

En innovation i detta projekt är att man drivit projekteringsfasen enligt en ny metod som kallas Visuellt Planering som utvecklats av Peab men med Toyotas produktutvecklingsprocess och Lean-principer som förebild. Denna metod är också en del av det omfattande industrialiseringsarbete som pågår inom företaget. Genom denna metod åstadkom man en komprimerad projekteringsfas, färre fel, högre engagemang och mindre tidsåtgång.

Projekteringsteamet är unikt sammansatt för detta projekt, dock deltog flera av aktörerna i det projekt som nyligen genomförts och som har stora likheter med detta projekt. Platschefen deltar i projekteringsteamet och bidrar med sin kunskap om produktionsförutsättningar och samtidigt får god insyn i de tekniska lösningar som väljs i projektet.

Under projekteringsfasen löses tekniska problem på detaljnivå och vid de täta projekteringsmötena utbyts viktig information mellan de olika projektörerna. Installationsprojektörerna hör till firmor som också utför arbetena på bygget och därmed skapas tydliga länkar mellan projektering och produktion. Viktig information från exempelvis konstruktören till betongelementfabriken tas fram tidigt så att de kan förbereda sin produktion och tillverkning så att leveranstidplanen ska hålla.

Grundarbeten

Grundarbetena utförs av Peab och innebär schaktning, gjutning av grundkonstruktioner och framdragning av installationer. Dessa arbeten sker med traditionella metoder och är uteslutande arbeten som utförs på byggplatsen.

Tillverkning

Betongelementen tillverkas i en fabrik som ägs av Peab, till vilken man har en traditionell beställare/leverantör-relation och Peabs personal är inte inblandade i tillverkningsprocessen. Detta gäller också för andra förtillverkade komponenter som balkonger och utfackningsväggar.

Byggnadsarbete

Byggnadsarbetet i detta projekt är delvis ett montagearbete eftersom den bärande stommen och en del andra komponenter är förtillverkade. Bjälklagen är halvprefabricerade och kräver till stor del traditionellt armerings- och betonggjutningsarbete. Platsledningen och arbetslagen planerar tillsammans montage- och gjutningsarbete för att tillsammans komma fram till den mest effektiva processen för detta, som är en nyckelprocess som styr hur resten av projektet kan drivas framåt.

Inom projektet har man uppnått substantiella inlärningsvinster och man har halverat tiden för arbetena med montage och gjutning av ett våningsplan med tillhörande väggar, från ca 14 dagar till 7-8 dagar. Processen har justerats på många sätt, bland annat har montageordningen optimerats i ett samarbete mellan yrkesarbetarna, kranföraren och arbetsledaren så att arbetet nu flyter friktionsfritt och utan väntetider. En annan sak är att man använder lyftkranen för att placera fönster och gipsskivor på våningsplanen innan nästa bjälklag monteras i stället för att hyra in en lastmaskin för detta arbete som då dessutom tog längre tid. Sådana små förändringar har gjort att effektiviteten har ökat dramatiskt inom dessa arbetsmoment.



Figur 28 Bjälklagen består av förtillverkade plattbärlag som färdigställs med platsgjuten betong

Avslutande arbete på byggplatsen

När man kommit upp några våningar med stommen påbörjas stomkompletteringen med att utfackningsväggar, fönster och dörrar monteras för att få huset tätt och påbörja uttorkning av betongen. Vissa skarvar mellan betongelementen måste slipas och spacklas innan de kan tapetseras eller golvläggas. Köksinredning monteras och badrum byggs helt på plats med alla de arbetsmoment som krävs, exempelvis fuktsäkring, kakling, målning, installationsarbeten etc.



Figur 29 Köksinredning inför montage på byggarbetsplatsen

Stödprocesser

I den projektfokuserade organisationen finns en del stödprocesser för att stödja de olika projektorganisationerna. Man har ett intranät där information och data kring produktionsmetoder, rutiner för inköp, rutiner för produktionsplanering, ekonomisk uppföljning, kvalitetsarbete etc finns samlat.

Det saknas stödprocesser för erfarenhetsåterföring och kunskapsåterföring. Ett exempel på det är att ingen systematik för att fånga yrkesarbetarnas erfarenheter i arbetet med betongelementen trots att leverantören är ett dotterbolag till Peab och man därmed har nära och långsiktig relation.

Standardiserade delprocesser

En viktig och tydlig delprocess som standardiserats är Visuellt Planering som använts i projekteringsfasen i detta projekt.

Visuell Planering

Denna metod har utvecklats av företaget som ett led i att skapa effektivare delprocesser och baseras på Lean-principer. Metoden har ursprungligen hämtats från Toyotas metod för produktutveckling och justerats för att fungera i byggprojekt.

Visuell Planering innebär att planering, mål och värderingar i projektet utarbetas tillsammans av projektteamet och att detta visualiseras för att öka tydligheten. Projekteringsteamet består av projektörer, platschef, projekteringsledare och inköpare vilket gör att projektering och produktion knyts närmare varandra. En praktisk

grundförutsättning för Visuell Planering är att projekteringsmöten hålls ofta, men med korta möten, i det studerade projektet hade man möte en gång i veckan. Detta förutsätter hög aktivitet hos de inblandade så att projekteringen går framåt mellan de täta mötena. Alla möten hålls på samma plats under projektets gång, i den så kallade sambandscentralen.

I början av ett projekt sätts tid av för att gemensamt diskutera och fastställa hur samarbetet ska ske, vilka värderingar och vilka mål som projektet ska innehålla. Därefter skapas en tidplan tillsammans där alla inblandade deltar. Detta gör att tidplanen blir mer rättvisande samt att engagemanget ökar eftersom alla tillåts påverka tidplanen och upplägget på arbetet. Mål, värderingar och tidplaner sätts upp på stora tavlor på väggarna i sambandscentralen för att ge överskådlighet och visualitet. Här sätter man också upp en Till/Från-matris där frågor från en aktör till en annan sätts upp med "Post-it-lappar" samt en lista med "knäckfrågor" dvs sådana som någon upplever som svåra att lösa på egen hand och som riskerar att försinka projektets framdrift. Under möten skrivs inga protokoll, endast en lista på de beslut som fattats under mötet. Detta gör också att mötena blir viktiga att delta i eftersom det är där informationen flödar.



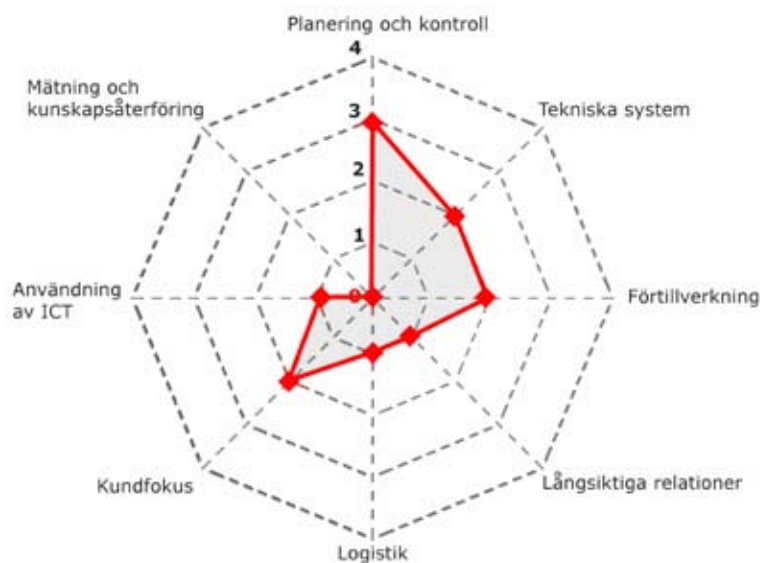
Figur 30 Tidplanen definieras under ett projekteringsmöte med metoden Visuell Planering



Figur 31 Färdiga bostadshus i projektet

Analys av industrialiseringsgraden

Detta projekt har genomförts av ett traditionellt byggföretag med ett renodlat projektfokus och begränsat processfokus vilket tydliggörs i bedömningen av industrialiseringsgraden. Dock har man inom företaget startat ett arbete med utveckling mot industrialisering och delar av detta appliceras inom projektet, exempelvis den innovativa planerings- och projekteringsprocessen som är ett gott exempel på delar som kan effektivisera och industrialisera byggprocessen. Den sammanlagda bedömningen av industrialiseringsgraden för detta projekt illustreras i Figur 32.



Figur 32 Bedömning av projektets industrialiseringsgrad

Det finns flera delområden som skulle behöva utvecklas till högre nivåer för att fördelarna med ett utvecklat industriellt bostadsbyggande skulle visa sig tydligare. Genom att i större utsträckning arbeta med utvecklade byggsystem och tillhörande förtillverkning skulle en högre kontinuitet i dessa tekniska lösningar uppnås. Då skulle behovet och nyttan av uppföljning och mätning bli tydligare och genom att utveckla detta skulle rutiner likt ständiga förbättringar skapas och ge effektivitetsvinster i kommande projekt.

I projektet arbetar man med en projektgrupp som man trivs med och som visat sig fungera bra ihop. Detta skulle kunna systematiseras och en strategi för långsiktiga relationer utvecklas, så att styrkan i långsiktigt samarbete skulle kunna utnyttjas bättre. Genom detta skulle man också öka motivationen hos de inblandade att satsa på gemensamma IT-stöd som då skulle möjliggöra effektiviseringar genom informationsmodeller ur vilka mängder, kalkyler, etc skulle kunna utvinnas.

Nyckelfaktorn i Peabs möjligheter till ökad industrialisering bedöms ligga i det starka projektfokus man har i organisationen. Genom att satsa på kontinuerliga utvecklingsinsatser för både tekniska och processrelaterade frågor skulle stora förtjänster möjliggöras.

Fallstudie 3

Denna fallstudie gjordes på Det Ljuva Livet (DLL) som är ett samarbetskoncept mellan byggföretaget NCC och hustillverkningsföretaget Finndomo. Konceptet startade med att företagen gick samman i SABOs tävling om kostnadseffektivt bostadsbyggande år 2002, vilken man vann med sitt koncept. Sedan dess har ett flertal projekt byggts och konceptet har utvecklats vidare. DLL är en välutvecklad produkt för tvåvånings- bostadshus, med fastlagda ramar för utformningen av husen, dock kan olika mix av lägenheter kombineras på olika sätt utifrån projektets förutsättningar.

Konceptet styrs av NCC i nära samarbete med Finndomo. NCCs roll är att hålla i affären med kunder, hitta tomter och leda projekten från start till slut samt att utveckla själva produkten kontinuerligt. Finndomos roll är att tillverka, montera och komplettera husen ovan grund samt delta i utvecklingen av produkten och processen runt den.

Bostadsprojekt med 2-våningshus

I en förort till Stockholm utvecklas ett nytt bostadsområde, i vilket 36 lägenheter byggs som bostadsrätter med DLL-konceptet.

Beskrivning av DLL:s industriella byggande

Planering och kontroll av processerna

DLL är en välutvecklad produkt, för vilken en process är utvecklad och används på samma sätt i alla projekt, med tydliga beskrivningar av de olika aktörernas ansvarsområden. Finndomos roll är att tillverka, montera och komplettera husen till färdiga bostäder. För detta har man alla projekteringsdiscipliner såsom konstruktion, el- och VVS-projektörer som känner produkten och produktionssystemet väl.

Tillverkningen sker i företaget fabrik och detta styrs av produktionschefen och fem arbetsledare i fabriken. Man har fasta rutiner för möten varje vecka där projektering, planering och tillverkning stäms av. Montage sköts av underentreprenörer som arbetar i nära partnerskap med Finndomo. För montagefasen uppstår dock ofta brister i planering och samordning.

Utvecklade tekniska system

DLL bygger på ett byggsystem med trästomme. Produkten DLL är definierad och dokumenterad med hjälp av standardiserade ritningar för alla byggnadsdelar. Installationer baseras på standardkomponenter som specifikt satts samman för denna produkt. För grunden används ett standardiserat system med betongelement.



Figur 33 Ett volymelement i fabriken

Förtillverkning av byggnadsdelar

Graden av förtillverkning är generellt sett hög. Volymelementen tillverkas i Finndomos fabrik och är kompletta med fönster, dörrar, panel på yttreväggar, alla interiöra ytskikt, helkallade badrum, köks- och badrumsinredning, vitvaror samt el- och VVS-installationer.

Taket tillverkas som plana element i Finndomos fabrik och monteras på byggplatsen där det kompletteras med takpannor. Trappor och balkonger tillverkas också i Finndomos fabrik. Grundelementen förtillverkas måttanpassat och levereras av en extern leverantör till NCC som ansvarar för grundarbetena.



Figur 34 Tillverkning av väggelement i fabriken

Långsiktiga relationer mellan aktörerna

Relationen mellan NCC och Finndomo är ett långsiktigt samarbete kring DLL-konceptet, vilket var en förutsättning redan då produkten utvecklades och är definierat och strukturerat i ett långsiktigt kontrakt. I DLL-projekt anlitas alltid samma arkitekt för planering av bostadsområdet och lägenhetsmixen.

Montage sköts av underentreprenörer till Finndomo som uteslutande arbetar åt dem och därmed karakteriseras som långsiktigt samarbete.

Logistik integrerat i byggprocessen

När volymelementen är klara för leverans så lastas det material som behövs för montage och kompletterande arbete i rätt volymelement, för att minimera intern materialhantering på byggplatsen och säkerställa att rätt material finns på rätt plats. När volymelementen levereras så sker också leverans av takelement och kompletterande material så att taken kan monteras och byggas omedelbart efter volymelementens montage. Volymelementen lyfts direkt från lastbilen till inbyggnadsstället och ingen omlastning eller lagring sker på byggplatsen.

I fabriken sköts materialhantering av den egna personalen och inga leverantörer är engagerade inne i fabriken. På byggplatsen

hanterar montageentreprenören materialflödet, främst kring trappor, balkonger och takmaterial, medan material för grundarbetena hanteras av grundentreprenören. Det finns ingen utarbetad strategi för logistiken på byggarbetsplatsen.



Figur 35 Material packas i volymelement inför transport

Kundfokus

Produkten utvecklades och utformades för ett definierat kundsegment och särskilda kriterier som sattes upp i tävlingen för bostadskoncepten. Lägenheterna har hög standard och effektivt rumsutnyttjande. När DLL byggs för hyreslägenheter så är valmöjligheterna starkt begränsade och byggherren gör de aktuella valen. När man bygger bostadsrätter är variationsmöjligheterna större och kunderna kan själva välja utrustning och färger utifrån ett definierat urval.

Användning av informations- och kommunikationsteknik (ICT)

All information om produkten finns lagrad på en produktdataserver som både NCC och Finndomo har full tillgång till. Finndomo har alla ritningar för DLL lagrade som standardritningar i en databas för produkten. Inga 3D-objekt eller -modeller är utvecklade för produkten och inga digitalt styrda maskiner används i tillverkningen.

Systematisk prestationsmätning och erfarenhetsåterföring

Mätning av prestationer är begränsad inom DLL-konceptet. Erfarenheter samlas in vid möten som hålls efter varje avslutat projekt, där representanter som produktägare, projektörer, produktionsledning och montage deltar. Erfarenheter från de genomförda projekten samlas in och används för vidareutveckling av produkten.

En referensgrupp i fabriken träffas regelbundet för att diskutera produktionsfrågor och förbättringar. Ett affärssystem håller på att

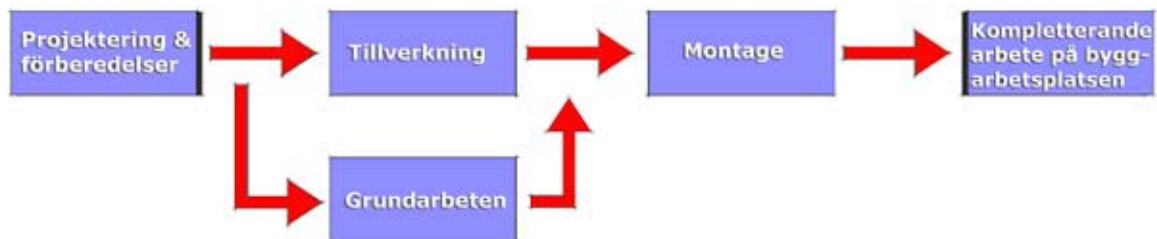
installeras i fabriken och kommer att ge möjlighet för tidsstudier för alla arbetsuppgifter i fabriken.

Processen för DLL

Den övergripande processen kring samarbetet mellan de två huvudaktörerna NCC och Finndomo är väldokumenterat och specificerat i ett processschema. Processtrukturen är dokumenterad för att vägleda aktörer i processen och visa flödet av aktiviteter samt vem som gör vad. Detta dokument anses viktigt av flera av de inblandade personerna och DLL:s konceptägare kommenterade detta;

”Det har definitivt varit värdefullt för oss att dokumentera processen annars skulle folk inte veta vad de skulle göra. Det tydliggör gränserna för varje aktörs ansvar.”

Inom NCC finns en grupp som ansvarar för produkten DLL. Denna grupp har utarbetat bl a en informationspärm med material för byggherrar som ska bygga DLL-hus. Gruppen stöder projektledaren genom processen, så att man har nytta av att man bygger en produkt och inte ett unikt byggnadsverk. Gruppen styr inte byggprocessen utan är endast en supportfunktion. På Finndomo har man en person som ansvarar för produkten DLL och hur man ska arbeta med denna inom företaget. Denne person och DLL-gruppen på NCC har ett nära samarbete och stämmer kontinuerligt av erfarenheter sinsemellan.



Figur 36 Schematisk beskrivning av bostadsprojektets process

Projektering och förberedelser

I planeringen av ett DLL-projekt stödjer NCC:s konceptägare projektledaren som följer den struktur som finns definerad för konceptet. I dialog med NCC och Finndomo utformar arkitekten bostadsområdet och mixen av lägenheter. Ett möte hålls där NCC:s projektledare, konceptägaren, Finndomos projektledare samt byggherren är representerade och alla specifika omständigheter för projektet går igenom.

Finndomo hanterar all projektering av husen, vilket främst innebär projekthanpassning av de standardritningar som finns för DLL. Ett nyckeldokument är tillverkningsordern (TO) som innehåller alla detaljer för projektet gällande exempelvis kulörval, utrustning, vitvaror etc. Detta dokument används av projektörerna som underlag för tillverkningsritningarna samt av inköparen för alla inköp till projektet.



Figur 37 En tillverkningsorder fastsatt på volymelementet i fabriken

Tillverkning

Tillverkningen planeras med utgångspunkt i tillverkningsritningarna och TO:n. Varje måndag hålls ett produktionsmöte där projekterings- och tillverkningsledningen träffas och går igenom veckans tillverkning och deadlines för leverans av handlingar den kommande tiden definieras.

I fabriken byggs vägg- och bjälklagselement på vändbara arbetsbord. Dessa sätts samman till volymelement som sedan rullar på tillverkningslinan och kompletteras till färdiga enheter med ytskikt och inredning. TO:n sätts upp på varje volymelement så att korrekt information om utrustning finns tillgänglig för produktionspersonalen.

Finndomos projektledare är aktiv i processen till dess att volymelementen lämnar fabriken. Efter detta överlämnas kontrollen av processen till montageledaren.



Figur 38 Montering av skåpsinredning i ett volymelement i fabriken

Grundarbeten

Grundarbetena är det första som utförs på byggarbetsplatsen. Grunden byggs med förtillverkade betongelement och anslutningar till installationer förbereds.



Figur 39 Grunden till husen byggs med förtillverkade betongelement

Montage

Volymelementen och övriga byggnadsdelar transporteras till byggsplatsen på lastbil och lyfts direkt från bilen till inbyggnadsstället. Omedelbart efter att volymelementen monterats så läggs takelementen på för att skydda mot nederbörd. Montaget går snabbt och i det studerade projektet monterades 8 lägenheter på två dagar.



Figur 40 Ett volymelement monteras på byggsplatsen

Kompletterande arbete på byggsplatsen

Efter att taket lagts på husen startar kompletteringsarbetena som främst består av inkoppling av installationer, färdigställande av golvytor, takarbete och yttre trappor och balkonger. Dessa arbeten utförs av underentreprenörer till Finndomo.

Då projektet är färdigställt hålls ett möte mellan NCCs projektledare, Finndomos projektledare, projekteringsansvarige och montagechefen för att fånga erfarenheter från projektet.



Figur 41 Köken är färdiga från fabrik och ska endast kopplas in på byggsplatsen

Stödprocesser

Konceptägarskap

NCCs konceptägare är en viktig roll för produktens kontinuitet eftersom denne fångar erfarenheter och för in detta som förbättringsåtgärder för konceptet. Denne person är också viktig som stöd till projektledare som ska arbeta med DLL eftersom han har erfarenhet från tidigare projekt. I detta arbete är konceptpärmen som innehåller information om både produkten och processen kring DLL ett viktigt verktyg.

Produktutveckling

DLL utvecklades som en produkt från början med målet att den skulle byggas kontinuerligt över tiden och inte uppföras som ett unikt projekt. En viktig del i detta var det nära samarbetet mellan NCC och Finndomo. När man hade utvecklat produkten så byggdes

en prototyp i full skala för att visa alla detaljer och produktionsmoment samt för att få ett visningshus att använda i marknadsföringen. Detta visade sig vara mycket användbart och ett flertal tekniska lösningar ändrades inför den fullskaliga produktionen och man undvek därmed många problem och produktionsstörningar.

När nya lösningar krävs inför ett nytt DLL-projekt så utvecklas de inom ramen för detta projekt, men tas sedan över av konceptägaren så att lösningarna lever vidare för konceptet och en naturlig vidareutveckling av produkten åstadkoms.

Ständiga förbättringar

Produkten DLL är i ständig utveckling och detta arbete hanteras av en arbetsgrupp med representanter från NCC och Finndomo. Arbetet är systematiserat så att utvecklingssteg lanseras var sjätte månad. Erfarenheter som inhämtats från de genomförda projekten är viktiga parametrar för den kontinuerliga utvecklingen och utifrån detta skapas små utvecklingsprojekt där såväl tekniska som processmässiga förbättringar görs.



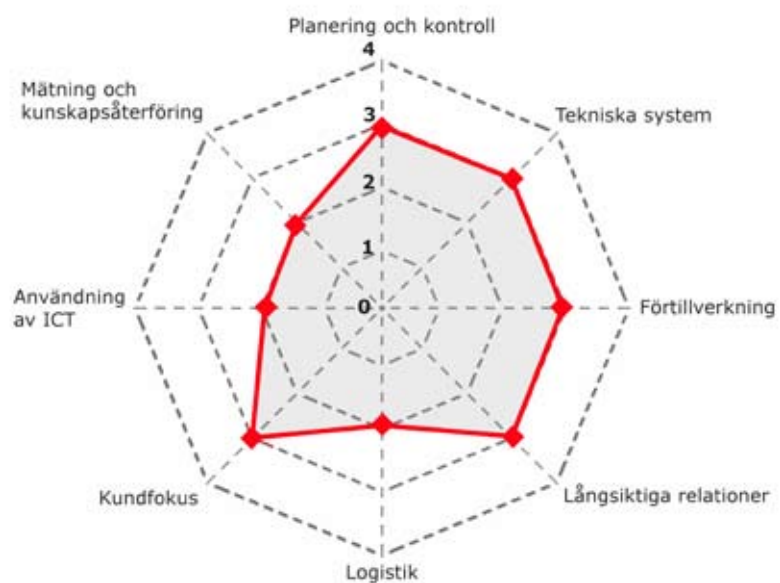
Figur 42 Ett av de färdiga husen i projektet

Analys av industrialiseringsgraden

Detta koncept har fått relativt höga nivåer i bedömningen av industrialiseringsgraden. Konceptet har utvecklats med ett industriellt tänkande från början och ett tydligt produktfokus har gjort att man hållit en hög nivå av kontinuitet både avseende de tekniska aspekterna och de processrelaterade. Detta har också fört med sig att man arbetat med produktutvecklingsmetoder och uppföljningar och därmed kunnat arbeta med att ständigt förbättra och förfina såväl teknik som arbetsmetoder.

Den sammanlagda bedömningen av industrialiseringsgraden för DLL illustreras i Figur 43.

Eftersom detta koncept har hög grad av kontinuitet skulle ökade insatser av mätning och uppföljning vara naturligt och ge användbar information för vidare utveckling av såväl teknik som processer. En ökad IT-användning skulle också vara lämpligt eftersom den tydligt definierade produkten då exempelvis skulle kunna simuleras med informationsmodeller och ytterligare vinster och effektiviseringspotential skulle kunna utvinnas. Byggplatsarbetena och tillhörande logistik borde vara ett område för förbättring och särskild uppmärksamhet. Här skulle enkla insatser kunna minska de risker man utsätter konceptet för genom att systematisera processerna, minimera kompletteringsarbetet och ytterligare öka långsiktigheten med de aktörer som sköter montage och kompletteringsarbete.



Figur 43 Bedömning av DLLs industrialiseringsgrad

Analys av fallstudierna

I detta avsnitt analyseras de tre fallstudierna översiktligt och några utmärkande drag hos de olika koncepten diskuteras.

Industrialiseringsgrad

Inget av företagen i fallstudierna når nivå 4 i något delområde. Detta tydliggör att ett utvecklat industriellt bostadsbyggande kräver stora insatser av utveckling över tiden för att lyckas och för att få de olika delarna att samverka och stärka varandra. Företag i byggbranschen är inte vana vid att arbeta i långsiktiga, kontinuerliga processer, där ständiga förbättringar och uppföljningar är grundläggande för utvecklingsarbetet. Detta visar sig i att alla tre företagen får låga

nivåer på detta område, även de som har goda förutsättningar för kontinuerligt arbete och processfokus.

De två volymelementbyggande företagen har liknande implementeringsgrad i områdena Tekniska system och Förtillverkning vilket är naturligt eftersom koncepten är lika varandra. Skillnaden är tydligare gällande delområdena Planering och kontroll och Långsiktiga relationer. Förklaringen till detta är troligen att DLL är inriktat på en väldefinierad produkt och med ett tydligt långsiktigt engagemang från de inblandade nyckelaktörerna, medan MB bygger unika bostadshus som skiljer sig åt mellan de olika projekten. För MB skulle det behövas en tydligare strategi och krävas tydligare val av vilka projekt man ska arbeta med för att utveckla dessa delområden vidare.

En tydlig koppling mellan två delområden kan noteras gällande Långsiktiga relationer och Mätning och uppföljning. För dessa två delområden är kontinuitet centralt och de företag som arbetat med att skapa kontinuerliga samarbeten och gemensamma satsningar har också valt att arbeta med uppföljning och mätning eftersom det ger viktig information om nuläget och indikerar hur man ska vidareutveckla både teknik och processer.

De tre fallstudierna ger tre olika bilder av hur implementerat konceptet är och visar en ögonblicksbild av de olika företagens industrialiseringssituation. Är dessa bilder resultatet av strategiska satsningar och är de uppnådda nivåerna optimala för företagens verksamhet, eller är de resultatet av hur det "råkat bli" i de olika företagen? Troligen är svaret något mitt emellan. Höga implementationsnivåer är troligen resultatet av strategiska satsningar medan låga nivåer indikerar att områdena inte varit föremål för utveckling eller strategiska val. I fallstudierna visas exempel på såväl områden som utvecklats strategiskt som områden som är under stark utveckling, men även områden som inte fått någon större uppmärksamhet. För att åstadkomma starka industriella bostadskoncept krävs tydliga strategier och medvetna satsningar på de olika delområdena så att en balans uppnås och att man därigenom på bästa sätt kan uppfylla kundernas önskemål. Därmed inte sagt att alla företag ska uppnå nivå 4 i alla delområdena, det beror på förutsättningarna för verksamheten, kundsegment, tekniska val etc.

Processtruktur

För DLL har man tydligt dokumenterat processen och tydliggjort dess olika faser och olika aktörers ansvarsområden. Detta har uppfattats som positivt och förnklande av de inblandade aktörerna, särskilt för nya aktörer som ska arbeta med konceptet. Eftersom DLL är en väldefinierad produkt som byggs på samma sätt varje gång är nyttan med en sådan dokumenterad process väldigt tydlig. För både MB och Peab är processen inte dokumenterad i samma utsträckning. För MB ser processen liknande ut även om projekten skiljer sig åt, så i deras fall skulle en tydligare dokumentation av processen vara nyttig och välgörande. Avsaknaden av en tydlig processtruktur gör troligen att avvikelser lättare sker, med minskad effektivitet

som följd. Detta är tydligt i Peabs projekt där man lyckades minska cykeltiden avsevärt för stomresningen, efter att man analyserat och modifierat arbetsgången efter första huset.

En tydlig övergripande process och välutvecklade delprocesser är viktiga beståndsdelar för framgångsrikt industriellt byggande. Delprocessen Visuell Planering som användes i Solfångaren är ett intressant exempel på detta, där den nya delprocessen gjorde att arbetet blev effektivare och fick högre kvalitet samtidigt som de inblandade personerna upplevde större engagemang och delaktighet i arbetet.

Inom DLL var det tydligt att man arbetade med starkt produkt- och processfokus då man efter varje genomfört projekt hade genomgång med de inblandade aktörerna och fångade upp erfarenheter som sedan används för vidareutveckling. Här hade man uppnått goda kopplingar mellan projektens genomförande och de kontinuerliga utvecklingsprocesserna.

Produkt- och processutveckling

DLL utvecklades som en produkt i en separat produktutvecklingsprocess och man byggde en prototyp för att testa och utvärdera olika lösningar. Detta är ett gott exempel på hur metodik från tillverkningsindustrin kan appliceras i industriella byggprocesser och Lean Design som innebär att man redan i designfasen undviker fel och "slöseri" i produktionsfasen genom att eliminera dem från de tekniska lösningarna.

MB har ett byggsystem med hög flexibilitet trots ett standardiserat tekniskt system. Detta är kärnan i deras koncept och skulle kunna utvecklas vidare till en teknisk plattform. Utifrån en sådan plattform skulle sedan olika koncept kunna definieras där genomarbetade moduler kunde kombineras ihop till unika byggnader, med mer robusta och tillförlitliga tekniska lösningar som följd. Detta skulle ge positiva följder i alla delar av processen.

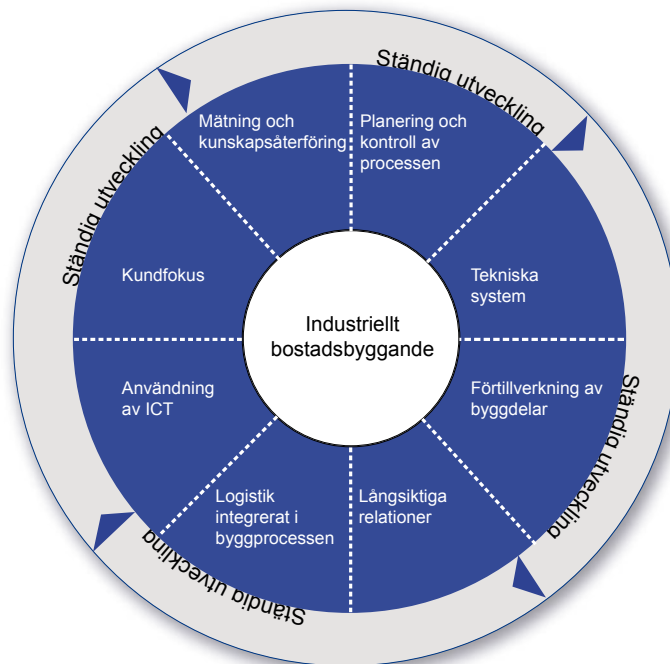
I nära koppling till produktutvecklingen bör processutvecklingen ske, för att tekniska lösningar ska stödjas av välutvecklade och anpassade delprocesser. Detta bör vara en naturlig del av utvecklingsarbetet på samma sätt som teknisk utveckling är, för att hela tiden vidareutveckla arbetsmetoder och rutiner som stödjer verksamheten, både i projekten och i det kontinuerliga arbetet med tekniska lösningar.

Modeller för industriellt bostadsbyggande

I detta kapitel presenteras modeller för industriellt bostadsbyggande och processen kring detta. Modellerna är utvecklade med utgångspunkt i materialet i detta forskningsprojekt.

Processmodell för industriellt bostadsbyggande

Industriellt bostadsbyggande baseras på åtta delområden som tillsammans utgör konceptet, vilket beskrivs i denna rapport. Detta sätt att beskriva industriellt bostadsbyggande har verifierats och testats i forskningsprojektets referensgrupp samt i de tre fallstudier som genomförts inom ramen för projektet. För att sammanfatta och beskriva konceptet har en modell utformats och den illustrerar tydligt att de åtta delområdena sinsemellan är beroende av varandra och att dessa ständigt ska utvecklas i strävan mot perfektion, se Figur 44. Modellen är utformad som ett hjul, där de åtta delområdena utgör sektorer i hjulet. Ständiga förbättringar illustreras som "däcket" som omger alla delområdena och leder dem framåt.

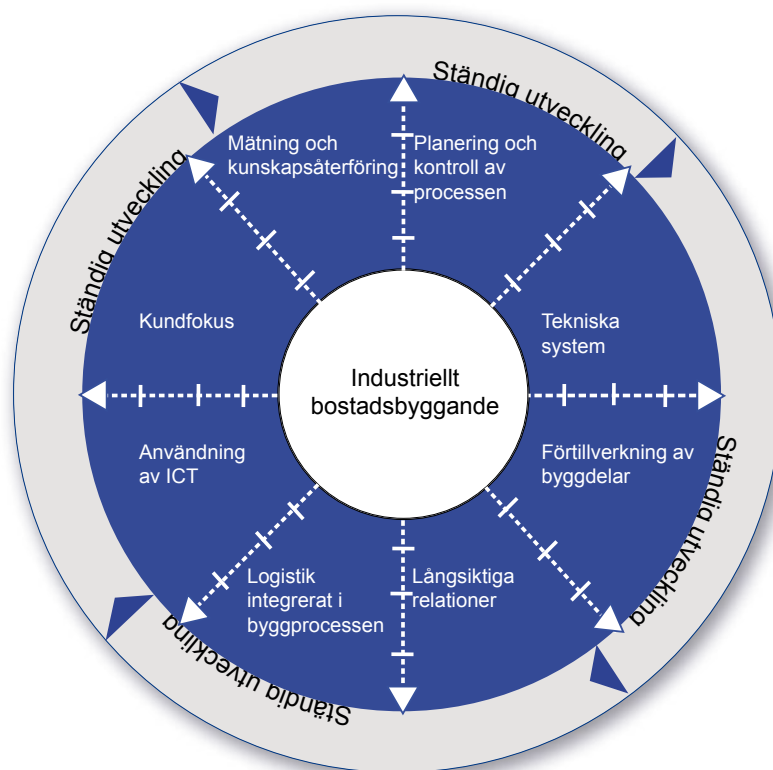


Figur 44 Illustration av Processmodellen för Industriellt bostadsbyggande

Modellen är applicerbar på företag som arbetar inom området industriellt bostadsbyggande, antingen aktörer som ensamma kontrollerar hela processen eller grupper av samverkande företag med olika kärnverksamheter, som tillsammans arbetar med konceptet i olika delar av värdekedjan.

Konceptets olika delområden kan vara utvecklade och implementerade till olika grad, från nivå 0 till nivå 4, vilket presenterats tidigare i denna rapport och illustreras i modellen i Figur 45. Lämpliga nivåer för ett särskilt företag, eller samverkande grupp av företag, skiljer sig från fall till fall och måste baseras på processens mål och de krav som ställs på den. Att uppnå en hög generell nivå är naturligtvis fördelaktigt och det är viktigt att uppnå en balans mellan delområdena som svarar mot företagets affärsidé, marknadsstrategi, produktflora etc så att en effektiv process som kan uppfylla kundernas krav kan uppnås. Med detta kan konstateras att den balans och sammansättning av de olika delarnas nivåer är unik för varje företag eftersom det råder olika förutsättningar för olika affärsupplägg, produkter, produktionsmetoder och det viktiga är att nå den balans som är optimal för det aktuella fallet.

De olika delområdena är inbördes beroende av varandra. Utvecklingen av de olika delområdena måste följaktligen drivas baserat på en övergripande strategi, där de inbördes relationerna och påverkan mellan de olika områdena är utredda och analyserade, eftersom det annars är risk för suboptimeringar där utvecklingssteg i olika delar kan motverka varandras syfte.



Figur 45 Processmodellen för Industriellt bostadsbyggande, där delområdena kan utvecklas till olika nivåer

Modellen kan användas som ett verktyg för bedömning av industrialiseringsnivån i de åtta delområdena och ger då en ögonblicksbild av ett företags utveckling inom området industriellt bostadsbyggande. Företag som utvecklar sin industrialisering kan använda verktyget med regelbundenhet över tiden och på så vis dokumentera sin utveckling och hur implementeringsnivån förändras. Denna dokumentation kan användas för strategisk analys kring kommande utveckling och prioriteringar av förbättringsinsatser.

I fallstudierna användes processmodellen för bedömning av industrialiseringsgraden i olika företag, med såväl projekt- som processfokuserad verksamhet. Modellen konstaterades fungera för båda dessa inriktningar, eftersom modellen är uppdelad i delområden som kan bedömas var för sig. Modellen bygger på synsättet kring processorientering, där kontinuerliga processer är en grundförutsättning. Projektorienterad verksamhet måste ha stödjande kontinuerliga processer och angreppssätt för kontinuerligt arbete utöver det projektfokuserade, för att uppnå hög grad av implementation i denna modell, vilket annars indikeras som svagheter inom dessa områden.

En viktig och användbar del av modellen är dess möjlighet att indikera och illustrera svagheter och styrkor inom ett företags industrialisering. Den illustrerar också att industriellt bostadsbyggande inbegriper all de åtta delområdena och att svagheter på något område påverkar andra delområden och därmed helhetsbilden och graden av implementering. Modellen kan användas för företag eller samverkande grupper av företag, som arbetar med hela byggprocessen. För enskilda företag som arbetar med någon begränsad del av byggprocessen är inte modellen applicerbar eftersom den bygger på helheten. Dock kan den för enskilda aktörer illustrera sammanhanget kring industriellt bostadsbyggande och hur de olika delarna beror av varandra och påverkar helheten i byggprocessen för industriellt bostadsbyggande.

Modellen har visat sig fungera för företag som arbetar med industriellt bostadsbyggande idag, med implementationsnivåer från 0 till 4. De åtta delområdena är av en generell karaktär och kommer att vara relevanta för bostadsbyggande även framöver. Modellen kan dock komma att behöva kompletteras i framtiden, om det visar sig att den generella industrialiseringsgraden inom bostadsbyggandet genomgår en kraftig utveckling. Ett naturligt komplement vore då att införa och definiera en nivå 5, som representerar exempel på utveckling som ledande aktörer inom byggindustrin uppnått, även exempel från andra industrier med användbar teknik eller processer skulle kunna utgöra input till utformning av nivå 5 på de olika delområdena.

Plattformer för teknik och process

Industriellt bostadsbyggande spänner över ett komplext område med både teknik- och processrelaterade aspekter, vilket beskrivs och illustreras av processmodellen. I arbetet med att skapa förutsätt-

ningar för ett industriellt bostadsbyggande, är plattformar lämpliga verktyg att basera verksamheten på. En teknisk plattform och en processplattform vilka utvecklas parallellt och med nära koppling sinsemellan är ett kraftfullt sätt att samla lösningar, metoder och verktyg i ett sammanhang där de är utformade för att fungera och samverka i ett system.

Innehållet i sådana plattformar bör utvecklas i separata utvecklingsprojekt, där en grupp med experter inom olika områden samarbetar för att finna lämpliga lösningar och metoder för verksamheten och dess aktuella produkter.

När plattformarna och dess innehåll är utvecklade till viss grad och börjat användas i verksamheten, behöver de ständigt utvecklas. Utvecklingsbehovet identifieras och dokumenteras då plattformarna används, det vill säga i de byggprojekt som företaget arbetar med, och därmed skapas ett viktigt underlag för vidareutveckling. Denna utvecklingsprocess pågår kontinuerligt och blir en iterativ process där kunskap från de konkreta byggprojekten blir till input till utvecklingsprocessen och där vidareutvecklade lösningar sedan implementeras och används i kommande byggprojekt. Utvecklingen av de båda plattformarna styrs av processägaren, vilket illustreras i Figur 46.

Teknisk plattform

En teknisk plattform bör utvecklas i linje med företagets affärsinriktning, i den mening att plattformen ska stödja de produkter som företaget ska producera och som kunderna efterfrågar. Innehållet i en teknisk plattform består av modulariserade tekniska lösningar för byggdelar av olika slag, för exempelvis stomme, tak, innerväggar, installationer, badrum, inredning etc, där gränssnitten mellan dessa medger flexibilitet och utbytbarhet så att moduler av olika slag kan kombineras ihop till en varierad flora av slutprodukter.

Vilken grad av variation och unicitet som ska kunna åstadkommas av plattformen bestäms av kraven på denna, som måste baseras på den strategi som företaget arbetar efter, där produkt- och kundsegment är definierat. Utöver de byggtekniska modulerna behöver plattformen innehålla tekniska lösningar för produktionshjälpmedel och maskiner och även de ICT-verktyg som krävs för att processen ska fungera effektivt i alla led och hantera informationsflödet.

En teknisk plattform behöver testas och justeras genomgripande innan dess lösningar börjar användas i full skala, så att fel, problem och onödigt arbete minimeras. Plattformen bör också dokumenteras tydligt så att såväl tekniska experter som samarbetspartners och kunder (byggherrar) som ska arbeta med plattformen, får en god förståelse för de möjligheter och begränsningar som finns med denna.

Processplattform

En processplattform utvecklas på samma sätt som en teknikplattform, om än med något andra metoder. Kraven på plattformen ska

baseras på huvudprocessen i företaget varpå olika processmoduler kan utvecklas för att skapa konkreta verktyg som stöd till processen. Sådana moduler kan innehålla metoder och rutiner för olika delar av processen och kan röra informationsöverlämning, erfarenhetsåterföring, metoder för samarbete mellan aktörer, arbetsmetoder för planering och uppföljning etc. De processmoduler som utvecklas ska integreras med den tekniska plattformen så att de stödjer varandra på bästa sätt och ett starkt koncept för både teknik och processer skapas.

Exempel på processmoduler som kan ingå i en processplattform kan exempelvis vara följande:

Strukturerad projektering	Liknande Visuellt Planering som presenterades i fallstudierna, där arbetet struktureras av projektets medlemmar, gemensamma värderingar identifieras, tydlig struktur för informationsflödet, produktionskompetens finns med i projektering etc
Kundinformation	Rutiner och metoder för att utreda kunderna behov och prioriteringar. Rutiner för hur denna information används i produktutveckling och projektering.
Informationsflöde	Rutiner och verktyg för att dela och sprida information inom och mellan företag. Tydlig koppling till processstrukturen och de olika faserna som kräver informationsöverföring
Logistikmodul	Integration av logistik- och planeringsfrågor med tydlig koppling till den tekniska plattformen, för att uppnå ett pålitligt och effektivt materialflöde genom försörjningskedjan
Samverkansmodul	Etablering av rutiner och metoder för hur samverkan mellan aktörer ska ske. Arbete med teambuilding, motivation och förtroende på ett strategiskt sätt med samarbetspartners för att stärka den gemensamma styrkan i försörjningskedjan.

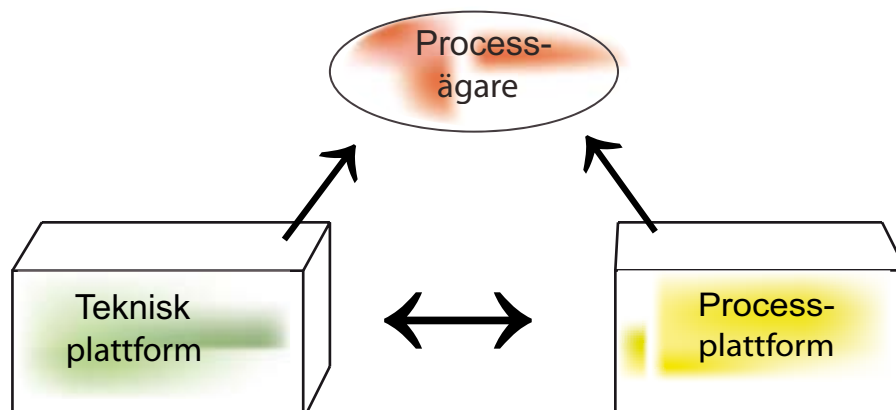
Processägarskap

En industriell byggprocess kräver en tydlig roll för strategiskt, kontinuerligt arbete med processen vilket inkluderar såväl den tekniska och den processrelaterade plattformen, som de unika projekten och alla stödjande processer som krävs för att uppnå en process med integration av dessa olika delar. Rollen som Processägare skär genom företagets, eller de samverkande företagens organisationer och kräver ett mandat att styra processen mot målet att uppnå denna integration och en effektiv process.

Centrala uppgifter för en Processägare är att styra utvecklingen av processplattformen och den tekniska plattformen och se till att dessa integreras med varandra. Processägaren ska också se till att de projekt som använder plattformarna aktivt återför erfarenheter till

utvecklingsprocesserna och därmed bidrar till ständig förbättring. Processägarens relation till de två plattformarna illustreras i Figur 46.

Processägaren ska arbeta i nära samverkan med de ansvariga för respektive delprocess samt med Projektledare för olika specifika byggprojekt. Projektledaren har också en central roll eftersom han/hon ansvarar för byggprojekt som baseras på plattformarna och hanterar alla projektspecifika frågor.



Figur 46 Relationen mellan Processägare, Teknisk plattform och Processplattform

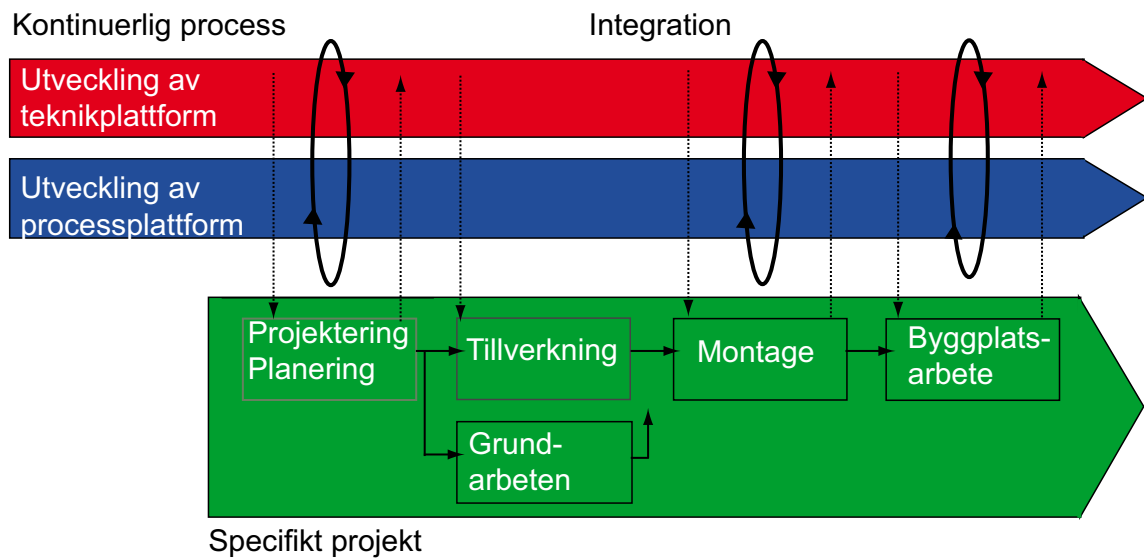
Processtruktur

Ett utvecklat industriellt bostadsbyggande kräver en processtruktur som möjliggör för företag och aktörer att arbeta i enlighet med konceptet som presenterats i modellen ovan. Plattformar för teknik och process utvecklas och förbättras samtidigt som byggprojekt med unika förutsättningar ska åstadkommas åt kunder med specifika krav. Nedan beskrivs en processtruktur som illustrerar hur industriellt byggande förenar kontinuerligt utvecklingsarbete och arbete i specifika byggprojekt och visas i Figur 47.

Byggprojekt och utvecklingsprocesser

En stor del av utformningsarbetet som traditionellt utförs som projektering, sker som produkt- och systemutveckling inom ramen för en teknisk plattform. Detta är ett kontinuerligt arbete där vidareutveckling av de tekniska modulerna ständigt sker.

Designfasen för ett specifikt byggprojekt får karaktären av konfiguration av tekniska moduler som tillsammans bildar en unik byggnad. För designfasen används processplattformens moduler för sådant arbete, exempelvis Visuell Planering och i produktutvecklingsprocessen används produktutvecklingsmetodik som hämtats från fast industri.



Figur 47 Relationen mellan ett specifikt byggprojekt och utvecklingsprocesserna

Projektledaren hanterar projektet, kontakten med kunden och alla unika aspekter kopplat till projektet och är engagerad från början till slut samt stöds av Processägaren i sitt arbete.

Design/konfigurering och förberedelser

Moduler från den tekniska plattformen används i configurationen av den unika byggnaden. I designteamet arbetar man i nära samverkan och har också med kompetens från tillverkning och montage samt viktiga leverantörer för att viktig information ska komma med i denna viktiga fas i projektet.

Planering och förberedelse av tillverkning, montage och arbete på byggplats är välstrukturerat och baseras på processplattformen. I planeringsarbetet deltar personal som ska utföra arbetet för att vara väl rustade för sina arbetsuppgifter. Om nya lösningar ska användas så testas och utvärderas dessa inför produktionsstarten så att alla inblandade är väl förtrogna med dem.

Tillverkning

Tillverkningen av de modulariserade byggdelarna sker i fabrik/-er som är utrustade för effektiv produktion. Produktionsrelaterad information har distribuerats i god tid så att inblandad personal är väl förberedd. Personalen bidrar aktivt till förbättrings och förändringsarbete gällande både tekniska och processrelaterade frågor.

Grundarbeten

Dessa arbeten utförs av en partner som är väl förtrogen med konceptet och dess tekniska lösningar. Arbetena är synkroniserade med efterföljande montagearbete så att ett smidigt arbetsflöde uppnås.

Montage

Montage utförs av personal som känner konceptet och de tekniska lösningarna väl och arbetar enligt metoder ur processplattformen. Personalen har deltagit i planering och förberedelser och är därmed väl förberedda för sina arbetsuppgifter.

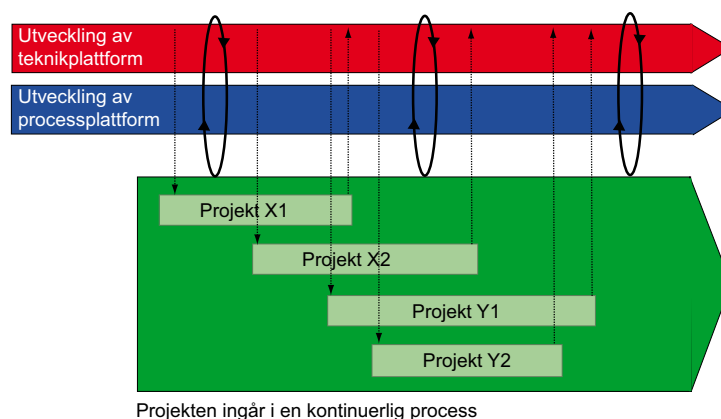
Kompletterande arbete på byggplatsen

Denna typ av arbete är minimal eftersom de tillverkade byggnadsdelarna är kompletta till en hög grad. De arbeten som sker följer en tydlig struktur och erfarenheter följs upp och kommuniceras som en del av processplattformen. Hjälpmedel såsom väderskydd, lyftanordningar etc är en del av den tekniska plattformen och är anpassade för de aktuella arbetena som ska utföras.

Projekt som en del av den kontinuerliga processen

Plattformarna är ständigt föremål för vidareutveckling och detta är en viktig del av en processen i ett industriellt byggföretag. Utveckling i den tekniska plattformen måste synkroniseras med utveckling av processplattformen så att de hela tiden stödjer varandra och bidrar till effektiva processer som levererar bostäder som kunderna efterfrågar, till rätt kostnader.

Projekten utvärderas systematiskt så att information om förbättringspotential fångas och används i utvecklingsprocesserna. Större utvecklingssteg utförs som separata utvecklingsprojekt som lanseras vid särskilda tidpunkter, i analogi med årsmodeller eller versioner av produkter. Denna kontinuerliga process illustreras i Figur 48.



Figur 48 Modell för en industriell byggprocess. Plattformarna utvecklas ständigt och har tydliga kopplingar till byggprocessen.

I den här modellen är byggprojekt med olika grad av unikheter, en del av företaget huvudprocess, dvs att bygga hus, dock sker det med stark och systematiskt definierad koppling till stödprocesserna – utvecklingen av Processplattformen och den Tekniska Plattformen

Processägaren och Projektledaren är nyckelfigurer i den industriella byggprocessen, dock krävs det full support och stöd från företagets högsta ledning för att en verklig processororienterad struktur ska uppnås.

Diskussion

Industriellt byggande är ett viktigt område för byggbranschen i Sverige och utgör i någon mån en nyckelfråga för utvecklingen av hela byggsektorn. Lyckade satsningar på industrialisering innebär möjligheter till ökade vinster i företagen, som då får möjlighet att satsa vidare på utveckling och därmed skapa en positiv trend.

Ett utvecklat industriellt bostadsbyggande lämpar sig främst för nybyggnation. Dock kommer en utveckling inom detta område att kunna påverka andra delar av byggandet som därmed också kan industrialiseras, om än inte på samma sätt. Exempelvis finns ett stort behov av renovering av äldre bostadsbestånd som kräver effektiva metoder för att lyckas. Även byggprojekt med hög grad av unika lösningar kan utvecklas, inte minst genom utvecklade processer.

Många aktörer arbetar med industrialiseringssatsningar även om angreppssätten skiljer sig åt. Detta är en tydlig indikator på att utvecklingen satt fart och när resultaten visar sig kommer viljan att fortsätta utvecklingen förhoppningsvis att öka ytterligare. Denna utveckling innebär möjligheter även för mindre aktörer att etableras sig på den industriella arenan. Detta kan ske som egna satsningar eller genom att en grupp mindre aktörer tillsammans bildar nätverk och partnerskap och därigenom blir starka aktörer tillsammans.

Småhusindustrin har unika förutsättningar att utveckla sin verksamhet, från att endast fokusera på småhus till att utvecklas till producenter även av flerbostadshus. I dessa företag har man en industriell tradition och en vana att arbeta med byggsystem och förtillverkning som är en god förutsättning för vidare utveckling mot industriellt bostadsbyggande. Genom att finna rätt segment på marknaden och för dessa utveckla konkurrenskraftiga koncept, kan man ta andelar på marknaden för flerbostadshus. Dock kräver detta utvecklingsinsatser och långsiktiga satsningar.

Nya möjligheter uppenbarar sig i ljuset av utvecklade industriella koncept för bostadsbyggande, bland annat bör en större marknad än den svenska eller nordiska kunna vara aktuell för utvecklade bostadskoncept. I takt med att man utvecklar flexibla tekniska plattformar och effektiva tillverkningsmetoder så ökar möjligheterna

för export av bostadshus. Detta sker redan i viss utsträckning för småhus, varför skulle det inte fungera för flerbostadshus? Att börja se norra Europa som sin marknad, med exempelvis de nordiska länderna, Tyskland, Storbritannien, Polen, m fl som potentiella marknader så ökar möjligheten att kunna få stordriftsfördelar i produktionen av bostadskoncepten. I detta sammanhang är det naturligtvis oerhört centralt att ha ett högt kundfokus, så att man kan erbjuda det som kunderna efterfrågar och är beredda att betala för, på de olika marknaderna.

Utvecklingen mot industriellt byggande ses inte som positivt av alla. Valiga argument som förs fram är att industriellt byggande leder till storskalighet, enformighet och att byggnader uppförs utan förankring i lokal och regional byggnadstradition och -kultur. Förhoppningsvis behöver de inte oroa sig. Förhoppningsvis har utvecklingen bara börjat och i framtiden kommer det att finnas en mängd olika koncept med stor variation och valmöjlighet för kunder i alla segment på marknaden.

Av avgörande betydelse för det industriella byggande är intresset för och attityden till utveckling. Det finns otroligt mycket att utveckla inom såväl det tekniska, som processrelaterade och organisatoriska områdena. Dock krävs uthållighet, målmedvetenhet och en genuin vilja att utvecklas. Om detta saknas kommer vinsterna med industrialisering att utebli. Utveckling tar tid, särskilt när det handlar om att ställa om en stark kultur som i byggbranschen. De som kommer att lyckas med sitt industriella byggande är de som har förmågan att se möjligheterna och har styrkan och modet att satsa långsiktigt på denna utveckling!

Referenser

- Adler, P. (2001) "Monteringsbyggda flerbostadshus", Kungliga Tekniska Högskolan, Stockholm 2001.
- Adler, P. (2005), "Bygga industrialiserat", Svensk Byggtjänst, Stockholm.
- Agapiou, A. et al. (1998) "The role of logistics in the materials flow control process". *Construction Management and Economics* 16, 131-137.
- Ahrbom, N. (1983) "Arkitektur och samhälle – funderingar över 50 års svensk arkitektur" Arkitektur Förlag AB, Stockholm.
- Apleberger, L. et al. (2003) "ICT 2008 Informations och Kommunikationsteknologi för Bygg, Anläggning och Förvaltning - Ett Innovationsprogram" ICT 2008, Stockholm.
- Arnborg, S., Orrberg, L. & Edblom, A. (2005) Presentation at the seminar "Design i det industrialiserade byggandet – processer och roller" Vinnova, Stockholm 2005-05-18.
- Barlow, J. (1998) "From craft production to mass customization? Customer-focused approaches to housebuilding" *Proceedings IGLC-6, 6th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, Guarujá, Brazil, 1998.
- Barlow, J. (1999). "From craft production to mass customisation: innovation requirements for the UK housebuilding industry". *Housing Studies* 14(1), 23-42.
- Barlow, J. et al. (2003) "Choice and delivery in housebuilding: lessons from Japan for housebuilders" *Building Research and Information* 31(2), 134-145.
- Bergström, M. & Stehn, L. (2005) "Ett effektivt stombyggande i trä" *Bygg & Teknik* Nr 2, 2005.
- Bertelsen, S. (2004) "Lean Construction: Where are we and how to proceed?" *Lean Construction Journal* 2004, Vol 1 #1 2004
- Booth, R. (1996) "Agile manufacturing" *Engineering management journal*, April 1996.
- Boverket (2005) "Bostäder byggda med volymelement – En fallstudie av svenska bostadsprojekt", Boverket, Karlskrona.

- Brege, S. et al. (2004) "Trämanufaktur – det systembärande innovationssystemet", Vinnova Analys 2004:02, Verket för Innovationsanalys.
- Bygghälsokommisionen (2002) "Skärpning gubbar! Om konkurrensen, kvaliteten, kostnaderna och kompetensen i byggsektorn", Statens Offentliga Utredningar 2002:115, Fritzes Offentliga Publikationer, Stockholm.
- Christopher, M. (2005) "Logistics and Supply Chain Management - Creating value-adding networks" 3rd Edition, Prentice Hall, UK
- Crowley, A. (1998) "Construction as a manufacturing process: Lessons from the automotive industry" *Computers and Structures* 67 (1998) 389-400.
- Deeson, A. F. L. (1967) "The Comprehensive Industrialised Building Systems Annual" Product Journals Ltd, West Wickham, UK
- Dicander Alexandersson, M. et al. (1997) "Att lyckas med processledning" *Liber Ekonomi*, Malmö.
- Engfors, C. (red.) (1987). *Folkhemmets bostäder 1940-1960. Svenskt bostadsbyggande under 1940- och 50 talen*, Arkitekturmuseet.
- Engström, D. & Claeson-Jonsson, C. (2005) "Industrialiserat byggande betyder inte nya betonggetton!" *Väg- och Vattenbyggaren*, No 2, 2005.
- Fritzon, M. (2005) "Industrialiserat byggande i Skanskas tappning" *Väg- och Vattenbyggaren*, No 2, 2005.
- Gann, D.M. (1996) "Construction as a manufacturing process? Similarities and differences between industrialized housing and car production in Japan" *Construction Management and Economics* 14, 437-450.
- Gibb, A. G. F. (2001) "Standardization and pre-assembly – distinguishing myth from reality using case study research" *Construction Management and Economics* (2001) 19, 307–315.
- Hellström, A. (2004) "Att bygga med industriella metoder" *Väg- och Vattenbyggaren*, No 5, 2004.
- Hindersson, P. (2005) "Upprepning och samverkan är A och O" *Byggindustrin*, No 33, 2005.
- Ho, D.C.K. et al (2002) "Empirical research on supply chain management: a critical review and recommendations" *International Journal of Production Research*, 2002, Vol 40, No 17, 4415-4430.
- Hormozi, A. M. (2001) "Agile manufacturing: the next logical step". *Benchmarking: An International Journal*, vol 8 No 2, 2001.
- Howell, G. (1999) "What is lean construction -1999" *Proceedings IGLC-7. Seventh Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, Berkely, California, USA 1999.
- <http://www.cscmp.org>, Council of Supply Chain Management Professionals, besökt feb 15, 2006.
- <http://www.ncc.se>, besökt 2005-04-25.
- IGLC-13 (2005) "Proceedings 13th International Group for Lean Construction Conference", Sydney, Australia, 2005.
- International Council for Building Research, Studies and Documentation – CIB (1965) "Towards Industrialised Building" *Proceedings of the third CIB Congress*, Copenhagen, 1965.

- Jacobsson, M. (1965) *Byggandets industrialisering*, Byggnadsindustrins förlag, Stockholm.
- Jones, D. et al. (1997) "Lean logistics" *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol 27 No 3/4, 1997, pp 153-173.
- Lessing, J. (2004) "Industrial production of apartments with steel frame – A study of the Open House System" *The Swedish Institute of Steel Construction, Report 229:4*, Stockholm, Sweden.
- Lessing, J. et al. (2005) "Industriellt byggande är mer än bara prefabricering" *Bygg&Teknik*, No 2, 2005.
- Linderman, K. et al. (2003) "Six Sigma: A goal-theoretic perspective" *Journal of Operations management*, 21 (2003) 193-203.
- Ljungberg, A. & Larsson, E. (2001) "Processbaserad verksamhetsutveckling" *Studentlitteratur*, Lund.
- London, K.A. & Kenley, R. (2001) "An industrial organization economic supply chain approach for the construction industry: a review" *Construction Management and Economics*. 19, 777-788.
- Marmstål, M. (1992) "Byggarna och maskinerna" *Byggförlaget*, Stockholm.
- Mason-Jones, R. et al. (2000) "Lean, agile or leagile? Matching your supply chain to the marketplace" *International Journal of Production Research* 2000, vol 38, No17, 4061-4070.
- Mentzer, J. et al. (2001) "Defining Supply chain management" *Journal of business logistics*, Vol 22, No , 2001.
- Meyer, M. H. & Lehnerd, A. P. (1997) "The power of Product Platforms – Building value and cost leadership" *The free press*, New York, USA.
- Mikkelsen, M. et al. (2005) "Systemleverancer i byggeriet – en udredning til arbejdsbrug" *Institut for Produktion og Ledelse*, Denmark Technological University, Lyngby, Denmark.
- Naylor, B. J. et al. (1999) "Leagility: Integrating the lean and agile manufacturing paradigms in the total supply chain" *International Journal of Production Economics* 62 (1999) 107-118.
- Olofsson, T. et al. (2004) "Produktmodeller i ett flexibelt industriellt byggande" *Teknisk rapport 2004:06*, Institutionen för Samhällsbyggnad, Avdelningen för Konstruktionsteknik, Luleå Tekniska Universitet.
- Olofsson, T. et al. (2004) "Industriellt byggande - byggbranschens nya patentrösning?" *Väg- och Vattenbyggaren*, No 5, 2004.
- Olsson, F. (2000) "Supply chain management in the construction industry -Opportunity or utopia?" *Dep. of Design Sciences, Logistics*, Lund University, Lund, Sweden.
- Paus, K. (1996), *Platsbygge – Prefabbygge inom Sticklingehöjden*, Lidingö, Byggnadsnämnden, Stockholm.
- Rentzhog, O. (1997) "Processorientering – En grund för morgondagens organisationer" *Studentlitteratur*, Lund.
- Roy, R., Brown, J. & Gaze, C. (2003) "Re-engineering the construction process in the speculative house building sector" *Construction Management and Economics* 21(2), 137-146.

- Statens råd för byggnadsforskning (1969) "Elementbyggnad – problem och forskningsbehov" Programskrift Nr 10, 1969, Svensk Byggtjänst, Stockholm.
- Statens råd för byggnadsforskning (1970), "40 sätt att bygga småhus", Svensk byggtjänst, Stockholm.
- Statens råd för byggnadsforskning, Moby-kommitén (1975), "Monteringsbyggda flerfamiljshus".
- Sörqvist, L. (2004) "Ständiga förbättringar" Studentlitteratur, Lund.
- Tarandi, V. (2005) "IT-stöd för ett industriellt byggande – ett gemensamt språk" Väg- och Vattenbyggaren, No 2, 2005.
- The Construction Task Force (1998) "Rethinking Construction" Department of Trade and Industry, London, UK.
- Winch, G. (2003) Models of manufacturing and the construction process: the genesis of re-engineering construction. *Building Research & Information* 2003, 31(2), 107-118.
- Womack, J., Jones, D. & Roos, D. (1990) "The machine that changed the world – The story of Lean Production". Harper Perennial, New York, USA.
- Vriejhoef, R. & Koskela, L. (2000), The four roles of Supply Chain Management in Construction, *European Journal of Purchasing & Supply Management*, Vol 6, pp. 169-178.
- Åberg, U. (2004) "En industrialiserad byggprocess – möjlighet eller myt?" Väg- och Vattenbyggaren, No 5, 2004.

Industriellt byggande

Begreppet industriellt byggande har använts flitigt i debatten om byggbarnschens behov av förändring. Dock saknas en sammanhållen och tydlig definition och beskrivning av begreppet.

Industriellt bostadsbyggande presenteras som ett övergripande synsätt uppbyggt av åtta karakteristiska delområden som alla krävs för att konceptet ska fungera och bilda effektiva produktionssystem för bostäder. Detta synsätt är inspirerat och baserat på moderna produktionsfilosofier som Lean Production, Agile Production och Supply Chain Management.

De åtta olika delområdena påverkar varandra och kan utvecklas till olika grad och den samlade bilden av vilken nivå ett företag befinner sig på är viktig för att utformningen av ett effektivt produktionssystem. De åtta delområdena utgörs av följande:

1. Planering och kontroll av processen
2. Utvecklade tekniska system
3. Förtillverkning av byggdelar
4. Långsiktiga relationer mellan aktörer
5. Logistik integrerat i byggprocessen
6. Kundfokus
7. Användning av informations- och kommunikationsteknik
8. Systematisk mätning och erfarenhetsåterföring

Denna rapport behandlar konceptet industriellt bostadsbyggande som är ett aktuellt ämne i den svenska byggindustrin. Rapporten baseras i sin helhet på den licentiatavhandling "Industrialised House-building – Concept and Processes" som presenterades av Jerker Lessing 2006 och som nu omarbetats till en svensk version.

Boverket

Box 534, 371 23 Karlskrona
Tel: 0455-35 30 00. Fax: 0455-35 31 00
www.boverket.se

