

CHALMERS



Industrialiserat byggande - en nulägesbeskrivning

Examensarbete inom civilingenjörsprogrammet Väg- och vattenbyggnad

ANDREAS DANIELSSON
HENRIC WAHLSTRÖM

Institutionen för bygg- och miljöteknik
Byggnadsekonomi
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg 2005
Examensarbete 2005:95

EXAMENSARBETE 2005:95

Industrialiserat byggande – en nulägesbeskrivning

Examensarbete inom civilingenjörsprogrammet Väg- och vattenbyggnad

ANDREAS DANIELSSON

HENRIC WAHLSTRÖM

Institutionen för bygg- och miljöteknik
Byggnadsekonomi
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, 2005

Industrialiserat byggande - en nulägesbeskrivning

Examensarbete inom civilingenjörsprogrammet Väg- och vattenbyggnad

ANDREAS DANIELSSON

HENRIC WAHLSTRÖM

© Andreas Danielsson och Henric Wahlström, 2005

Examensarbete 2005:95

Institutionen för bygg och miljöteknik

Byggnadsekonomi

Chalmers tekniska högskola

412 96 Göteborg

Telefon: 031-772 10 00

Examinator/Handledare:

Per-Erik Josephson, Bitr. Professor, Byggnadsekonomi

Sveriges Byggindustri Region Väst

FoU-Väst

Ekmansgatan 1

411 32 Göteborg

Telefon: 031-708 41 04

Handledare:

Rolf Jonsson, ordförande FoU-Väst och

Pär Åhman, sekreterare FoU-Väst

Reproservice/Institutionen för bygg- och miljöteknik

Göteborg, 2005

Industrialised building – state of the art
Master's Thesis in Civil Engineering
ANDREAS DANIELSSON
HENRIC WAHLSTRÖM
Department of Civil and Environmental Engineering
Building Economics and Management
Chalmers University of Technology

SUMMARY

The building trade struggles with how it would be possible to produce buildings to a lower cost and at the same time maintain - or rather improve - the quality. Some experts mean that something needs to happen and a new type of construction is necessary. The main purpose of this study is to perform a state of the art about industrialised building and describe the level of knowledge. To be able to answer the main purpose, we have divided it into four sub-purposes: to describe the meaning and the major differences between the conceptions industrialised and industrial building, to identify areas with the largest potential to be industrialised, to illustrate the largest driving forces, and to find any industry which is possible to inspire the construction industry to further development.

The study is based on literature studies and interviews with 25 experts, mainly upper managers. This is to obtain a holistic picture of the level of knowledge, as widely as possible.

At an early stage of the study we noticed a confusion between the conceptions industrialised and industrial building. At this stage, we decided to gather as many definitions as possible to create our own opinion about the conceptions. After analysing the definitions, we found four areas: prefabrication, standardization/system, customer and automation/robotization. These areas worked as our theoretical frame and as a base for the interview questions.

We recommend that there should be a standard definition of the conceptions industrialised and industrial building, for instance produced by an authority or another organisation. A common definition would ease the construction industry to get out the announcement of the conceptions. It would also help in educational purposes, everybody has a common opinion about the conceptions which make it easier to obtain further knowledge. We propose the following definitions:

Industrialised building is the whole process, i.e. all processes that have to occur before the end product is produced.

Industrial building is factory production, there everything which is produced shall be transported to the construction site for assemble.

Some companies already work with factory production. In the factories modules are produced and then transported to the construction site where they are assembled to

one unit. The remaining work that has to be done is minor adjustments, for example painting and electrical installations. The advantages with factory production are for instance: the production is protected from the strain of the weather, repetitive working process and larger volume of purchase.

To create a successful industrial production process, standardization is an important foundation. It is important to work with the information and communication processes with involved parties. Both literature and interview findings strengthen the importance of a well working ICT-function (Information and Communication Technology). If the communication process improves and involved parties get right information at the right time, productivity will be better and quality will increase.

Another thing that is important is to develop the production process to be able to be more effective. With a developed just-in-time system it is possible to improve the material flows. Storage will be minimized and materials will be delivered at the right time. Lean Construction has evolved from the just-in-time concept where one of the corner stones is to increase all activities that are valuable for the customer.

Robotization is most developed in Asia, especially in Japan. This is because of the large supply of engineers in combination with limited space on the construction sites. An example is the automatization production system for high raised buildings. But so far the technology is not economical profitable.

From the interviews we can define three groups within the conception industrialised building: eliminating waste, factory production and well developed design. Industrial building defines as factory production, which is the same definition as the second group of industrialised building. This is a clear sign of the confusion of the conceptions, as we noticed early in the study. We can tell that there are three approaches between the conceptions. The first approach is that there is no difference between the conceptions, the meanings of the words are the same. The second approach is that industrialised building is the whole concept with all processes and industrial building is factory production. The third approach is vice verse compared to the second approach.

The areas with the largest potential to be industrialised that were mentioned during the interviews were: purchase, visualisation and communication. It is of great importance to centralize the purchase function, so large scale advantages can be reached. With a good visualisation it is possible to improve e.g. the design, and then it is possible to prevent unnecessary and costly mistakes. Further, it is of importance to have a well working communication, both with involved parties and customers to be able to describe possibilities and limitations. Start working in teams with all project members, in earlier stages than before, is even a step longer towards working industrialised. However, we believe that visualisation has the greatest potential for the next few years as an important factor in the development.

The most important driving force to work more with industrialised building is that the end product will be produced to a lower cost and with improved quality. Another driving force is that the board of the company has a great commitment. They have to lead the way and give the employees enough resources. An additional driving force is that all involved, from architect to craftsmen, get education in the industrialised

thinking. One more driving force, which was mentioned during the interviews, is to have a great knowledge about the customers' demands.

During the interviews, it was obviously that the car industry is a large inspiration to the construction industry for further development. It is mainly the production system which can be developed in the construction industry, where Toyota Production System is a worthy system of imitation. Other industries which can inspire are e.g. IKEA for their logistic system and customer focus, and the mobile industry for their modern IT-function. We think that the international market have many pieces of knowledge which could inspire the Swedish companies to further developments. Of that reason we recommend a systematic benchmark towards leading companies abroad would lead the Swedish sector in right direction.

At last we would like to highlight that respect towards the individual has to be stronger. The Swedish construction industry has realised the importance of customer focus and elimination of waste. Nothing has been mentioned about the individual as other industries do, it is important for the individual to feel that he/she contribute something in combination with education.

Key words: Prefabrication, standardization, system, customer, automation, robotization

Industrialiserat byggande – en nulägesbeskrivning

Examensarbete inom civilingenjörsprogrammet Väg- och vattenbyggnad

ANDREAS DANIELSSON

HENRIC WAHLSTRÖM

Institutionen för bygg- och miljöteknik

Byggnadsekonomi

Chalmers Tekniska Högskola

SAMMANFATTNING

Byggbranschen brottas med problemet hur det ska bli möjligt att producera byggnader till lägre kostnad med bibehållen kvalitet, eller än hellre förbättrad kvalitet. Många utvecklingsintresserade aktörer menar att det krävs en förändrad tillverkningsprocess. Huvudsyftet med denna studie är att göra en nulägesbeskrivning avseende utvecklingen inom industrialiserat byggande. För att besvara huvudsyftet har vi delat upp det i fyra delsyften: att beskriva innebörden och vilka de väsentligaste skillnaderna är mellan begreppen industrialiserat och industriellt byggande, att fastställa vilka områden som är mest aktuella för en industrialisering, att identifiera de största drivkrafterna till att förändra byggbranschen och att identifiera vilka andra industrier som kan tänkas stimulera till vidare utveckling.

Studien är baserad på litteraturstudier och intervjuer med 25 experter, främst företagsledare och utvecklingschefer.

Tidigt i studien fann vi en begreppsförvirring mellan innebörden av industrialiserat och industriellt byggande. Genom att samla in så många definitioner som möjligt av respektive begrepp och därefter sortera dessa kom vi fram till fyra områden som definitionerna handlar om: fabrikstillverkning/prefabricering, standardisering/system, kund och automatisering/robotisering. Dessa områden har sedan legat till grund för den fortsatta litteratursökningen och utformningen av intervjufrågor.

Vi rekommenderar att det tas fram en standarddefinition av begreppen industrialiserat och industriellt byggande, t.ex. av någon myndighet eller organisation. En gemensam definition skulle underlätta i utbildningssyfte, då alla har en gemensam uppfattning om begreppen. Vi föreslår följande definitioner:

Industrialiserat byggande är helheten, d.v.s. alla processer som måste ske innan slutprodukten är tillverkad.

Industriellt byggande är produktion i en sluten tillverkningsmiljö, där allt som tillverkas skall levereras till byggarbetsplatsen för sammansättning.

Utifrån intervjuerna kunde vi definiera tre centrala teman inom begreppet industrialiserat byggande: eliminering av slöseri, sluten tillverkningsmiljö och utvecklad projekteringsfas. Industriellt byggande definierades som tillverkning i fabriksmiljö, vilket liknar innebörden av ”sluten tillverkningsmiljö”. Detta understryker den rådande begreppsförvirringen.

De utvecklingsområden som ofta nämndes under intervjuerna var inköp, visualisering och kommunikation. Det är viktigt att centralisera inköpen så att volymfördelar kan uppnås. Med en god visualiseringsteknik går det att förbättra t.ex. projekteringen, då det går att förhindra onödiga och kostsamma fel. Vidare är det viktigt att ha en fungerande kommunikation mellan såväl involverade parter i projektet som att kunna berätta möjligheter och begränsningar för kunden. Men vi tror dock att visualisering är den teknik som är mest underskattad. Vi tror att den har stor potential och kommer att få stor betydelse i den fortsatta utvecklingen av industrialiserat byggande.

Den viktigaste drivkraften för ett industrialiserat byggande är att slutprodukten ska bli av högre kvalitet till en lägre kostnad. En annan viktig drivkraft är att företagsledningen har ett stort engagemang för denna utveckling. De måste visa vägen och ge tillräckliga resurser på ett sådant sätt att medarbetarna känner stöd i utvecklingsarbetet. Ytterligare en drivkraft är att alla involverade, från arkitekt till hantverkare, får utbildning i det industrialiserade tänkandet.

Under intervjuerna framkom det tydligt att det är främst bilindustrin som kan inspirera byggindustrin till förändring. Det är framförallt produktionssystemen som kan utvecklas inom byggindustrin, där Toyota Production System ses som ett föredöme. Andra exempel på inspirationskällor är IKEA med sin välutvecklade logistik och nära kundrelationer, och mobilindustrin med en välutvecklad IT-funktion. Vi tror dessutom att den svenska byggindustrin har mycket att lära av den internationella marknaden. En systematisk riktad benchmarking mot ledande internationella företag kan bidra till byggindustrins utveckling.

En av våra slutsatser handlar om företagens värderingar. I Toyota Production System finns det tre grundvärderingar: kunden i första hand, respekt för individen och att eliminera slöseri. Inom industrialiserat byggande diskuteras kundfokus och minimering av slöseri. Men ”respekt för individen” och dennes utveckling nämns sällan. Det är viktigt att den enskilde individens roll lyfts fram i diskussionen.

Nyckelord: Fabrikstillverkning, prefabricering, standardisering, system, kund, automatisering, robotisering.

Förord

Denna rapport är ett examensarbete om 20 poäng på programmet Väg- och vattenbyggnad på Chalmers, inom inriktningen Management i Byggsektorn. Vi har under fem månader befunnit oss i FoU-Västs lokaler på Chalmers Teknikpark. Vi vill tacka Rolf Jonsson och Pär Åhman, FoU-Väst, för att ha gett oss möjligheten att kunna utföra studien och samtidigt tacka för hjälpen och synpunkterna under arbetets gång. Ett särskilt tack vill vi rikta till vår handledare på Chalmers, Per-Erik Josephson, Bitr. Professor på Byggnadsekonomi, som har varit ett stort stöd under arbetets gång och gett oss god vägledning.

Vi vill även tacka alla personer som har avvarat dyrbar tid för intervjuer under vår studie, det har verkligen varit värdefullt för oss! Till sist tackar vi våra opponenter Anna Dahlberg och Julia Strömberg för konstruktiva åsikter på arbetet under studiens gång.

Göteborg, oktober, 2005

Andreas Danielsson och Henric Wahlström

Innehållsförteckning

1. INLEDNING	1
1.1 Bakgrund.....	1
1.2 Syfte och avgränsningar.....	2
2. METOD	3
2.1 Litteratur.....	3
2.2 Intervjuer	3
2.3 Möte med handledare.....	4
2.4 Möte med opponenter	4
3. NULÄGET ENLIGT LITTERATUREN	5
3.1 Definition av begreppen industrialiserat och industriellt byggande	5
3.2 Historisk utveckling.....	6
3.3 Fyra områden.....	9
3.3.1 Fabrikstillverkning/Prefabricering.....	11
Off site	11
On site.....	11
Modularisering.....	11
Sluten tillverkningsmiljö.....	12
3.3.2 Standardisering/system	13
Typhus	14
Produktplattform.....	14
Process oriented Risk based Selection Method for innovative construction techniques (PRSM)	15
Radio Frequency Identification (RFID).....	16
Ett mer utvecklat IT-stöd	17
Information and Communication Technology (ICT).....	17
Informationsverktyg	19
3.3.3 Kund	20
Kundfokus	20
Kundcentrerad planering.....	22
Inköpsfunktionens roll	23
Just-in-time (JIT)	24
Lean Production.....	25
3.3.4 Automatisering/Robotisering.....	26
Utvecklingen.....	26
Mänskliga konstruktionsrobotar	27
Mikrokomponenters potential.....	28
Robotanvändande i byggproduktion	28
Förbättringsområden	31

4. NULÄGET ENLIGT INTERVJUERNA.....	33
4.1 Definition av begreppen	33
Industrialiserat byggande	33
Industriellt byggande	35
Skillnaden mellan industrialiserat och industriellt byggande	35
Begreppsförvirring.....	36
4.2 Utvecklingsområden.....	37
Potentiella områden	37
Anledningar till att industrialisera husbyggandet	38
Teknik eller processer.....	39
Robotisering.....	40
Automatisering/mekanisering.....	40
4.3 Drivkrafter för industrialiserat byggande.....	40
Hållbart byggande.....	42
Kundfokus i byggsektorn.....	43
Framgångsfaktorer.....	43
Implementering av nya systemlösningar	44
Påverkan på slutprodukten.....	45
4.4 Inspirationskällor	46
Möjligheten att mäta graden av industrialiserat byggande.....	46
Internationell utblick.....	46
Angränsande industrier	48
Möjlig projekteringsfas.....	49
5. DISKUSSION.....	53
5.1 Vad innebär begreppen industrialiserat och industriellt byggande?	53
5.2 Vilka utvecklingsområden är mest aktuella för en industrialisering?	54
5.3 Vilka drivkrafter finns det för industrialisering?	55
5.4 Vilka industrier kan byggindustrin lära av?	56
6. SLUTSATSER.....	59
7. REFERENSER	61
APPENDIX.....	65
Bilaga 1: Intervjufrågor	65

1. Inledning

Detta kapitel inleds med en beskrivning till varför industrialiserat byggande är ett aktuellt utvecklingsområde. Sedan presenterar vi syftet och avgränsningarna till vår studie.

1.1 Bakgrund

Är industrialiserat byggande en lösning på byggbranschens problem? Går det med ett nytt tänkande minimera slöseriet och öka lönsamheten? Temat är aktuellt, inte minst med bakgrund av branschens uppmärksammade problem under senare år och den rapport som den statliga byggkommissionen presenterade för några år sedan ("Skärpning Gubbar!"). Men varför är industrialiserat byggande en möjlig lösning på problemen, när det finns tidigare erfarenheter från husbyggandet som förskräcker. Tankarna går till miljonprogrammet, som i och för sig var effektivt produktionsanpassat, men slutprodukten var stereotyp och uppfattades allmänt som tråkiga betongkomplex utan design. Byggsektorns utmaning idag är att utveckla en industrialiserad process som styrs av kundkrav, det är främst inom detta område svar på frågan kan ges (Harryson, 2005). Övrig industri kan inspirera byggsektorn till förändring. De kan konsten att producera direkt på order från kund, vilket i sin tur innebär att produkterna är så varierade att knappast någon produkt är lik en annan i serieproduktion. Detta industriella tänkande måste appliceras inom byggbranschen.

Byggbranschen karakteriseras av att den är arbetsintensiv, med låg nivå av innovation och teknikspridning samt låg utvecklad on-site tillverkning. Byggindustrin ligger långt efter tillverkningsindustrin när det gäller dessa områden. En industrialisering förväntas reducera kostnaderna genom att möjliggöra ett effektivare byggande samt att eliminera väderberoendet på byggarbetsplatsen. Planeringsprocessen förväntas också kunna förbättras (Egmond och Scheublin, 2005). Såväl projektering, komponenttillverkning som produktion kommer att påverkas eftersom integrering och samordning mellan olika skeden utgör en grund för det industrialiserade byggandet (Andreasson och Lessing, 2004).

Målet med en industrialiserad process är att producera produkter av högre kvalitet till lägre kostnad än tidigare. Det mest optimala är om produkternas kvalitet höjs samtidigt som kostanden sänks. Ett delmål kan vara att sänka byggtiderna med en bibehållen kvalitet (Harryson, 2005).

Förändringar behövs på många olika plan i branschen. Främst handlar det om att skapa förutsättningar för att kunna producera byggnader som kunderna har råd att köpa. Bostadsbyggandet har under ett antal år legat på historiskt låga produktionsvolymer och varit inriktat på en exklusiv del av marknaden, där priskänsligheten hos kunderna varit låg. Behovet av bostäder för normalinkomsttagare har blivit stort samtidigt som pris- och kostnadsutvecklingen skjutit i höjden (Ekholm m.fl., 2003).

Bakgrunden med studien är att den skall fungera som en inspirationskälla för nya insatser för att utveckla byggbranschen. Det saknas i dagsläget en övergripande state-of-the-art-beskrivning som förtydligar och breddar innebörden av vad industrialiserat byggande är. Studien är gjord i samarbete med FoU-Väst, som är ett utskott till Sveriges Byggindustrier Region Väst.

1.2 Syfte och avgränsningar

Huvudsyftet med studien är att kartlägga utvecklingsläget avseende industrialiserat och industriellt husbyggande i Sverige. Rapporten utmynnar i ett förtydligande av vilka processer som är aktuella för förändring. Arbetet belyser möjligheter och problem som kan påverka utvecklingen. För att kunna besvara huvudsyftet har fyra delsyften valts och uttryckts i form av frågor.

Delsyfte 1: Vad är innebörden av - och vilka är de väsentligaste skillnaderna mellan - industrialiserat och industriellt byggande?

Delsyfte 2: Vilka områden inom byggindustrin är mest aktuella för en industrialisering?

Delsyfte 3: Vilka är de största drivkrafterna till förändring?

Delsyfte 4: Vilka industrier kan byggindustrin lära mest av?

Vi har valt att begränsa studien till husbyggnadsproduktion i Sverige. Dock studerar vi till viss del tekniska innovationslösningar från den övriga världen. Med husbyggnadsproduktion avses exempel på olika typer av byggnader, dvs. både bostäder och lokaler samt såväl stora som små hus.

Vi har vidare valt att intervjua främst företagsledare och utvecklingschefer, då dessa ofta har en övergripande kunskap om utvecklingsläget. Vid fördjupade analyser vore det värdefullt att också intervjua specialister inom respektive företag.

2. Metod

I detta kapitel redovisar vi hur vi har tagit till oss information. Vi börjar med att beskriva hur vårt litteraturarbete har gått till, för att sedan förklara hur vi har gått till väga med intervjuerna. Till sist berättar vi om våra möten med våra handledare och opponenter.

2.1 Litteratur

Vi började med att studera fackpress, då avsikten var att få en bred uppfattning om vad som var aktuellt samt vilka förändringsprocesser som var tidsenliga. Vi ansåg också att det var värdefullt att på ett tidigt stadium skapa en översiktsbild av vad branschen egentligen vet om industrialiserat och industriellt byggande. Detta hjälpte oss att strukturera upp det fortsatta arbetet.

Vid sökningarna av vetenskapliga artiklar använde vi oss av nyckelorden fabrikstillverkning/prefabricering, standardisering/system, kund och mekanisering/robotisering, samt naturligtvis även industrialiserat och industriellt byggande.

2.2 Intervjuer

Det vanligaste är att en intervjuare frågar ut en respondent i taget (Ejvegård, 2003). Men i vårt fall valde vi att ha en relativt öppen diskussion med respondenten, varpå vi valde att växelvis ställa frågorna för att på så sätt få en mer livlig diskussion där båda var delaktiga. Vi ansåg också att det med fördel var att hålla intervjuerna hos respektive respondentens kontor. Miljön är redan känd vilket skapar trygghet hos den intervjuade (Ejvegård).

Intervjuer kan ta tid både på det empiriska planet och på bearbetningsplanet. Det är då praktiskt att använda sig av bandspelare, så att det insamlade materialet kan analyseras efter intervjun i lugn och ro. Bandspelare kan vara hämmande för vissa personer, då de intervjuade kan ha en tendens att låsa sig (Ejvegård, 2003). Anteckningar är en teknik som är betydligt vanligare än bandspelare, men även denna metod kan kännas hämmande. Det är viktigt att man som intervjuare har avsatt tid för att gå igenom anteckningarna, och det skall helst göras så snabbt inpå intervjun som möjligt. För varje timma som går bleknar minnet (Ejvegård).

För att få en så bred uppfattning som möjligt och verkligen kunna skriva en nulägesbeskrivning så har vi utfört 25 intervjuer, varav fyra av dessa var telefonintervjuer då vi båda var delaktiga eftersom vi använde oss av en högtalartelefon. De intervjuade har en hög position inom respektive företag, de flesta sitter som företagsledare eller utvecklingschef. Intervjuerna har tagit 1 till 2,5 timmar. Fem av intervjuerna gjordes i Stockholm, fem i Malmöområdet och resterande 11 utfördes i Göteborgsregionen. Frågorna var av öppen karaktär (bilaga 1), där respondenten fritt kunde svara.

Vi valde att använda oss av anteckningstekniken då vi ansåg denna metod vara tillräcklig för vårt syfte, då vi var två stycken och kunde diskutera intervjuerna efteråt. Vi försökte att skriva ner resultatet så fort som möjligt efteråt, då vi hade det färskt i minnet. Vi turades om att skriva rent respektive respondents svar, för att sedan lämna över till den andre som fick gå

igenom och komplettera med eventuella anteckningar. På detta sätt försäkrade vi oss om att vi inte missade något väsentligt.

När intervjuerna är utskrivna kan utskriften sändas över till den intervjuade, så att personen får möjlighet att göra eventuella rättelser. Som intervjuare kan man ha missförstått vad respondenten menat (Ejvegård, 2003). I vårt fall har vi valt att ha anonyma citat, vi anser inte att det skulle tillföra rapporten något att offentliggöra vem som har sagt vad, utan i referenslistan går det att se vilka vi har intervjuat.

2.3 Möte med handledare

Möten med vår handledare från Chalmers, Per-Erik Josephson har skett kontinuerligt. Vi har haft som regel att träffas efter två veckors arbete, då vi förutom visat upp vad vi hade presterat från föregående möte även gjort en avstämning mot oss själva, detta för att ge oss en fingervisning att vi låg rätt till arbetsmässigt. Dessa möten tycker vi har gett oss mycket; vi har fått konstruktiv kritik på det presterade från Per-Erik och vi har även kunnat ställa såväl stora som små frågor när vi träffats med så pass jämna mellanrum.

Vi har även träffat våra handledare från FoU-Väst, Rolf Jonsson och Pär Åhman, med jämna mellanrum. Först träffades vi i början av studien, där vi lade upp riktlinjerna för arbetet och förklarade för varandra vad vi ville få ut av studien. Sedan hade vi ett möte i halvtid, där vi visade vad vi hade presterat och vi fick nya idéer på vad vi skulle arbeta vidare med. Mot slutet av 20-veckorsperioden hade vi vårt sista möte, där vi fick de sista tipsen och idéerna för att kunna avsluta på bästa möjliga sätt. Vi har även kunnat ”bolla” idéer och ställt frågor då FoU-Väst har haft möten i sina lokaler på Chalmers Teknikpark, där vi har suttit. Dessa möten och träffar som vi haft, har varit viktiga för oss så att vi känt att vi varit på rätt spår under arbetets gång.

2.4 Möte med opponenter

Under detta examensarbete har vi haft ett annorlunda samarbete med vår opponentgrupp, Anna Dahlberg och Julia Strömberg, i jämförelse mot hur en vanlig opponering brukar gå till. Vi har träffats fem gånger under arbetets gång och då har vi läst igenom varandras arbeten. På detta sätt har vi kunnat ge varandra tips och idéer under tiden, diskussioner har även kommit upp om t.ex. arbetets uppbyggnad, vilket har varit till stor hjälp att kunna fråga några som sitter i samma situation som oss själva.

3. Nuläget enligt litteraturen

Detta kapitel börjar med att ta upp några definitioner inom industrialiserat och industriellt byggande. Vidare gör vi en historisk tillbakablick, undersöker hur det ser ut idag samt blickar framåt. Sedan berättar vi hur vi kom fram till fyra olika områden inom industrialiserat och industriellt byggande, som har legat till grund för uppbyggnaden av rapporten. Därefter presenteras en litteraturstudie inom respektive område. Kapitlets disposition gör det möjligt att välja avsnitt efter intresse utan att förlora sammanhanget.

3.1 Definition av begreppen industrialiserat och industriellt byggande

Vi har valt att redovisa några av definitioner av industrialiserat och industriellt byggande för att visa variationen i uppfattningar och tillämpningar.

Industrialiserat byggande

Scheublin och Egmond (2005) anser att industrialiserat byggande är ett begrepp med bred betydelse, ordet används ofta men en exakt definition är svår att ge. Inom byggsektorn kan två speciella inriktningar identifieras, on-site och off-site industrialisering. Några företag koncentrerar sig på att ändra processer angående on-site, medan andra förväntar sig mer från en förflyttning av produktionen till off-site lokaler. En annan inriktning är skillnaden mellan produkt- och processindustrialisering.

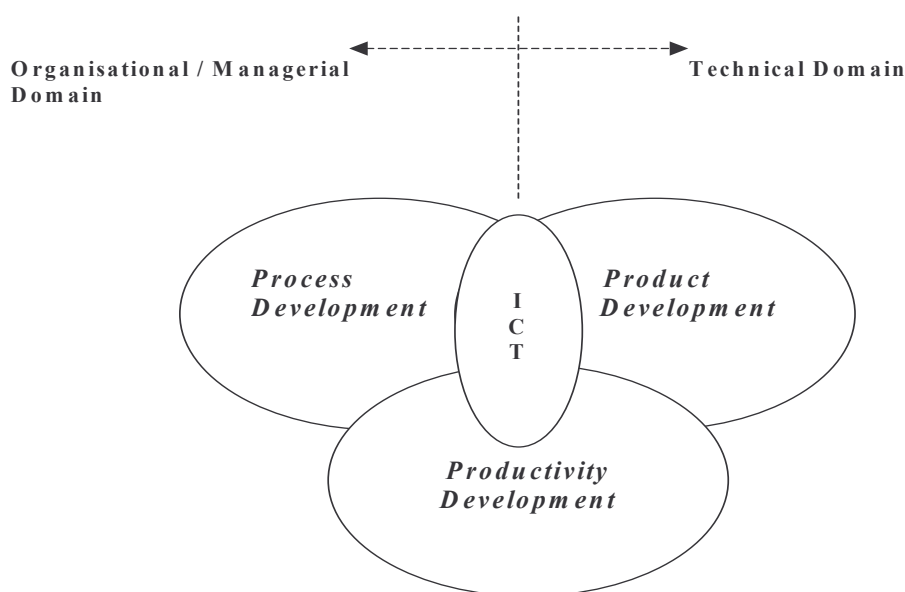
Den internationella arbetsgruppen CIB W24 definierar industrialiserat byggande som en byggnadsteknik där moderna, systematiserade metoder för design, produktionsplanering och kontroll samt att automatiserade/mekaniserade tillverkningsmetoder är tilläpade. Industrialiserat byggande skall relateras till applicerandet av ackumulerad kunskap och tekniker i byggandeprocessen som har blivit betydligt mekaniserad, rationaliserad, systematiserad, standardiserad, automatiserad samt flexibel. Industrialiserat byggande behöver inte nödvändigtvis jämföras med massproduktion (Egmond och Scheublin, 2005).

Industriellt byggande

Ekholm m.fl. (2003) definierar industriellt byggande som en *"integrerad tillverknings- och byggprocess med genomtänkt organisation för effektiv styrning, beredning och kontroll av ingående resurser, aktiviteter och resultat med hjälp av användning av högförädlade komponenter."* Ekholm m.fl. beskriver vidare åtta punkter som de anser utgör grunden för industriellt byggande:

1. Beredning, styrning och kontroll av tillverkning och montage.
2. Utformning av standardiserade byggsystem och teknisk plattformstänkande.
3. Samverkan mellan aktörer i processen.
4. Kundfokusering och betoning av de tidiga skedena.
5. Integration av logistik- och inköpsprocesser.
6. Användning av informations- och kommunikationsteknologi.
7. Montagebyggande med högförädlade komponenter och begränsad platstillverkning.
8. Aktiv erfarenhetsåterföring och prestationsmätning.

Harryson (2002) definierar industriellt byggande som ett samspel mellan tre ”p”: process, produkt och produktivitet sammanflätat av en ICT-funktion (Information and Communication Technology), se figur 3.1. Det är viktigt att lägga resurser inom områdena för att uppnå fördelarna med ett industriellt koncept. En ny utvecklad produkt med bra egenskaper har små chanser att bli lyckad om den inte produceras effektivt med en rationell tillverkningsprocess hela vägen till marknaden. Allt fallerar om produkttekniken är bra och processen inte lyckas få kontakt med marknaden. Processutvecklingen är mer beroende av själva organisationsutformningen medan produktutvecklingen är mer färgad av en teknisk domän. Produktiviteten är en frukt av båda områdena. Det är alltså av stor vikt att balansera processen, produkten och produktiviteten med ICT-funktionen, för att eftersträva det industriella konceptet.



Figur 3.1: Hörnstenarna i industriellt byggande ur en konstruktörs synvinkel. De tre ”p” är sammankittade av informations- och kommunikationsteknologin (Harryson, 2002).

3.2 Historisk utveckling

En viktig industriell utveckling inom byggbranschen skedde under åren 1965-1974 då det s.k. miljonprogrammet togs fram av sittande socialdemokratisk regering. Namnet kommer från syftet med programmet som var att producera en miljon bostäder på tio år. 1975 uppnåddes målet då 1 006 000 bostäder var producerade. Projektet har fått mycket negativ publicitet i efterhand p.g.a. många liknande och höga betongbyggnader [1], [2]. Men ur produktionsteknisk synvinkel var miljonprogrammet lyckat, eftersom det som hade blivit beställt blev producerat.

Arkitekterna och entreprenörerna hade anpassat sig till en ny teknik där prefabricerade betongelement kunde fogas samman och på så vis kunde produktionstakten av bostäder öka. Dock missades helhetssynen i miljonprogrammet i vissa stadsdelar, då förortsbetongen växte fram till hela stadsdelar och resterande infrastruktur och samhälle inte hängde med i samma tempo. I vissa stadsdelar saknades t.ex. butiker och kommunal service där folk flyttade in [3].

Mellan åren 1991 till 1997 hände mycket i den svenska byggsektorn, det skedde bl.a. en strukturuomvandling under dåvarande lågkonjunktur på bygg- och fastighetsmarknaden. De 20-30 åren innan denna period karaktäriseras ofta av regelverk, subventioner och

politikerstyrning. Under krisåren på 1990-talet, då branschen ”tog tag i sig själv”, skedde den största omvandlingen mot en kund- och marknadsorientering (Fernström och Kämpe, 1998).

I slutet av 1990-talet var byggmarknaden åter uppe på 1980-talets goda volymnivåer gällande infrastruktur, industribyggande och kommersiella lokaler. Bostadsmarknaden hade sin lägsta nivå på 8 000-9 000 bostäder per år under 1990-talet, men tog sig rejält under åren 98/99 då byggandet av bostäder låg mellan 12 000-15 000 per år (Fernström och Kämpe, 1998). Under 2000-talet har det verkligen tagit fart för byggsektorn, med låga räntor och en god ekonomisk tillväxt har bostadsbyggandet kommit igång. Under 2004 ökade bostadsbyggandet med hela 30 %, vilket innebar att byggandet av 27 400 nya bostäder påbörjades. Enligt Sveriges Byggindustriers prognoser kommer uppgången att dämpas något under 2005 till en ökning med 13 % vilket betyder att 29 500 nya lägenheter kommer att påbörjas. Enligt prognosen för 2006 förväntas en tillbakagång jämfört med 2005, med byggstart av 28 000 bostäder. Detta är bl.a. beroende av stigande räntor [4].

Mekanisering av vissa moment på arbetsplatsen och prefabrikation av byggnadsmaterial/element var de första tecknen på att försöka industrialisera byggindustrin med huvudsyfte att reducera kostnaden för arbetskraft och tidskrävande aktiviteter. Vad som faktiskt har hänt i byggindustrin är att företag har försökt att använda sig av kombinationer av innovativa lösningar baserade på ackumulerade teknologier, för att kunna göra språnget från tungt arbetskrafttillverkning till en mer systematiserad tillverkningsprocess, se tabell 3.1 (Dicken, 2000). Innovation i byggindustrin refererar till utvecklingsprocessen, distributionen och applicering av teknik – en ny eller förbättrad produkt, process eller service – och kunskap, med syfte att förbättra produktiviteten och anpassa sig efter kundens behov (Egmond och Scheublin, 2005).

Samtidigt som husbyggandet utvecklas mot en mer industrialiserad process, måste nya byggnadsmetoder och system tas fram för att ta tillvara dessa nya kunskaper. En utveckling av prefabricerade element anses vara en av kärnpunkterna i att lyckas med en industrialisering. Prefabrikation existerade redan under forntiden, främst i Egypten, Grekland och Italien, och är ett vedertaget begrepp inom branschen. Fördelarna med prefabrikation, eller uttryckt som off-site tillverkning, innebär en reduktion av on-site aktiviteter. Egmond och Scheublin (2005) säger att nackdelarna med att införa prefabrikation är att den totala processen blir mer komplex. Prefabrikation innebär nämligen investeringar i förberedelser, så att aktiviteter sker utan några direkta uppehåll. Planering och organisering måste intensifieras, samarbete och koordination måste optimeras. Kontrollbehovet av alla aktiviteter stärks tack vare att kraven på dimensionella toleranser är betydligt strängare, allt skall passa perfekt första gången.

Yesterday

Era	construction process characteristics	Cumulative technology & knowledge advances
craft based construction	<ul style="list-style-type: none"> - location-bound - labour + division of tasks - building materials and constr. system determined by availability of natural resources 	Materials Product engineering
Mechanization	<ul style="list-style-type: none"> - Labour substituted by machines - New materials - Prefabrication of building materials & elements 	Materials Product engineering Energy Transport
Rationalization Systematization Standardization	<ul style="list-style-type: none"> - New materials and composites - Standard bld elements & engineering solutions (e.g. components, methods, processes or dimensional standardisation and modularisation) - Pre-assembly (materials, prefabricated components and/or equipment are joined together for subsequent installation); - Modular and dimensional coordination - Work process organization further division of tasks - More control and supervision 	Materials Product engineering (based on applied mechanics & building physics; new mathem. tools) Energy Transport Production management
Specialization Automization	<ul style="list-style-type: none"> - New and engineered materials, (e.g. high strength concrete, fibre reinforced materials, glass, ceramics) - Assembly line production processes of standard bld elements with flexibility in design - More control on pace of production - Mass production: large volumes of standardized products - Large span and tall buildings - Building systems (a product system with an organised entity consisting of components with defined relationships, including design rules) - Construction management - Optimization of procurement & logistics - Lean construction - Concentration on market segments 	Materials Product engineering Transport Energy Production management Process engineering
Flexibilization Integration	<ul style="list-style-type: none"> - Utilisation of programmable machines (e.g. robots-performing tasks; computerised tools for planning, design and operation; computer added management) - Flexibility in standardized elements and bld systems - Intelligent buildings - Interaction of design, engineering, planning, production, construction and marketing - Integration of planning, construction, manufacturing and marketing - Response to dynamic market demand: (mass customization) >relation/communication suppliers-producer-user- 	Materials Product engineering Transport Energy Enterprise management Process engineering ICT

Tomorrow

Tabell 3.1: Förnyelse samt förändring av byggprocessens karakteristik (Dicken, 2000).

Egmond och Scheublin (2005) anser att en mer transparent form av planeringssamarbete samt en mer innovativ form av kommunikation eller utbyte mellan planerare och byggare, skulle kunna vara en möjlig väg att lyckas industrialisera byggindustrin. Utvecklingen av integrerade produktionsstyrningsinstrument, stöttat av utvecklat ICT förväntas också leda till en industrialisering samt en radikal förändring av involverade parter. Det är fortfarande oklart vilken typ av paradigmskifte som krävs för att verkligen framtvinga en lyckad industrialisering av byggindustrin.

3.3 Fyra områden

I början av litteraturstudien noterade vi att begreppen industrialiserat och industriellt byggande, blandades godtyckligt. För att få en övergripande bild i ett så tidigt stadium som möjligt, läste vi en stor mängd artiklar i diverse bransch- och facklitteratur. Tidigt i studien noterade vi att författarnas definitioner gick isär. Det var möjligt att urskilja en begreppsförvirring. Därför valde vi att lista de nyckelord vi fann i litteraturen och sedan sortera dessa i lämpliga områden, för att på så sätt få en överskådlig uppfattning och kunna se vad som skiljer begreppen åt.

Figur 3.2 skapades genom att vi kom fram till fyra olika områden på följande sätt: vi samlade alla definitioner som vi hittade i diverse litteratur och lade dem på ett bord. Utifrån definitionerna placerade vi dem som liknade varandra i samma område. När alla definitioner var analyserade, kunde vi urskilja fyra områden och de orden som vi döpte områdena till förekom på ett eller annat sätt i respektive område. Resultatet blev fyra huvudområden: fabrikstillverkning/prefabricering, standardisering/system, kund och mekanisering/robotisering (figur 3.2). I de olika definitionerna förekom respektive huvudområde som tyngdpunkt för själva förklaringen av industrialiserat och industriellt byggande. I respektive definition förekom även andra intressanta nyckelord som ansågs vara viktiga att notera. Vissa nyckelord förekom i flera huvudområden, vilket ytterligare belyser den begreppsförvirring som råder inom branschen.

De fyra huvudområdena har legat till grund för strukturen i vårt fortsatta arbete. Litteraturstudien har sedan kompletterats inom respektive område genom att vi har använt nyckelorden som sökord. De har också fungerat som grund till utformandet av intervjufrågorna (bilaga 1).

Nyckelord

Industrialiserat byggande:

Industriellt byggande:

Huvudområde 1: Fabrikstillverkning/prefabricering

Komponentbygge
Elementmontering
On-site

Erfarenhetsutnyttjande
Off-site
Modulbygge
Volymelement
Typhus
Fabriksmiljö
Hög prefabriceringsgrad
Kostnadsbesparande
Montagetidseffektivisering

Huvudområde 2: Standardisering/system

Processförbättringar
Produktionsförenklingar
Kostnadsreducering
Innovativa byggnadssystemmodeller
Effektiv materialhantering
Just in time

Värdeökning
Tids - och resursbesparing
Inköpseffektivisering
Massproduktion
Standardisering

Huvudområde 3: Kund

Individualisering
Kundanpassning
Värdeskapande aktiviteter
Resurssnålt tänkande
LCC-medvetenhet
Överenskommet målpris

Utveckling
Korta genomförandetider
Planerad projektering
Kontrollerad projektering
Upprepning
Återföring

Huvudområde 4: Automatisering/robotisering

Innovativ konstruktionsteknik
Robotisering av arbetsuppgifter
Automation

Mer och bättre planering
Mer och bättre projektering

Figur 3.2: Kartläggning över förekommande ord inom begreppen industrialiserat och industriellt byggande. Denna mall har fungerat som en referensram när vi har studerat litteratur samt utformat intervjufrågor.

3.3.1 Fabrikstillverkning/Prefabricering

Prefabrikation börjar med ”pre”, vilket betyder ”före” och ”någon annanstans”. Inom byggbranschen innebär prefabrikation generellt fabrikstillverkning av komponenter eller färdiga moduler som liknar de som tillverkas ute på en byggarbetsplats på traditionellt sätt. Väldigt ofta används samma processer och samma material. Till exempel kan nämnas att de flesta fabrikstillverkade modulhus är konstruerade med trästomme och liknar de som blir tillverkade på byggarbetsplats med hjälp av automatiserad utrustning (Richard, 2005).

Richard (2005) tar upp följande sex anledningar som håller kostnaderna för prefabrikation så mycket som 15 % lägre vid full användning av kapaciteten t.ex. när massproduktion är uppnådd:

1. Klimatskydd
2. Rationalisering av uppgiften längs med produktionen
3. Speciella verktyg och utrustningar
4. Kvalificerad arbetskraft
5. Bättre kvalitetskontroll
6. Större volymköp i förhållande till singelleveranser.

Off site

Off site industrialisering är baserat på antagandet att byggnader kan tillverkas i fabriksmiljö. Det har redan gjorts stegvisa försök emot denna typ av tillverkning, och många stora entreprenadföretag satsar stora resurser på just detta, säger Egmond och Scheublin (2004). Ökat fokus har lett till att större volymer har kunnat producerats än tidigare. Vidare påstår Scheublin att målet är att kunna uppnå en radikal förändring som kommer att leda till nya byggnader som är fullt tillverkade av prefabricerade element på plats. Lyckade exempel på denna typ av hustillverkning finns idag främst i USA och Japan [5].

On site

On site industrialisering handlar om utveckling av avancerade verktyg och teknologier på arbetsplatsen, påstår Egmond och Scheublin (2004). Några konkreta exempel är GPS-positionering, identifikation av element med hjälp av avancerade streckkoder (RFID-Tags) och just-in-time leveranser med precisa ankomsttider. En av de viktigaste fördelarna med on site industrialisering är att det inte måste ske direkt, utan en gradvis utveckling är att föredra. De flesta förändringarna kan fördelaktligen ske utan några designförändringar, vilket underlättar implementeringsarbetet [5].

Modularisering

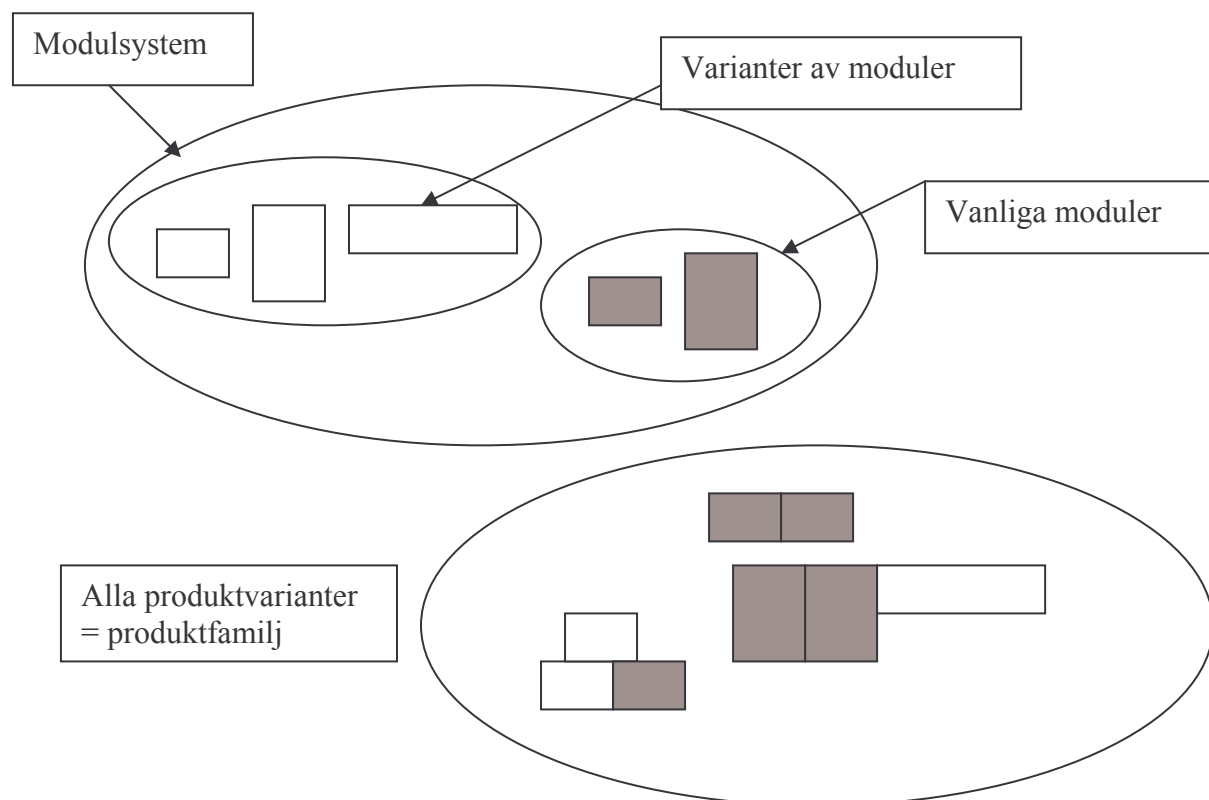
Modulariserings konceptet kan summeras m.h.a. följande punkter (Johansson, 2003):

- göra olika nivåer inom byggprocessen funktionella och fysiskt oberoende
- maximera de boendes valmöjligheter
- optimera produktionsmetoder
- utveckla informationssystem som integrerar såväl kundens krav som kostnads- och produktionskontroll
- tillgodose ett effektivt system som möjliggör en leverans och installation av den boendes önskade krav och
- ökade resurser för att göra produkten mer flexibel, mer anpassningsbar.

Idén är välutvecklad, men inte fått bred användning i praktiken. Några av anledningarna till detta kan vara att det inte finns något effektivt överlämningsystem. En anledning, enligt Johansson (2003), till den långsamma kommersiella utvecklingen kan vara svårigheter med att anpassa design och konstruktion av strukturen med de speciella behov vissa nybyggnadssystem kräver.

I litteraturen finns det många exempel på lyckade modulariseringar, inom olika typer av företag och industrier. Ett exempel är IBM:s system 360 - vilket var utvecklat m.h.a. standardiseringsprinciper. En "familj" av datorer som inkluderar maskiner av olika storlekar passande för olika applikationer var utvecklad, alla använde sig av samma instruktioner. En av orsakerna att IBM lyckades, var att det nya systemet var kompatibelt med all mjukvara. Inom bilindustrin finns det också exempel på lyckad modularisering. Komponenterna till en bil är tillverkade på olika platser och samlas ihop för sammansättning. Det är möjligt eftersom design av varje enskild del är tydligt preciserad (Johansson, 2003).

Modularisering kan uttryckas som en uppdelning av produkter till mindre "byggblock" eller moduler (figur 3.3). Ett modulsystem består av ett set av moduler med olika möjliga produktvarianter. Produktvarianterna utgör produktfamiljen. Plattformen består av ett antal undersystem som formar en standardstruktur från vilket en ström av produkter kan bli effektivt utvecklade och producerade.



Figur 3.3: Modulsystem och produktfamilj (fritt från Johansson 2003).

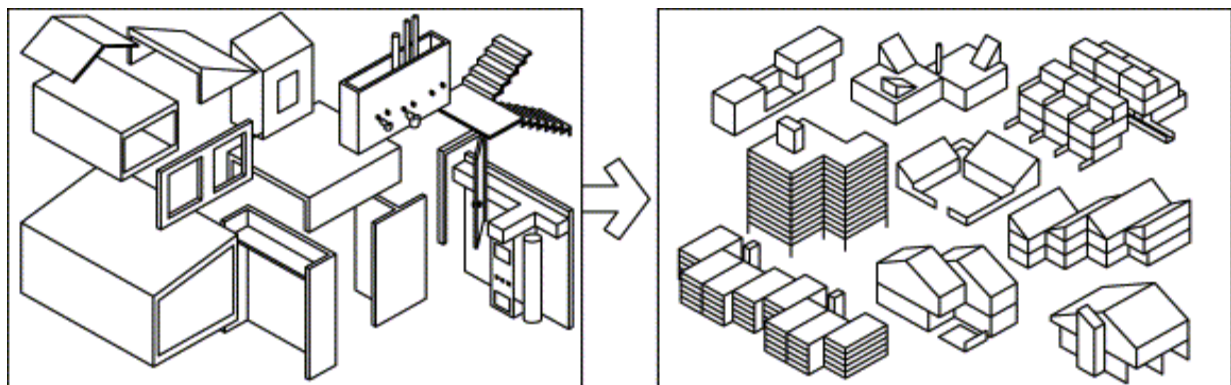
Sluten tillverkningsmiljö

Det finns redan utvecklade fabriker där byggandet sker i stora och rymliga lokaler där specialbyggda maskiner sätter samman stålprofiler till tak, väggar och golv. Därefter monteras gipsskivor och det isoleras. I den utsträckning det är möjligt installeras även de flesta vattenledningar, avlopp och elkablar. Allt material som behövs ligger vid sidan av maskinerna

nära till hands för montörerna. Efter att dessa moment är avklarade i modulbyggandet, sätts även fönster, dörrar och radiatorer på plats. Respektive modul inreds med den utrustning som den är avsatt för, t.ex. köksmodulen inreds med köksutrustning. Det är stor skillnad mellan denna typ av modulbygge och platsbygge, innan produktionen startar måste alla eventuella frågetecken vara utredda och projekteringen med ritningar och övriga handlingar måste vara genomarbetade. Sedan transporteras modulerna till byggarbetsplatsen där de fogas samman. Det som återstår är finjustering inne i lägenheterna, montering av yttertak och eventuellt fasadarbete. Trapphuset, som monteras på plats, stabiliserar hela byggnaden. Från första spadtaget till att modulerna är på plats, tar det inte mer än fem till sex månader (Rask-Lindholm, 2005).

Denna process liknar mycket ”löpande band”-tillverkningen i bilindustrin. Skillnaden är att slutmonteringen sker utomhus. Det är viktigt att optimera logistiken och materialflödena. Precis som andra industrier är det viktigt med repetitionsarbetet och produktionen i stora volymer för att på så vis kunna standardisera och arbeta smartare så att mantimmarna utnyttjas på bästa möjliga sätt (Rask-Lindholm, 2005).

En standardisering som denna ställer höga krav på arkitekter och underleverantörer. Det är viktigt att arkitekterna tänker industriellt och har förståelse för hur mycket ett streck betyder i elementtillverkningen. Det finns en skeptisk syn på denna typ av modulbyggande, då de menar att kreativiteten hämmas. I ett öppet system finns det möjlighet att kombinera ihop de olika modellerna till olika varianter av hus och lägenheter (figur 3.4).



Figur 3.4: En översiktsskild på hur man kan kombinera olika moduler. Förtydligar att flexibiliteten inte behöver ta någon direkt skada med en industriell tillverkningsmiljö (Gonzales – Uriel m.fl. 2004).

3.3.2 Standardisering/system

Standardisering är en omfattande användning av komponenter och processer som i sig självt är regelbundna med en bakgrund av lyckade projekt. Trots att standardisering inte är ett nytt begrepp har förbättringen inte följt med utvecklingen av nuvarande tekniker och managementprinciper. Konflikten mellan maximal standardisering och flexibilitet är ett stort problem som det måste läggas resurser på, anser Gibb (2001).

Standardisering är en viktig grund för att skapa lyckade industriella produktionsprocesser, säger Girmscheid (2005). Med ett utvecklat standardiseringssystem kan byggnationen grunda sig i basdesign och basval. Detta skulle leda till en mer industriell planerad och designad produkt. Vilket i sin tur leder till att behov förhindras att skapa nya metoder för varje unik byggnation, utan i stället använder sig av ett stort standardiserat lager av komponenter. Med

detta angreppssätt uppnås även kundens krav på individuella önskemål, produkten kan ges en individuell design genom ändring av parametrar i linje med kundens preferenser, poängterar Girmscheid.

Typhus

Det finns företag i Sverige som har specialiserat sig på att enbart tillverka färdiga moduler/komponenter i fabrik och sälja färdiga hus (figur 3.5). För att bli konkurrenskraftiga är det viktigt att denna typ av företag har modern produktionsteknik och ett rationellt system för transport och montering. Exempel på rationellt produktionssystem kan vara att ha full kontroll på hela tillverkningskedjan där kostnadstänkandet hela tiden är i fokus och ingenting går till spillo [6].



Figur 3.5: Till vänster visas en klar köksmodul för montering och till höger visas när modulerna är i produktionslinjen (www.alvsbyhus.se, 2005-10-19).

Denna typ av hus byggs alltså färdiga i fabrik så långt det är möjligt. Element av väggar, golv och innertak sätts samman och sedan installeras även el och vvs i så lång utsträckning som går. Återstående arbete som finns kvar att göra när modulerna är på plats är målning, tapetsering och läggning av golv i alla rum förutom våtrum, där beklädnad av golvmatta, väggar och övrig inredning redan är klar. Modulerna kommer på plats genom att frakta det med järnväg och/eller speciella fordon för att snabbt monteras ihop på byggarbetsplatsen. Montering tar inte mer än några timmar och då är de skyddade för vädrets makter. Det finns två faktorer som gör att denna typ av hus blir säkert: det första är att huset tillverkas inomhus i fabriksmiljö och det andra är att hantverkarna har stor kunskap om systemet då de har utfört arbetsmomenten åtskilliga gånger [6].

En annan positiv faktor är att priserna är klart fastställda och man behöver inte lägga på någon procentsats för eventuella merkostnader då arbetsmomenten är så pass repetitiva. De går att välja mellan olika husmodeller, 1-, 1 ½- och 2-plansvillor. Det går även att göra diverse tillval såsom balkong med takutstick, takkupa, garage, förråd och olika inredningsdetaljer [6].

Produktplattform

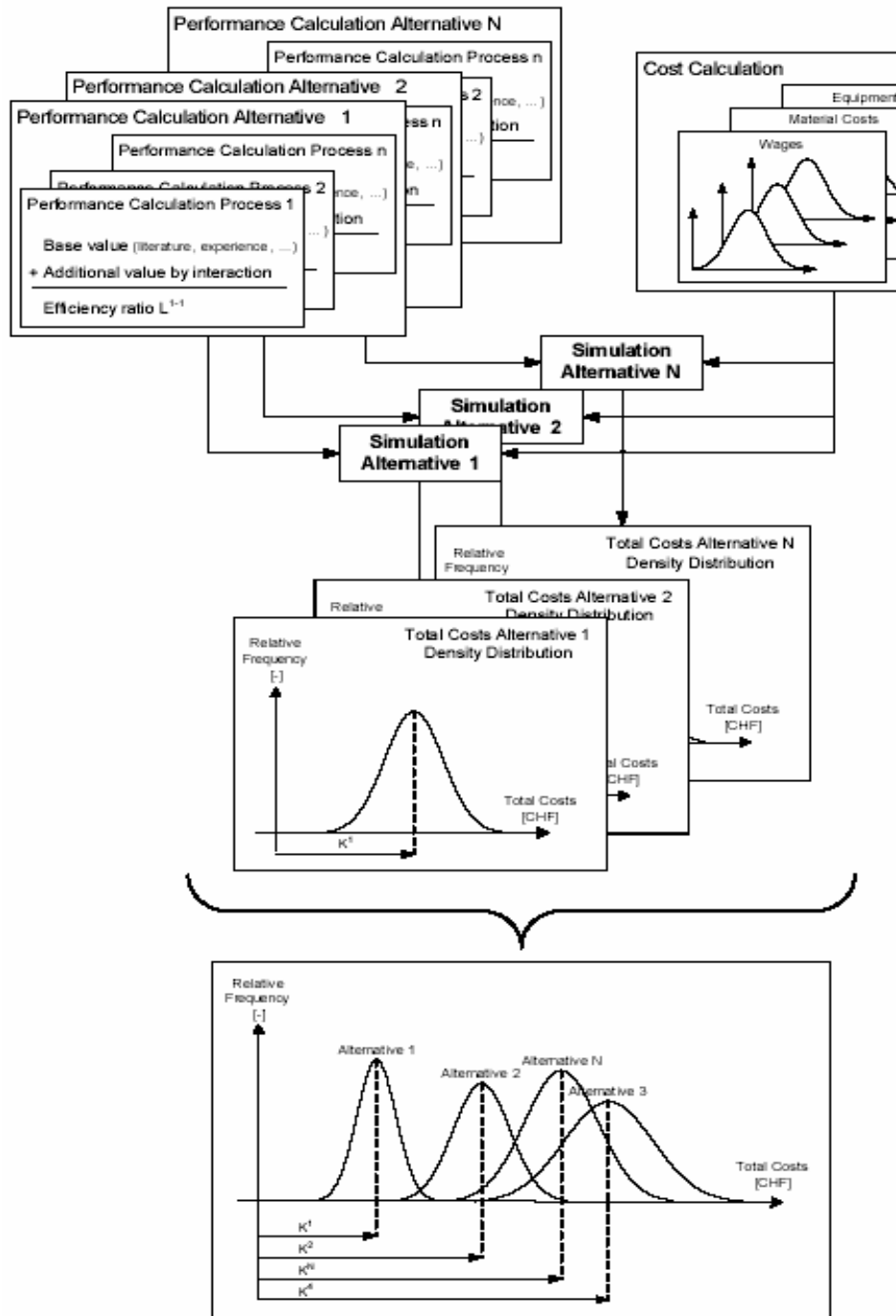
En plattform kan definieras som en gemensam produkt- och tillverkningsarkitektur för flera produktvarianter. Att utveckla en ny plattform innebär alltså att byta produktarkitektur och motsvarande tillverkningsstruktur. Att ha en gemensam plattform för flera produkter kan ge fördelar såväl i utveckling som i produktion. Med en delad tillverkningsprocess kan ställtiden minskas för produkterna och samtidigt förbättra kvaliteten. Det kan också leda till att utvecklingstiden kan kortas, vilket får en betydelse för hur snabbt nya produkter kan fås fram. Framställningskostnaderna minskar också med en gemensam plattform vilket är en fördel för kunderna, de kan få produkter som är billigare utan inskränkning på kvaliteten ("Utveckla Tillväxt").

Det finns dock nackdelar/risker med att ha en plattform med hög andel gemensamma komponenter. Det är viktigt att individuella produkter har en distinkt integritet så att produktegenskaperna och prestanda motsvarar kundförväntningar. Om gemenskapen drivs för långt riskeras produkterna likna varandra för mycket, vilket gör att produkterna kan sakna en distinkt integritet. En ökad risk med produktplattform finns eftersom konsekvenserna blir större om plattformen är felaktig. ("Utveckla Tillväxt").

Process oriented Risk based Selection Method for innovative construction techniques (PRSM)

Dagens allt hårdare priskonkurrens på byggmarknaden ställer krav på att entreprenörerna kan tillhandhålla optimala lösningar i konstruktionsprocessen, ineffektiva lösningar kan inte längre accepteras. Därför måste det finnas utvecklade modeller, som t.ex. PRSM, som entreprenören kan använda sig av. PRSM är en kunskapsbaserad beslutsmodell (figur 3.6). Kapp och Schaiter (2005) påstår att en korrekt applicering av detta verktyg kan leda till en effektivitetsförbättring av arbetsplatsen och reduktion av icke värdeskapande processaktiviteter för kunden.

Eftersom systematiska beslutsverktyg saknas inom byggsektorn och tiden oftast är begränsad vid förprojektering, väljs konstruktionstekniker oftast baserat på erfarenheter och subjektiva kalkyleringar, det uppstår även vid stora komplexa byggprojekt. Därför är det av stor betydelse att kunna använda sig av strukturerade, fördefinierade beslutsmodeller som förhindrar att detta uppstår. Valet av projektspecifika och processorienterade system representerar en av kärnkompetenserna hos ett byggföretag och kan komma att påverka effektiviteten och produktiviteten inom företaget i stor utsträckning (Kapp och Schaiter, 2005).



Figur 3.6: En schematisk överblick över PRSM metoden (Kapp och Schaiter, 2005).

Radio Frequency Identification (RFID)

RFID är ett system som använder radiovågor för automatisk identifiering av objekt. Informationen lagras i ett mikrochip i en så kallad RFID-tag och fästs på objektet som skall identifieras. Det möjliggör överföring av information till en avläsare. Läsaren konverterar radiovågorna till ett format som kan sändas till en dator för vidare behandling. De största fördelarna med denna typ av system är genom att använda sig av radiovågor som möjliggör en lättare identifiering än vid vanliga system. Det krävs ingen fri sikt mellan avläsaren och objektet. Tidsåtgången för avläsning blir betydligt kortare, alla produkter på en lastbil kan identifieras på en gång, istället för att de skall läsa av en och en. Men de viktigaste fördelarna

är att det går att avläsa vad det är för typ av produkt, hur kvaliteten på produkten är samt var den befinner sig [7]. Att applicera denna teknik inom byggsektorn skulle innebära väsentliga fördelar. Materialflödena skulle kunna bli betydligt effektivare, genom en högre kontroll och ett större underlag för planering skulle kunna skapas (Jonsson och Mattson, 2005).

Ett mer utvecklat IT-stöd

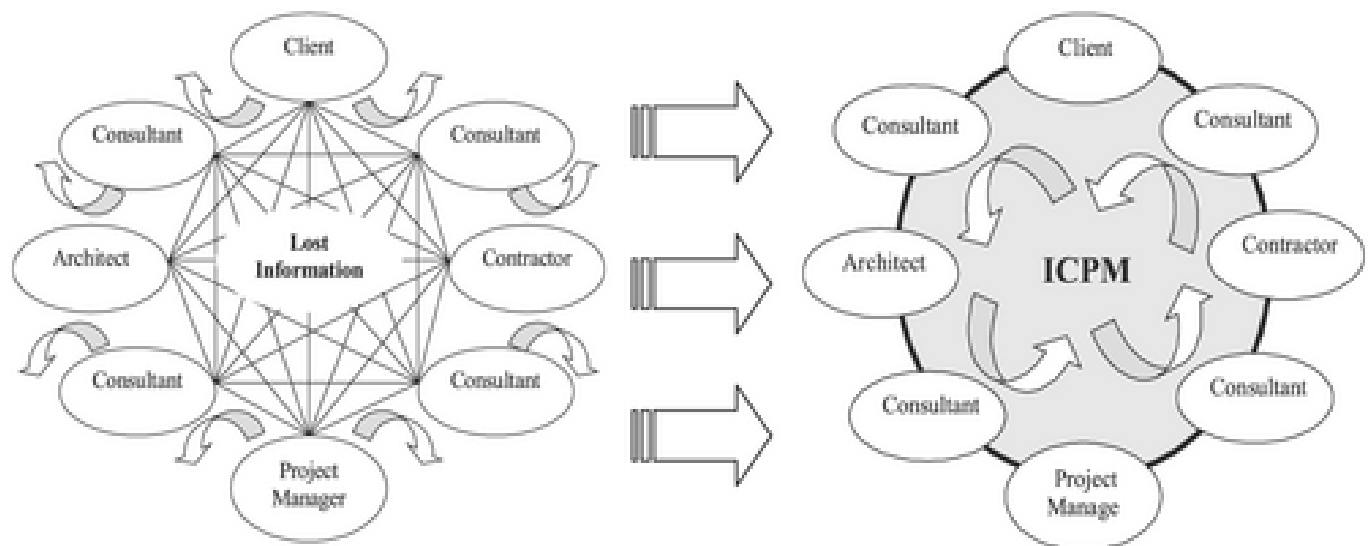
Genom en genomgripande översyn av husbyggandets grundläggande byggdelar går det att standardisera de produkter som är av extra betydelse, vilket i sin tur leder till att antalet komponenter begränsas. I detta ingår en kvalitetssäkring av dessa byggkomponenter samt de tekniska grundlösningar som utgör de så kallade ”lego”. Syftet med standardiseringen är att säkerställa att de bästa tekniska lösningarna används i en allt större utsträckning än det tidigare gjorts. Det är meningen att denna information skall samlas i ett IT-verktyg. Detta verktyg ska vara tillgängligt för de ansvariga projektledarna så att det går att säkerställa att de tekniska lösningarna används från projekt till projekt, vilket resulterar i en tydlig kunskapsöverföring (Tarandi, 2005).

IT-stöd kan utgöra en grund för att bedriva ett effektivare inköpsarbete. Detta möjliggör att kunna ha en ökad kontroll av vilka byggdelar det är som används mest, vilket gör det möjligt att beställa större volymer än tidigare. Indirekt betyder det att priset kan pressas för dessa komponenter och potentialen för en internationell handel ökar. Det blir ekonomiskt försvarbart att beställa stora kvantiteter, ty transportkostnaderna får inte lika stor betydelse som vid små kvantiteter. Byggbranschen ligger efter andra branscher vad det gäller utveckling av sina inköpsprocesser, men eftersträvandet av ständiga effektiviseringar har nu tvingat byggindustrin att se över sina inköpsprocesser. Ett resultat som går att se är de stora entreprenadföretagens satsning på E-handel, vilket möjliggör ett mer internationellt tänkande. Det öppnar den globala marknaden (Tarandi, 2005).

Information and Communication Technology (ICT)

Weippert och Kajewski(2003) säger att byggindustrin har en stor utmaning när det gäller att utveckla kommunikationen mellan projektmedlemmar. För närvarande kan det uppstå problem med informationsöverföringen mellan de olika parterna vilket resulterar i kostsamma förseningar. Därför är det viktigt att lägga resurser på att utveckla innovativa informations- och kommunikationsteknologier.

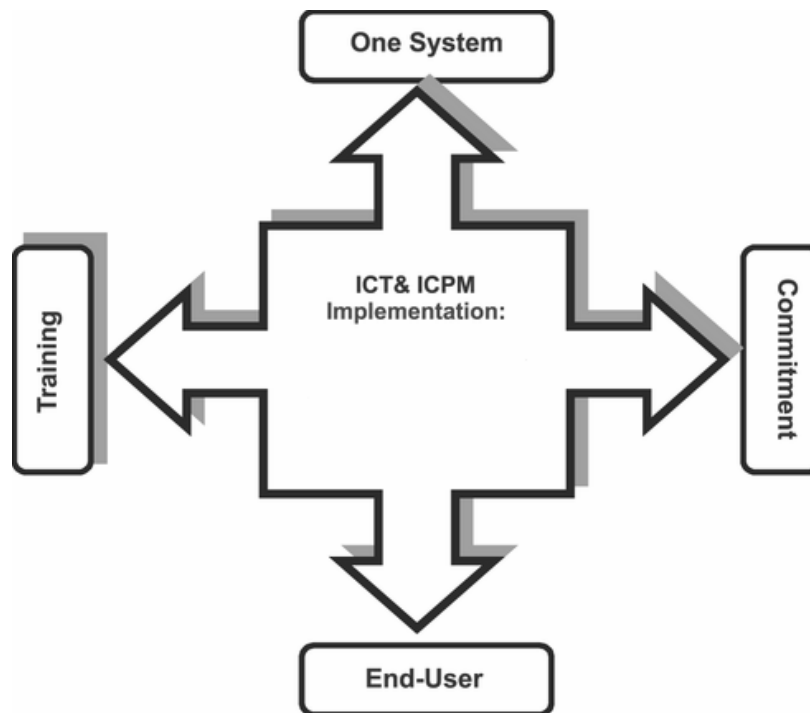
Ett utvecklat informationsutbyte samt ett ökat användande av ICT-verktyg och internetbaserat Construction Project Management (ICPM) system är ett utvecklingsbart område i byggsektorn. Genom att förbättra kommunikationsprocessen kan produktiviteten ökas och förbättra den totala kvaliteten. Lyckas utvecklingen av den elektroniska informationsöverföringen, mellan geografiskt utspridda projektmedlemmar, kommer beslutsprocessen att förbättras. Snabba beslut kommer lättare att kunna tas, onödiga tidsförluster kommer att reduceras i form av färre resor. Dessutom kommer projekt-, kommunikation och -informations ”läckage” att minimeras. Alla projektmedlemmar har möjligheten att vara uppdaterade med den senaste informationen (figur 3.7).



Figur 3.7: Traditionell kommunikation jämfört med ICPM systemet (Weippert och Kajewski, 2003).

För att lyckas att implementera ICT-verktyg och ICPM kommunikationssystem krävs det, enligt Weippert och Kajewski, att följande fyra punkter är uppfyllda (figur 3.8):

1. *Ett system.* Används uteslutande av ett ICT-verktyg och ett ICPM-system, allt för att underlätta övergången mellan projekten, så att de anställda inte blir tvungna att lära sig ett nytt system för varje nystartat projekt. Detta leder till en ökad förståelse av produkten och dess begränsningar.
2. *Slutanvändare – främsta fokus.* Förtroende skall skapas gentemot slutanvändaren. Implementeringen av nya ICT-produkter måste skapa en känsla av tillit för potentiella användare. Funktionerna och möjligheterna måste vara kompatibla med andra ICT-verktyg på marknaden, alltför att minska implementeringstiden, kostnaden och felen.
3. *Träning.* Kontinuerligt tillträde till en ”helpdesk”, där det finns möjligheter för demonstrationer och nya tips.
4. *Engagemang.* Alla involverade i projektet måste vara fullt engagerade och verkligen tro på ICT:s möjligheter.



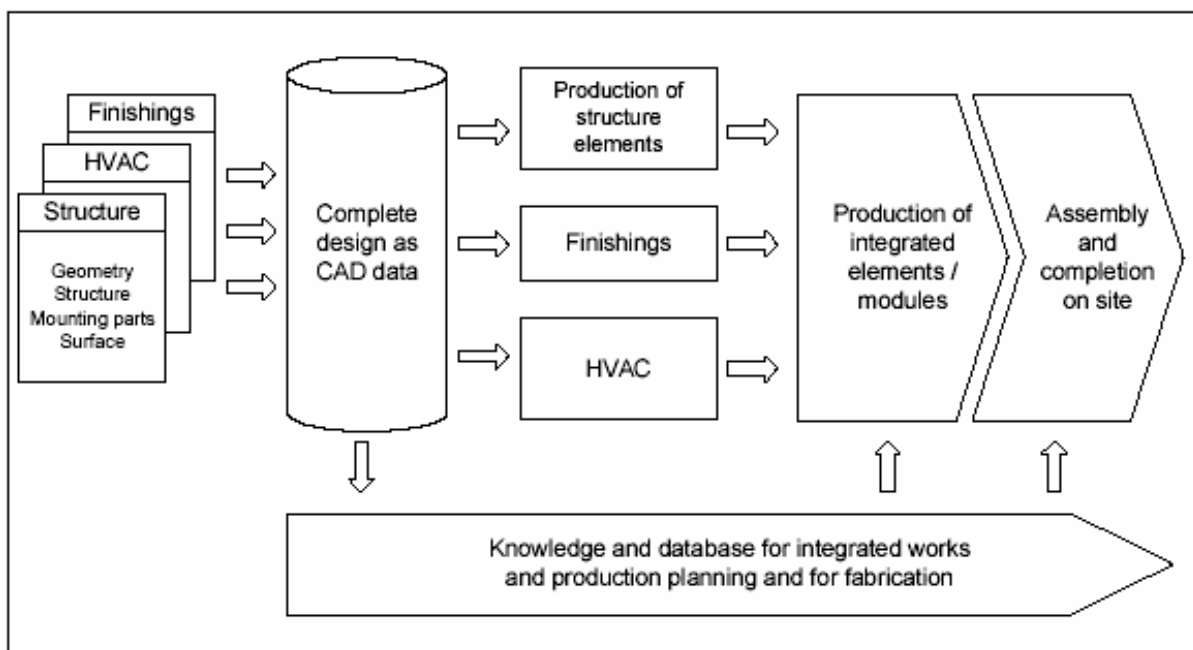
Figur 3.8: De fyra punkterna som måste vara uppfyllda för att implementeringsarbetet skall lyckas (Weippert och Kajewski, 2003).

Informationsverktyg

En av dagens största problem inom byggsektorn är att upprätthålla en koordinerad, pålitlig och konstant informationsflöde mellan de involverade parterna i projektet. Ett sätt att förbättra denna process, enligt Girmscheid (2005), är att använda sig av en databas som alla parter har tillgång till. Det finns då möjlighet att skapa en plattform för informationsutbyte (figur 3.9). Dagens nuvarande grafikutbyte möter inte alls upp de här kraven, utan denna strukturerade informationsprocess kräver 3D CAD (Computer Aided Design) system som kan behandla grafiska tvärsnitt på ett snabbt och enkelt sätt.

Ett annat problem för entreprenörer är kundernas oförmåga att föreställa sig hur hus/byggnader ser ut i verkligheten genom att studera en 2D ritning. Därför anses det vara av stor betydelse att kunna presentera med hjälp av 3D teknik, det kommer att underlätta beslutsprocessen för kunden, anser Scheublin och Egmond (2005). Det är en påtaglig trend att fastighetsutvecklare introducerar 3D teknik för sina kunder. På t.ex. internet ges kunderna möjligheten att experimentera med tillgängliga alternativ. Ett väl utvecklat 3D besluts underlag för kunderna kan innebära stora framgångar för masskundanpassning i framtiden.

Börje Westerdahl, vid Chalmers Tekniska Högskola, anser att det finns en stor potential i CAD system. Han säger att det senaste är att lägga till ytterligare dimensioner till det så redan kända 3D CAD uttrycket. Med 4D menas att tid kopplas till de ursprungliga 3D ritningarna. Läggs det till ytterligare en dimension så pratas det om 5D, och då är den femte parametern kostnad. Kopplas det till ytterligare en parameter så ges det benämningen nD, och det innebär att även akustik tas hänsyn till.



Figur 3.9: Förbättrad struktur över planerings- och konstruktionsfasen (Girmscheid, 2005).

3.3.3 Kund

Kunder behöver individuell behandling och ett speciellt bemötande för att lösa deras problem och efterfrågningar. Kunden blir mer och mer intresserad i den totala kostnaden av ägandeskap och livscykelkostnader. Nuförtiden är kunder mindre bekymrade om själva strukturen. De lägger mer kraft på det själva funktionella användandet, vilket främst stimuleras av användandet av information och kommunikationstekniken i projekten (Abderrahim m.fl., 2004).

Kundfokus

Kunderna är inte nöjda med dagens standardutbud av lösningar när det gäller boende. Kunderna vill ha bättre kvalitet, flexibilitet samt möjligheten att välja lösningar så sent som möjligt i byggprocessen. Men en stor andel är inte intresserad av att leda deras egna husprojekt, de föredrar standardiserade produkter med möjligheten att välja utifrån ett givet utbud av produkter för att på så sätt skapa en personlig prägel på sina hem. Flexibla system är uppskattade, men kunderna har inte möjlighet eller viljan att betala extra för ett sådant koncept. Det är därför allt viktigare för företagen att kunna bemöta kundernas krav på anpassning, samt att byggindustrin introducerar nya produkter och processer som gör det möjligt att tillse dessa krav. De nya processmålen är att tillåta en mer kundspecifik möjlighet att variera sina val än vad som tidigare gjorts, vilket några företag har lyckats med (Scheublin och Egmond, 2005).

Vad är det för typ av strategier företagen skall använda sig av, och har använt sig av, för att på bästa sätt kunna bemöta dessa ökade kraven från kunderna? Enligt Scheublin och Egmond (2005) kan dessa strategier delas in i fyra kategorier:

1. **Masskundanpassning:** Fastighetsutvecklare och entreprenörer var vana att erbjuda en standardprodukt med lite chans för variation. Dessa parter valde masskundanpassning för att kunna möta kundernas krav på ett bättre sätt. De utvecklade en mer flexibel process, där de gjorde det möjligt för kunden att kunna göra val senare i processen än

tidigare. Scheublin och Egmond karakteriserar denna strategi som on-site processindustrialisering.

På den holländska marknaden har nästan alla stora entreprenadföretag utvecklat denna strategi. Syftet är att visa att kunden själv kan göra personliga val ur ett begränsat urval, t.ex. placeringen på köket, badrumsutformning och fasadmateriäl. Ett konkret exempel är "Seven heaven" projektet i Rotterdam. Där har fastighetsutvecklare erbjudit kunderna att själva välja en privat arkitekt för att på så sätt få ett personligt utvecklat boende. Det finns självklart vissa begränsningar, men det är mest konstruktionsmässiga. Kunden får till och med välja vilken typ av fasad han/hon önskar (Scheublin och Egmond, 2005).

Bilindustrin har visat under de senaste årtiondena att masskundanpassning är en möjlighet. Inom byggsektorn är det långt kvar tills det ideala stadiet är uppnått. Några entreprenörer erbjuder fler alternativ men utan att egentligen ändra sina processer, de antog att deras platschefer skulle agera mer flexibelt mot senare ändringar än tidigare. Men detta skapar endast spänningar i projektgrupperna och processtörningar (Scheublin och Egmond, 2005).

- 2. Prefabrikation av komponenter:** Komponentleverantörerna utvecklar nya produkter som är speciellt designade för kunden. Detta möjliggör sena ändringar av hemmet för kunden. Denna strategi kategoriseras som off-site produktindustrialisering (Scheublin och Egmond, 2005).

För golv finns det ett stort utbud av förtillverkade system, t.ex. golvplattor med ihålig kärna, vilket skall underlätta kabel- och ledningsdragnin. En utveckling av dessa golvsystem har lett till att möjliggöra en senareläggning av kabel och rörläggning, vilket har visat sig vara mycket uppskattat hos kunderna (Scheublin och Egmond, 2005).

- 3. Prefabrikation av element:** Leverantörer av så kallade "kataloghem" har alltid byggt hus emot specifika kundkrav, och har aldrig haft anledning att ingå någon strategisk ändring. Deras process har alltid varit kundfokuserad, det är en off-site produkt och processindustrialisering. Priset på dessa så kallade "kataloghem" är inte speciellt lägre än priset för traditionella hus. Om tillverkarna kunde producera större volymer skulle detta förmodligen leda till en prisnedgång. Det är här som stora genombrott kan komma att ske i framtid tror Scheublin och Egmond (2005).
- 4. Prefabrikation av enheter:** Tillverkare av volymelement studerade möjligheterna att ändra industrin genom att flytta produktionen av byggnader till fabriker, inte bara komponenter och element utan färdiga sektioner av byggnaden, installerad och färdig för användning. Detta kan benämnas som off-site produkt och process industrialisering (Scheublin och Egmond, 2005).

I Holland har några tillverkare specialiserat sig på flytande prefabricerade hus. Dessa hus är inte jämförbara med traditionella husbåtar. Husen är betydligt mer estetiska samt att kvaliteten är jämförbar med traditionella hus (figur 3.10).



Figur 3.10: Ett fabriksstillverkat flytande prefabricerat hus (Scheublin och Egmond, 2005).

En tillverkare i Holland har lyckats producera ett 10-vånings kontor i fabriksmiljö. Problemet med att tillverka så stora byggnader i fabrik är transporten av den färdiga produkten. I detta fall löstes det med hjälp av vattentransport (figur 3.11).



Figur 3.11: Ett fullständigt fabriksstillverkat 10-vånings kontor på väg till grundläggning (Scheublin och Egmond, 2005).

Omständigheterna för denna specifika byggnad var perfekta, fabriken låg nära vatten och byggnaden skulle placeras nära vatten i ett vattenrikt land. I länder med mindre tillgång på vatten kan transporterna av så här stora byggnader vara ett problem. I Tyskland har det utvecklats ett flygplan baserat på Zeppelin konceptet. Detta flygplan kallat ”Cargolifter” är konstruerat att lyfta upp till 160 ton, tillräckligt att transportera mindre kontor och hem. Detta kan innebära att off-site tillverkningen inte behöver vara begränsad av transportproblem i framtiden (Scheublin och Egmond, 2005).

Kundcentrerad planering

Kundtillfredställelse börjar få en större och viktigare roll än tidigare i byggsektorn. Detta har lett till att entreprenörer har blivit mer intresserade av att få reda på vad det är kunderna vill betala för. Målet med kundcentrerad planering är att överföra kundens önskemål till

produkttegenskaper genom att systematiskt låta önskemålen återspeglas på varje nivå i produktframtagningsprocessen (Bergman och Klefsjö, 2001).

Kundcentrerad planering är ett sätt att strukturera upp och systematisera produktutvecklingsprocessen. Några viktiga moment i den kundcentrerade planeringen är, enligt Bergman och Klefsjö (2001), att genomföra marknadsundersökningar för att samla in och analysera kundernas behov och förväntningar samt att genomföra konkurrentanalyser för att bedöma konkurrenternas förmåga att tillfredsställa kundernas behov och förväntningar.

Utan ett systematiskt arbetssätt är det knappast möjligt att effektivt bryta ned kundens önskemål på delar i produkten och på element i tillverkningsprocessen. Metodiken kring kundcentrerad planering delas ofta in i fyra steg (Bergman och Klefsjö, 2001):

- 1. Produktplanering:** Kundens önskemål översätts till produkttegenskaper. Slutresultatet är en produktspecifikation med identifieringar av viktiga produkttegenskaper och lämpliga målvärden, som överförs till nästa steg i arbetet. Arbetet genomförs och dokumenteras i regel med det s.k. kvalitetshuset.
- 2. Produktutformning:** Det konstruktionskoncept väljs som bäst uppfyller de målvärden som är satta på produkttegenskaperna. En identifiering sker av vilka komponenter som kommer att bli kritiska för produkten och bestämmer sedan de legenskaperna på motsvarande sätt som för produkttegenskaperna i föregående steg. Man identifierar också sådana de legenskaper som kommer att bli kritiska och ser var det finns för behov av ytterligare forskning och utveckling för att bättre bemöta marknads krav.
- 3. Processutformning:** De kritiska detaljegenskaperna överförs till tillverkningsmoment och identifierar dessa moments kritiska parametrar. Övervakningsrutiner bestäms, liksom metoder för processtyrning och övervakningsfrekvens.
- 4. Produktionsutformning:** Tillverkningsinstruktioner utformas så att operatören har noggranna anvisningar om vilka delar och mått som skall mätas samt hur många, hur ofta och med vilka verktyg.

Det är viktigt att poängtera, anser Bergman och Klefsjö (2001), att det är en tydlig tendens att det endast är det första steget, av de fyra, som utnyttjas. P.g.a. detta förloras den strukturerade nedbrytningen av informationen som fås om alla stegen utnyttjas. Men att nyttja alla stegen kräver omfattande förändringar i företagets sätt att arbeta.

Bergström och Stehn (2002) visar i sin undersökning att det viktigaste att tänka på i produktplaneringsstadiet är kostnaden för kunden. Priset på bostaden är den faktor som, uteslutande, är den viktigaste faktorn. Den faktor som de anser är näst viktigast är betydelsen av arkitektens design, t.ex. hur attraktiv lägenhetslayouten är. En annan viktig slutsats de kan dra från sin studie är att kunden anser att boendet skall ge en acceptabel livscykeleekonomi kombinerat med attraktiva och flexibla lägenheter.

Inköpsfunktionens roll

Nyckel till att lyckas pressa priserna är dock inte som många ansåg för några år sedan att kunna pressa leverantören genom att använda sig av försörjningsstrategin multiple sourcing, utan att med det ”nya tänkandet” kunna fastställa enhetliga byggsystem för att på så sätt skapa

större volymer av enskilda komponenter och system. Genom detta skapas skalfördelar (stordriftsfördelar) för de leverantörer som blir aktuella vid en möjlig affär (Tarandi, 2005).

Just-in-time (JIT)

Utvecklingen av prefabricering är en väg till att lyckas med att industrialisera byggindustrin, men andra faktorer som managementstil och kvaliteten på underleverantörerna är minst lika viktiga. Vad gällande byggsektorn kan främst just-in-time filosofin vara applicerbar på logistiska problem, anser Low och Chuan (2000).

Just-in-time filosofin härstammar från Toyota Production System. Systemet utvecklar produktionsprocessen främst genom att effektivisera materialhanteringen, t.ex. genom att tillhandahålla rätt material, i rätt kvantitet och kvalitet, i tid för produktion. Med ett utvecklat JIT managementsystem så kan det leda till att material kan bli levererad på plats dagen före användning eller samma dag. Grundprinciperna inom JIT är nära relaterade till varandra och påverkar varandra direkt. För att på ett förenklat sätt beskriva denna managementfilosofi kan dessa principer bli förklarade i sex punkter (Low och Chuan, 2000):

1. Kanban/Pull - system

Kanban är en typ av materialstyrningsmetod utvecklad av Toyota. Det finns två typer av Kanbanmetoder; sådana som baseras på någon form av fysisk och visuell initiering av nya order och sådana som baseras på någon form av administrativ initiering. Metodiken med kanbankort bygger på ett begränsat antal kort i omlopp, att alla fulla lastbärare måste innehålla en fördefinierad standardkvantitet som finns angivet på kanbankortet och alla lastbärare som innehåller material måste vara försedda med ett kanbankort. Med hjälp av dessa regler kan mängden material i lager respektive under transport eller produktion kontrolleras (Jonsson och Mattsson, 2005). Kärnan i denna punkt är att materialflödet är ”pulled” från efterfrågesidan. Utan godkända kanbankort från en arbetsplats får inte leverantören sända iväg något material i förväg. Materialstyrning är av pulltyp, produktion och materialförflyttning sker endast på initiativ av och auktoriserat av den förbrukande aktören i materialflödet.

2. Företagsledningens engagemang och de anställdas deltagande

Företagsledningen är den drivande och den verkställande kraften för själva implementeringen av JIT. Ledningens totala hängivenhet är en nödvändighet för att säkerställa att verksamheten utförs i linje med JIT filosofin. En motiverad och involverad arbetsstyrka bidrar med att implementeringen kan lyckas. Företagsledningen, samt de anställda, måste på regelbunden basis söka efter förbättringar av existerande arbetsprocess så att produktionssystemet kan bli mer strömlinjeformad och ledtider förkortas. JIT handlar om att jobba med ständiga förbättringar som utvecklar processerna och skapar nya möjligheter för effektivare produktion. Ständiga förbättringar är endast möjliga om de anställda känner sig delaktiga i processen och har stöd uppifrån.

3. Eliminering av icke värdeskapande aktiviteter

Under JIT konceptet definieras slöseri som allting som inte tillför värde till slutprodukten. Överskott av material anses som slöseri eftersom det är icke värdeskapande att lagervålla material; de är kapitalbindande, tar plats, ökar hyreskostnaderna samt att säkerhets- och försäkringskostnaderna blir höga. Det skall eftersträvas att göra ”rätt saker rätt, första gången”.

4. Total Quality Control (TQC)

Produktionen kan endast fortsätta, i linje med JIT konceptet, om de levererade delarna/komponenterna är av god kvalitet, tillräckliga för att ingå i produktionssystemet. Avvisande av material p.g.a. dålig kvalitet innebär att hela produktionsprocessen störs. De besparingar som produktiviteten vinner av JIT kan komma att bli minimerade av kvalitetsbrister. Därför är det följaktligen viktigt att JIT konceptet omfattas av en kvalitetskontroll för att kunna uppnå en smidig just-in-time process.

5. Oavbrutet arbetsflöde

JIT produktion garanterar en ostörd arbetsprocess, eftersom varje arbetsstation kräver material från föregående station. En punktstörning i produktionsledet kommer att ha påverkan på hela processen. Det är därför väsentligt att säkerställa att tillverkningsprocessen inte blir avbruten. Förenkling av arbetsprocessen samt en strävan att reducera processens "set-up" tid är en väg till att göra operationerna mer kontinuerliga.

6. Leverantörsrelationer: single sourcing

Med material strömmande in i fabriken, enligt JIT, är koordineringen av leverantörerna av yttersta betydelse för att säkerställa att rätt material skall inkomma på rätt tid. Alltför många leverantörer skapar problem för ledningen, det ges mindre tid per leverantörer vilket skadar samarbetet, svårt att få ordentligt med feedback samt koordineringsproblem. Det är därför av fördel att reducera antalet leverantörer. Minskningen av antalet leverantörer ställer krav på att det arbetas med frågor så som långsiktiga samarbetsformer och affärsuppbyggnader som grundar sig i förtroende. Innebörden av att leverantören blir ensam leverantör, s.k. singel-supplier, är att leverantören blir garanterad arbete en lång tid framöver vilket möjliggör att han/hon kan investera i diverse maskiner som kan öka produktiviteten och reducera kostnader. Detta är en stor fördel för företaget eftersom genom detta samarbete får leverantören möjligheten att erbjuda en produkt till högre kvalitet men samtidigt till ett lägre pris. En annan fördel är att det blir lättare att ha kontakt med en mindre grupp av leverantörer än en stor grupp. Chefer kommer att kunna spendera mer kvalitetstid med leverantörerna och försäkra sig om att JIT produktionens krav blir uppfyllda.

Teknologin att förtillverka betong i fabriksmiljö erbjuder stora fördelar, byggnaderna kan konstrueras på ett snabbare sätt. Likväl, kan tidsbesparingen från snabbare installation försvinna om de logistiska aspekterna inte är skötta på ett tillfredsställande sätt. Det är framförallt här, enligt Low och Chuan (2000), som JIT filosofin har en kolossal potential att förbättra rörelserna/förflyttningarna av betongkomponenterna från fabriken till arbetsplatsen, men även inom arbetsplatsen. Oftast är dessa element stora och platskrävande, vilket ställer höga krav på platsledningen att optimera logistiken. Med ett utvecklat JIT system kan dessa problem minskas betydligt.

Lean Production

I Lean Production är lärande och att lära ut en viktig del, att dela med sig av sin kunskap till dem som saknar den. Filosofin har sedan dess spridits till bl.a. bilindustrin i USA och Europa. Idag finns japanska biltillverkare i Storbritannien som arbetar framgångsrikt enligt Lean Productions teorier, filosofier och principer. Dessa begrepp innebär bl.a. att göra mer med mindre, att inte göra saker snabbare utan istället göra det smartare och inte standardisera vad som skall göras utan hur det skall göras. Istället för att göra saker snabbare är det viktiga alltså att göra det smartare, allt som ska göras ska vara av mervärde för kunden. Exempel på onödiga moment kan vara väntetid, stora lager, omarbete, överarbete, transporter och

medarbetarnas outnyttjade kreativitet. I det långa loppet ska Lean arbetet leda till att kunden får en bättre produkt, företagets ägare får en högre avkastning på sitt ägande, medarbetarna får attraktivare arbetsplatser där deras kunskap tas tillvara och tillsist får samhället en högre tillväxt (Andersson, 2004)

JIT konceptet som utvecklades av de japaner som skapade Toyota Production System var senare översatt till engelska som termen Lean Production System. Fastän Lean Production ständigt är i en utvecklingsprocess kan det klart och tydligt definieras vad som ingår i det fundamentala konceptet (Low och Chuan, 2000):

- väsentlig betydelse att identifiera och leverera värde till kunden genom att eliminera allt som inte tillför värde till slutprodukten
- organisera produktionsprocessen som ett fortlöpande flöde
- ständig produktutveckling samt skapa pålitliga flöden genom möjlighet att stoppa produktionslinan, kontrollerad materialförsörjning genom s.k. pull-system
- fördela information och beslutstagande utöver organisationen, syfte att engagera anställda
- eftersträva perfektion genom att leverera en produkt som svarar mot kundens krav och
- minimera lagerhållning.

Begreppet Lean Production kan appliceras inom de flesta industrier. Resultatet har blivit teorier om Lean Administration, Lean Distribution och Lean Produktutveckling. På senare tid har även begreppet Lean Construction tillkommit, vilket är anpassat till byggsektorn och är ofta översatt med resurseffektivt byggande (Andersson, 2004).

Inom Lean Construction är en av grundstenarna att allt som sker ska vara värdehöjande. Med det menas t.ex. att montera ett fönster höjer värdet på slutprodukten, medan att hämta fönstret från ett lager tillför inte slutprodukten något (Andersson, 2004).

3.3.4 Automatisering/Robotisering

Under 1970-talet grundades många företag som producerade byggnadsmaterial med en industriell utgångspunkt, utav andra företag som inte var engagerade tidigare i byggbranschen. Byggindustrin tog till sig idéer från andra industrier, som t.ex. biltillverknings-, fartygsbygger- och kemiindustrin. På 1980-talet sågs sedan en introduktion av robotar på byggarbetsplatserna som då klarade av särskilda specialuppgifter som t.ex. att spraya och förfina betong, distribuera material, få plats med utrustning i små utrymmen m.m. Under 1990-talet utvecklades robotanvändandet ännu mer, bl.a. system vid byggande av höghus. Dessa robotar användes då bl.a. ur logistiksynpunkt och montering. Under de senaste åren har även människoliknande robotar används på byggarbetsplatsen för varierande arbetsuppgifter, som t.ex. passande av innerväggar, bärande av tungt material samt även körande av gaffeltruckar och grävmaskiner (Bock, 2005).

Utvecklingen

Stora japanska byggföretag har ända sedan början av 1980-talet utvecklat robotar för att kunna använda dem på byggarbetsplatser och detta gjordes också till en början. T.ex. fanns det robotar som levererade och tog hand om betong, bevisade att stålkonstruktionen klarade brandpåfrestningar, levererade stora och tunga komponenter och även målade fasaden. Över 400 olika prototyper av robotar var framtagna och utvecklade för att testas på byggarbetsplatser (Bock, 2005).

Alla dessa typer av robotar hade sina speciella uppgifter på byggarbetsplatsen och meningen var inte att ha någon motståndseffekt på de vanliga yrkesarbetarna. Det visade sig dock att endast ett antal robotar var ekonomiskt försvarbara att använda. Anledningar som gjorde det ineffektivt att använda individuella robotar parallellt med det vanliga arbetet var bl.a. begränsningar för yrkesarbetarna, säkerhetsregler, oförutsebarhet och oplanerade händelser. På marknaden finns bara några få robotar till försäljning som är ekonomiskt försvarbara, där ett exempel är utjämnare av betong. Denna utveckling bör dock ses som ett steg i forskningen att kunna effektivisera byggprocessen i framtiden och de ekonomiska aspekterna var inte vid dessa försök av största prioritet (Bock, 2005).

För att lyckas robotisera vissa moment i byggindustrin är det viktigt att ta fördel av tekniken som finns eller att se det som ett syfte att erhålla en effektivare och mer vinstdrivande byggsektor i framtiden. Det finns också ett antagande inom industrin att det är nödvändigt med år av träning för att bli kompetent inom en teknologi och att teknologibaserad utveckling måste lämnas åt forskare och ingenjörer. För att förstå teknologin är det viktigt att ledningen vet fyra saker: vad teknologin kostar, vad teknologin kommer att tillföra, vad teknologin erfordrar och pålitligheten av svaren på de första tre frågorna (Cusack, 1994).

Stora framsteg gjordes inom robotisering i produktionen under 80-talet och början av 90-talet, framförallt inom tillverkningsindustrin. Denna utveckling har inte lett till några stora framsteg inom byggbranschen, dock har japanerna tagit fram betydande material inom området. I mitten av 90-talet låg Storbritannien efter i många anseenden, t.ex. i arbetsförhållanden, status och förmågan att attrahera unga till branschen. Det fanns ett tomrum med duktig arbetskraft, vilket dock till viss del kvarstår. Detta är en av anledningarna till att fortsätta utveckla robotisering och automatisering (Cusack, 1994).

Warszawski (1984) nämner följande faktorer som hindrar utvecklingen för en robotisering av byggprocessen: spridningen av byggaktiviteter på många olika byggarbetsplatser, en utmärkande karaktär av varje enskild produkt och byte av arbetsplats i samma projekt. Vidare förekommer det mycket industriella olyckor i byggbranschen, som ligger högt över i jämförelse med andra industrier, i samband med dåliga arbetsförhållanden och arbetskraftsintensiva karaktären i branschen. Warszawski föreslår att trots dessa förhållanden så kan många moment på byggarbetsplatsen robotiseras med löfte om ett positivt ekonomiskt resultat med lämplig design på robotutrustningen och en passande organisation till uppgiften.

Mänskliga konstruktionsrobotar

I ett antal år har mänskliga robotar testats på byggarbetsplatser. Robotarna kan t.ex. hjälpa en vanlig hantverkare att bära tunga föremål, sätta innerväggar på plats och köra gaffeltruck eller grävmaskin. Robotarna kan förflytta sig på områden med upp till fem graders lutning och anpassa sig till ojämnheter på upp till två centimeter. De kan även resa sig själva om de skulle trilla. Roboten som används vid bärande av komponenter är en stabiliserad vandrande robot som har ett flexibelt armsystem. När roboten förflyttar sig över ojämna ytor, registrerar en kraftsensor som är placerad i fotsulan, och en balanssensor i kroppen skillnaden och lutningen på ytan för att se om roboten klarar av det (Bock, 2005).

Choi m.fl. (2004) lyfter fram betydelsen/möjligheterna av utvecklingen av den mänskliga hybridteknologin. Det kommer inom en snar framtid vara möjligt att använda en hybridrobot på byggarbetsplatser. Choi m.fl. påstår vidare att denna typ av hybridrobot kan användas t.ex. vid montering av glasrutor på ytterfasaden, att den har en bred arbetsförmåga och har stor

precision i sitt arbetsutförande. De begränsande faktorerna som förhindrar användandet är att det uppstår problem med en exakt kontroll vid höga olinjära dynamiska egenskaper, så som luftkomprimering och friktionseffekter, men det är teknik som Choi m.fl. anser snart är existerande på marknaden till ett relativt lågt pris.

Mikrokomponenters potential

Micro-Electro-Mechanical-Systems (MEMS) är en kombination av mekaniska element, sensorer och elektronik. Dessa apparater har egenskaper som kan öppna nya möjligheter för användandet i vilken bransch som helst som har med teknologi att göra (Caballero och Yen, 2003).

MEMS består av mycket små komponenter, blandade apparater eller system som kombinerar elektriska och mekaniska komponenter. Storleksmässigt varierar de från en nivå på en submikron till millimeternivå och antalet kan variera från bara några stycken till miljonantal i ett system. Dessa system kan känna av, kontrollera och aktivera mekaniska processer på en mikronivå och fungera individuellt eller i grupperingar (Vittorio, 2001).

MEMS apparater har en bred verksamhetsupptagning, där allt från medicin, data och kommunikation till fabrikation av system täcks in. Några exempel på användbara maskiner är (Caballero och Yen, 2003):

- mikrorobotar
- mikrooptiska system för fiberoptikkommunikation
- mikrosonder och
- trycksensorer.

En beskrivning av användandet av MEMS i asfaltbeläggningar är gjord av Attoh-Okine (2002). Denna analys beskriver hur MEMS samlar in information om konditionen vid asfaltbeläggningar. Idén är att mikrosonder som finns i asfalten sänder över signaler till kontrolldata som då känner av när det är dags för underhåll av asfaltsträckan.

Det förekommer mycket forskning inom området, såväl statligt som privata laboratorier och även universitet runt om i världen. Geografiskt sett förekommer mest tillverkning med MEMS i USA (41 % av tillverkningen), Europa (38 %), Japan (12 %) och Asien (9 %) (Caballero och Yen, 2003).

Robotanvändande i byggproduktion

Toyota Motor Corporation är känd för sin bilproduktion med en effektiv ”löpande bandprincip”. Toyota har också utvecklat en fabrik för prefabricerade husbyggnader där de har tagit tillvara på robottekniken från tillverkningen av bilar. Ett exempel är Toyota Homes som producerar från fyra till sju hus per person per år. Ett Toyota hus monteras ihop från rumceller upp till tolv olika storlekar på mellan fyra till sex timmar. En rumcell är förtillverkad varje 2,5:e minut på fabriken (Bock, 2005).

Kunderna kan välja mellan 350 000 olika delar för att sätta samman sitt drömhus. I slutändan finns det ungefär 300 olika moduler att välja mellan. Trots detta uppkommer inga brister i tillverkningen. För att inte kunden ska bli helt konfunderad i valet mellan olika komponenter finns det ett virtuellt program där det finns möjlighet att testa sig fram för att sedan bestämma sig. När valet är gjort, så börjar CAD/CAM (computer-aided manufacturing) -systemet att arbeta och tillverka de olika komponenterna till rumcellerna. Kvaliteten på de

robotproducerade husen är så höga att Toyota Home kan lämna en garantitid på mellan 10-20 år. Sammanlagt tar det fyra dagar för leverantörerna att få ett modulhus till byggarbetsplatsen; en dag för planering och förberedelse, två dagar för tillverkning och en dag att leverera huset (Bock, 2005).

Precis som Toyota Motor Corporation så sköts Toyota Home på marknadsmässiga grunder. Försäljningen kontrollerar de robotiserade produktionssystemen på Toyota Home precis på samma sätt som Andon- och Kanbansystemen kontrollerar Toyota Motor Corporation. För att bygga upp ett gott rykte med nöjda kunder, sätts alltid kundfokus som första prioritet (Bock, 2005).

Hantverkarnas säkerhet på byggarbetsplatsen

Svåra och stora byggarbetsplatser, framförallt placerade i storstäder, medför enorma säkerhetsrisker. Svår och komplicerad logistik på byggarbetsplatsen innebär att byggtiden måste hållas så kort som möjligt. Detta innebär att komplicerade byggprocesser och produktionssystem som ibland kan vara osäkra medför ett risktagande för hantverkarna (Choi m.fl., 2004).

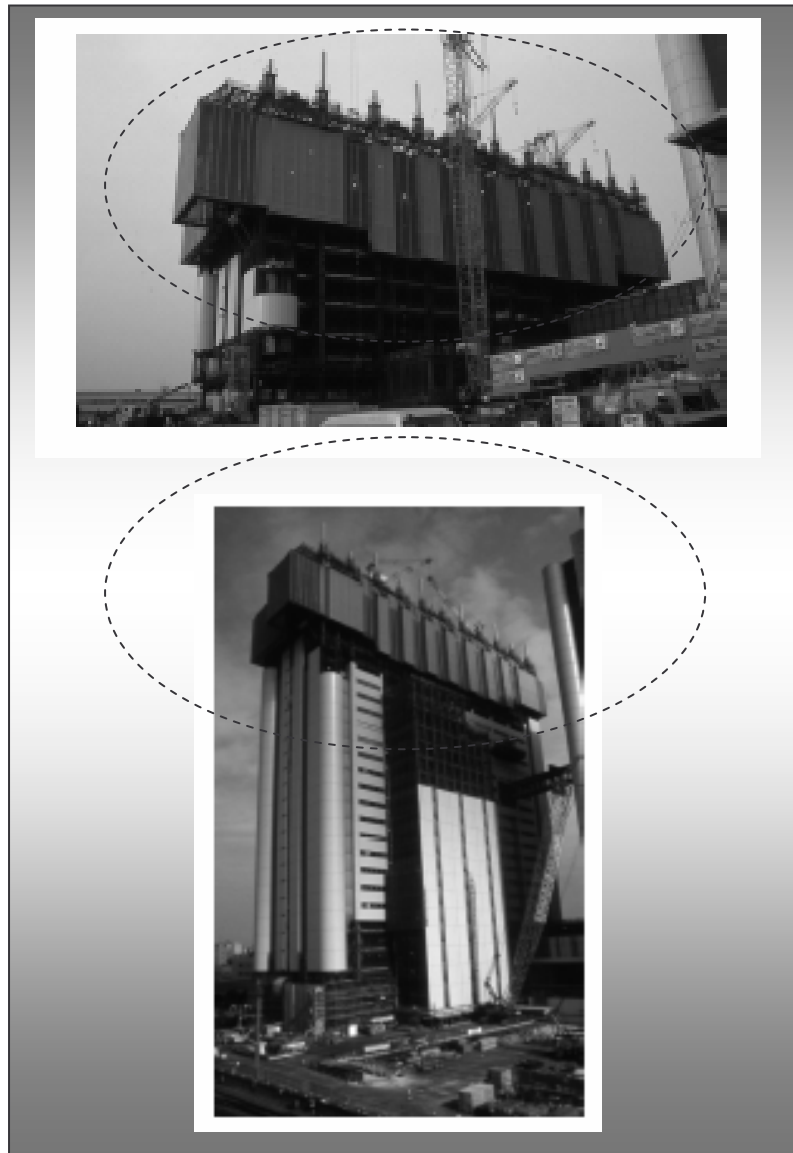
Abderrahim m.fl. (2004) diskuterar utvecklingen av ett system, där både existerande teknologi och specialdesignad utrustning används för att höja säkerheten på arbetsplatsen. Obligatoriska säkerhets hjälmar med elektroniska chip fordras för alla hantverkare, i dessa chip kan information lagras. Informationen används som grund för att ta emot positioner och kan även fungera som kommunikationsinstrument. Position och ID på varje hantverkare sparas periodvis och skickas via radio till en övervakningsstation, där informationen jämförs mot en databas som innehåller uppgifter om vad som sker på byggarbetsplatsen. Med tanke på detta är hantverkarnas och maskinernas position kända i varje situation och på så vis kan risksituationer bli igenkända direkt och skador blir förhindrade. Om det skulle hända att någon hantverkare eller någon maskin är på en plats som inte är meningen att de ska vara ur säkerhetssynpunkt, så utlöses ett automatiskt system som tar ett beslut för att förhindra en möjlig olycka.

Automatiserat produktionssystem för höghus

Med en automatiserad högre byggnad menas att mer eller mindre vara upprest helt automatiskt av robotar. Genom att använda sig av ett system som är datakontrollerat så görs försök att förbättra händelser i byggprocessen och ledningsarbetet på byggarbetsplatsen. Detta inkluderar ett konstant flöde av information inom allt från planering till design av byggnaden (Bock, 2005).

Så fort grundläggningen är färdig och produktionsutrustningen har kommit på plats, så tar robotarna över. I detta exempel arbetar robotarna i tiominuterscyklar där de sätter två stål och tio betong installationer på plats med principen just-in-time. Det är nödvändigt att arbeta enligt denna princip p.g.a. utrymmet runt byggarbetsplatsen som är begränsat framförallt i städer. De stora prefabricerade elementen som kommer till byggarbetsplatsen placeras i närheten eller i byggnaden så att robotarna kommer åt dem på smidigaste sätt. Det är egentligen här som den automatiserade processen börjar. Upp till 22 robotar, som är utrustade med automatiska kranar, arbetar samtidigt med att leverera t.ex. pelare, golv, innertak, väggar och andra element till våningen där det ska installeras. De flesta elementen placeras ut automatiskt på rätt ställe från början, t.ex. svetsas stålpelarna samman med hjälp av särskilda svetsrobotar (Bock, 2005).

Så fort en våning har blivit färdig, så trycks hela bärstrukturen upp en våning av tolv hydrauliska liftar. Det krävs tre stycken liftar i varje stälpelare för att kunna klara detta på en dryg timme. Hela byggkonstruktionen är 25 meter hög och så fort en våning är färdig flyttas arbetet till nästa våning (figur 3.12). Varje våning fungerar som tak för våningarna under och flyttas hela tiden ett steg upp för varje våning som blir färdig, på detta sätt reduceras vädrets makter risken att inverka på något negativt sätt. Detta system minskar arbetskraftanvändandet på byggarbetsplatsen med ca 30 %, men borde kunna i framtiden minskas med ca 50 % (Bock, 2005).



Figur 3.12: Den översta bilden är en automatiserad byggarbetsplats, den understa bilden är samma arbetsplats fast åtta månader senare (Bock, 2005).

Sammanfattningsvis kan sägas att denna typ av byggande består av mycket prefabricerade komponenter. Så fort grundläggningen är färdig, så kan den återstående delen av arbetet beskrivas som uppbyggande av transport och geometri. Det är endast några mindre arbeten, bl.a. isolering, som behöver bli gjort för hand. De största problemen, och svåraste, ligger i att ha en exakt planering vilket leder till att rätt material och komponenter ska komma i rätt tid samt att valet av rätt process ska göras (Bock, 2005).

Förbättringsområden

Om robotisering ska bli praktiskt möjligt så är det viktigt att införa regler och riktlinjer för planeringen och kontrollen av denna särskilda och speciella verksamhet, samt utveckla en speciell strategi för kontrollen av användandet av robotar. Det finns två aspekter på detta (Cusack, 1994):

1. Problemet med hur utformningen av byggarbetsplatsen ser ut och planeringen av förflyttningar under pågående arbete.
2. Kontroll av den rörliga situationen som ständigt pågår på en byggarbetsplats.

En byggarbetsplats utformning är aldrig en annan lik, vilket innebär att problem som har uppstått på en plats uppstår inte på nästa och likadant problem som uppstår på den andra byggarbetsplatsen uppstod aldrig på den första. Huvuddragen i planeringen är vilka olika skeden och aktiviteter som kommer att ske under byggarbetsplatsens produktion, såsom förflyttningar, förvaringar, tillgänglighet och tillsyn (Cusack, 1994).

När inplanerandet av automatiserade moment ska ske är det viktigt att ta hänsyn till förflyttningar eller hur mycket en viss aktivitet kommer att väga, vilket kan skilja mycket mellan olika projekt, t.ex. kräver en schaktning tillgång till mycket tung och stark utrustning i förhållande till vad en robot klarar av. Det är viktigt att förstå att en byggarbetsplats inte är stillastående utan utformningen hela tiden ändrar sig, då det är minst lika viktigt att ha klart för sig i planeringen hur de olika aktiviteterna kommer att utformas (Cusack, 1994).

Användandet av robotar kräver en helt annan form av kommunikation. Det behövs en central kontroll där kommunikationen mellan de fysiska aktiviteterna och förvaringsutrymmena fungerar smärtfritt. Det är viktigt med tillgång och klara rutiner för ingående komponenter och material samt att möjliga konflikter ska vara lösta i så lång utsträckning som möjligt. Kommunikationsavstånden måste vara så korta som möjligt mellan robotar, arbetarna, fabriken och materialet. Ett exempel på att lösa detta skulle kunna vara att använda ett radiosystem som utgör ett övergångsstadium i kommunikationsleden (Cusack, 1994).

Funktionen av automation och robotisering

Det finns tekniska svårigheter och organisationsproblem som måste överträffas för att kunna införa robotar på byggarbetsplatsen. Den möjliga minskningen av handarbete som automation och robotisering bidrar med ska leda till en ökning och förbättring av kvalitet, besiktning, soliditet och säkerhet. Det är främst dessa faktorer, snarare än förflyttning av arbetskraft, som ska vara centrala i utvecklingen av införandet av robotisering. Därmed är det inte sagt att kostnaderna för arbetskraften inte kommer att minska, men det finns andra fördelar som skulle tillkomma om införandet av automation och robotisering skulle öka (Cusack, 1994).

Generellt sett behövs det att ta lärdom av kunskapen som finns om robotiseringen i tillverkningsindustrin och se robotapparater som en integrerad del i både design och produktion. Fördelarna är inte bara begränsade till tillverkning, utan sträcker sig även genom planering, produktdesign och utveckling av gemensamma strategier. Användandet av robotar kommer att betyda mycket för både metoden och processen av byggandet, men även för designen av byggnaden samt planeringen och organisationen av hela byggprocessen (Cusack, 1994).

Det finns väsentliga svårigheter att överföra tillgänglig kunskap från byggarbetsplatser till robotutrustning, påpekar Cusack. Teoretiskt är informationen tillgänglig, detta stämmer om designen på byggnaden antingen består av tydliga hänvisningar till ordningsföljden på byggarbetsplatsen eller om informationen kan bli överförd från den slutliga beskrivningen av byggnadsdesignen.

4. Nuläget enligt intervjuerna

I detta kapitel presenteras vad som framkommit under intervjuerna. Vi börjar med att presentera vilka definitioner som kom fram på industrialiserat respektive industriellt byggande. Vilka utvecklingsområden som finns är nästa avsnitt som behandlas, för att sedan beskriva vilka som är drivkrafterna för ett industrialiserat byggande. Till sist presenterar vi möjliga inspirationskällor som kan hjälpa till att utveckla byggbranschen.

4.1 Definition av begreppen

Vårt första delsyfte var att förtydliga innebörden av begreppen industrialiserat respektive industriellt byggande, samt att analysera om det fanns meningsskiljaktigheter om hur begreppen uppfattas.

Industrialiserat byggande

Vi har under intervjuerna upptäckt en rad olika definitioner på vad industrialiserat byggande är. Det som är mest anmärkningsvärt är hur vissa definitioner skiljer sig åt. Vi tror att det främst beror på vilken bakgrund och befattning respondenterna har. För att belysa olikheterna har vi valt att gruppera definitionerna efter innehåll, vilket har resulterat i tre grupper: eliminera slöseri, sluten tillverkningsmiljö och utvecklad projekteringsfas.

1. Eliminera slöseri

Det talas mycket om att tänka i flödeslinjer där flödet optimeras för att minimera slöseri. Därför är det viktigt att prioritera resurseffektivitet samt att det finns kontroll på de olika flödena, de skall i hög grad vara genomtänkta.

”Industrialiserat byggande är en optimering av de värdeskapande aktiviteterna, man tar bort så mycket icke värdeskapande aktiviteter som möjligt. Man kan säga att det är en filosofi där det arbetas efter ett värdeflödesriktat arbetssätt som innebär att man optimerar det värdeskapande aktiviteterna på en kontinuerlig basis.”

”Industrialiserat byggande är allting förutom industriellt byggande, där både värdeskapande och icke värdeskapande aktiviteter ingår. Det gäller att eliminera de icke värdeskapande aktiviteterna.”

”Industrialiserat byggande kan definieras som ett systematiskt tillvägagångssätt med prefabriceringsgrad som huvudkomponent. Man eliminerar slöseri och flyttar de icke värdeskapande aktiviteterna så att man kommer åt mindre mantimmar på byggarbetsplatsen. Det är viktigt att återupprepa moment och standardisera komponenter så att riskerna begränsas.”

”Det är ett mer genomtänkt flöde, där man bygger strukturerat modulbyggande. Det är viktigt att förbereda så mycket som möjligt för att kunna sätta samman flera moduler och att använda minimum med byggmaterial. Det är alltså viktigt att förbereda och få en massproduktion, det definierar jag som industrialiserat byggande.”

2. Sluten tillverkningsmiljö

I denna grupp anses att produktionen främst sker i en industriell miljö. Det är flytten från arbetsplats till fabrik som gör det möjligt att uppnå det som diskuterades i gruppen "eliminera slöseri", fast skillnaden är att man inte är tvungen att befinna sig i en industrimiljö. Möjligheterna blir stora med att ha en sluten tillverkningsmiljö, vilket de nämner i respektive definition. Det uppnås en kontrollerad process som i sin tur leder till en effektiv produktion, anser några av de intervjuade.

"Industrialiserat byggande är att så mycket som möjligt av produktionen flyttas in under tak. Produktionen blir betydligt effektivare. Man får en mer kontrollerad process, slutprodukten blir genom hela processen fuktskyddad vilket är viktigt när slutprodukten består av trä."

"Flyttat monteringen från traditionell byggarbetsplats till fabriksmiljö är industrialiserat byggande."

"Industrialiserat byggande är när moduler byggs upp i en fabrik, där man kan rationalisera tillverkningen."

"Industrialiserat byggande innebär att man använder sig av enhetliga komponenter som tillverkas utanför byggarbetsplatsen, t.ex. enhetliga våningshöjder och enhetliga system som följer med från projekt till projekt."

3. Utvecklad projekteringsfas

I denna tredje grupp belyses vikten av en utvecklad projekteringsfas på ett tydligare sätt än i de två ovan nämnda grupperna.

"Det är en kontrollerad process på ett annat sätt, mer prefabricering. Det räcker inte med produktutveckling utan man måste även veta tidsplaneringen bättre än tidigare. Skulle kunna säga att industrialiserat byggande är att bryta ner byggprocessen i mindre delsystem."

"I industrialiserat byggande arbetas det mer strukturerat, det finns en plan och en tanke för hela byggprocessen. Det har inget med fabriksbygge att göra, men det förekommer till viss del montage av komponenter. Processen bygger på upprepning, där nyckeln till framgång är repetition. Det finns också en plattform som följs."

"Jag definierar industrialiserat byggande som välorganiserat byggande, bra logistik på byggarbetsplatsen och till viss grad prefabricerad."

"I industrialiserat byggande tittar man på hela processen, där effektivisering hela tiden sker. Det utgår hela tiden från komponenter så att de passar in i stommen. Komponenterna går sedan in i en databas och på så vis kan den föras vidare i processen. På detta sätt fås informationen ut mycket lättare. Vi har infört ett centralt inköpssystem som bygger på en global e-handel. På detta sätt går volymerna upp och priserna går ner hos de samarbetande leverantörerna. Det är viktigt att ha ett fungerande logistikcentrum, då byggarbetsplatsen blir mer en montageplats."

”Industrialiserat byggande handlar om hela organisationsformen och inte om tekniken i sig själv.”

Industriellt byggande

Under intervjuerna framkom att några personer anser att det finns skillnad mellan industrialiserat och industriellt byggande. Därför väljer vi att presentera de två begreppen var för sig och sedan lyfta fram de väsentligaste skillnaderna. Intressant att diskutera är att några intervjupersoner definierade industriellt byggande ungefär likadant som andra definierade industrialiserat byggande, främst de i grupp två ”sluten tillverkningsmiljö”. Där ansågs att industrialiserat byggande främst handlar om att flytta produktionen till en industriell miljö.

”Industriellt byggande är när det byggs i fabrik, mycket viktigt att den industriella processen är flexibel, där främst fyra värdeskapande processteg skall uppfyllas. Det är att ha stor konkurrentinformation: hur andra gör, förstå kundens behov, produktutveckla och konstruera tekniska lösningar på kontinuerlig basis.”

”Industriellt byggande är fabriksbygge, där man förbereder huskroppar och husmoduler i en fabriksmiljö.”

”Industriellt byggande är att bygga allt i fabrik där slutprodukten är färdiga moduler som är inflyttningsbara.”

”Industriellt byggande är fabriksstillverkning där alla komponenter skickas iväg till byggarbetsplatsen.”

”Industriellt byggande är att jobba i fabrik, man jobbar med fabriksprocesser kombinerat med modulbyggande.”

”Industriellt byggande är främst en industriell process som grundar sig i automatik på fabrik, det är viktigt att tänka i form av processer och processägare.”

En annan gruppering inom området industriellt byggande är att tänka i helt nya banor.

”Industriellt byggande är att man kastar det gamla bakom sig och kör i nya 'banor', industriellt är mer ett helhetsperspektiv.”

”Industriellt byggande beskrivs av tre P:n: Produkt (teknik), Produktivitet (effektivitet) och Process (helheten). Där en viktig faktor är ICT-funktionen, för att de tre P:na skall kunna fungera parallellt.”

Skillnaden mellan industrialiserat och industriellt byggande

För att förtydliga att begreppen industrialiserat och industriellt byggande uppfattas olika, väljer vi i detta avsnitt att ställa olika och likadana påståenden emot varandra, för att på så sätt belysa hur begreppen uppfattas. Det är värt att poängtera att det råder en meningsskiljaktighet mellan de olika intervjupersonerna, vilket vi anser är anmärkningsvärt.

Några personer anser att det inte är någon skillnad mellan begreppen:

”Har aldrig tänkt på det så.”

”Är det någon skillnad?”

”Ingen direkt skillnad.”

”Industrialiserat och industriellt byggande har samma innerbörd.”

”Jag har inget svar på den frågan.”

Medan andra personer uppfattar att begreppen skiljer sig åt:

”Skillnaden på industrialiserat och industriellt byggande är att industrialiserat byggande är mer inriktat på produktion.”

”Vid min första tanke så har jag svårt att avgöra om det är några skillnader, men om jag får tänka efter lite kan det vara så att industrialiserat byggande låter som mer processer och fokusering på repetitiva arbetsmoment medan industriellt byggande känns som mer fabriksbygge.”

”Jag menar att den industriella processen endast handlar om prefabriceringsutveckling och den industrialiserade processen tar upp hela processen.”

Begreppsförvirring

Under intervjuerna framkom det alltså att det råder en tydlig begreppsförvirring inom branschen om vad industrialiserat och industriellt byggande verkligen står för. En intressant fråga som uppstod under intervjuerna var om begreppen i sig själva var bra för byggsektorns utveckling.

”Begreppen är lite påhittade, det vore smartare att säga resurseffektivt byggande.”

”Jag tror att ordet industri kan föra tankarna till miljonprogrammet vilket kan skapa negativa tankar, det vore förnuftigt att använda sig av något mer attraherande begrepp som tilltalar istället för att avskräcka. Vad det kan tänkas vara för begrepp har jag inte några direkta förslag på.”

”Det är ingen idé att marknadsföra det med orden industri, det kan lätt bli stelt och tråkigt.”

”Begreppen kan till viss del vara negativa, det kan upplevas som en viss massproduktion där hantverkskvaliteten upplevs som försämrad.”

”Det är viktigt att prata samma språk.”

Är man insatt i begreppen industrialiserat och industriellt byggande så är en allmän uppfattning bland de intervjuade att begreppen fungerar bra. De anser att det inte ska spela någon roll för kunden hur det byggs, kundens fokus ska ligga i hur slutprodukten blir och till vilket pris.

”Efter att man satt sig in i begreppen så är de bra.”

”För mig har inte begreppen någon negativ klang.”

”Det borde ju inte vara negativt eftersom det är positivt.”

”Begreppen i sig är inte negativa, det som dock kan uppfattas vara negativt är att det inte finns plats för arkitekturen.”

4.2 Utvecklingsområden

Vårt andra delsyfte var att kartlägga potentiella utvecklingsområden som kan tänkas innefatta industrialisering.

Potentiella områden

Huvuddelen av de intervjuade anser att det sker en svag utveckling generellt i hela branschen. De flesta anser dock att inköpsfunktionen är ett område som har en enorm förbättringspotential. Området visualisering och kommunikation anser flera av de intervjuade kräver en drastisk förbättring för att kunna möjliggöra att en förändring av de olika processerna i byggsektorn.

Många anser att byggindustrin är intressant eftersom det finns en stor förbättringspotential inom de flesta områden.

”Alla områden.”

Inköp

Inköpsfunktionen är ett område som är i behov av förbättring, det är en tydlig trend som går att utläsa från intervjuerna.

”Inköpsprocessens utveckling är fundamental för att överhuvudtaget lyckas med att industrialisera byggsektorn. 80 % av värdet som ett stort entreprenadföretag levererar kommer från leverantörerna.”

”Stark projektverksamhet har förhindrat inköpsfunktionens utveckling, men nu när industrin inte kommer att bli lika projektspecifik kan man se att det finns möjlighet för utveckling inom området.”

En fastställd systemlösning innebär att inköpen kan centraliseras. Under intervjuerna nämns ett exempel gällande betongtrappor. Tidigare hade företaget ungefär femtio varianter av trappor, nu med en fastställd systemlösning har ett avtal tecknats gällande fyra varianter. Innebörden av denna variantminskning har inte uppfattats som några problem av brukaren utan snarare tvärtom. Trappleverantören har färre varianter vilket innebär mindre arbete i projekteringen i form av mindre formpark och snabbare produktion. Det viktigaste att poängtera med detta exempel är att företagets framställningskostnader har minskat vilket i sin tur har inneburit ett lägre inköpspris.

”Material är lika i skilda projekt, vilket kortar inkörningstiderna och ökar förutsättningarna för att göra rätt från början.”

Kommunikation och visualisering

Vikten av att kommunicera och visualisera mer anser några av de intervjuade kommer att få större betydelse i framtiden. Det blir viktigare med kommunikation, eftersom det inte går att

fortsätta arbeta efter ofullständiga projekteringshandlingar, det får alltför stor påverkan på slutprodukten.

”Det läggs mycket krut på inköpsprocesserna idag, men det är mycket viktigt med starka kommunikations- och informationssystem för att kunna kontrollera flödena.”

”Eftersom det ligger en större vikt i att kunna förklara för kunden vad det är man säljer idag än var det var förut, så är det av stor vikt att kunna visualisera sin slutprodukt på ett överskådligt sätt, därför är det av stor betydelse att utveckla datorsimulering, typ 3D visualisering.”

”Jag tror mycket på visualisering i framtiden, t.ex. flygvisualisering där detaljplaner kan visas över bostadsområden, jag anser också att det bör satsas på ICT-teknik.”

”Jag anser att det är projekteringsfasen och hopknytningen mellan projektering och produktion som är det mest potentiella området Ett annat område som är viktig för utvecklingen är 3D-CAD tekniken, vilket vi har använt de senaste två åren.”

Till skillnad från de övriga, tror en respondent att det kan tänkas finnas en eventuell potential att industrialisera stora projekt, t.ex. Hallandsåsen och Turning Torso.

”Problemet är att alla inblandade inom projektet sprids när det är klart och i nästa projekt får man börja om på nytt igen och hitta rätt i arbetsmomenten.”

Anledningar till att industrialisera husbyggandet

Det är viktigt att kunna bygga billigare bostäder utan att inskränka på kvaliteten, för att nå en större kundgrupp. De intervjuade anser att branschen måste bli mer kostnadseffektiv och det kommer att kunna bli möjligt om det sker en industrialisering av byggprocesserna. Det kom fram under intervjuerna att allmänheten är missnöjda med att betala överpris för sin bostad. De intervjuade tycker också att samarbetsformerna behöver omvärderas för att stärka relationsbanden mellan de involverade parterna i projekten.

De största anledningarna för att börja tänka industrialiserat/industriellt är att bli mer kostnadsmedveten samt att skapa ett underlag som möjliggör för en bättre kontroll av olika flöden, exempelvis kommunikation och material. Det är av stor betydelse att inse vikten av olika samarbetsformer och vad de kan betyda på långsikt.

Kostnadsmedvetenhet:

”Framst kostnadsskäl.”

”Sänka kostnaderna för att kunna öka produktiviteten är en stor anledning för att industrialisera byggprocessen.”

Kontroll av flöden:

”I och med att processen blir mer industriell blir det lättare att ha kontroll över flödena.”

”Större möjlighet för kontroll, det finns utrymme för att kvalitetstesta varje färdig modul.”

Samarbetsformer:

”I byggprocessen måste man samgruppera konstruktionsgruppen, det går inte att låta alla jobba en och en, det bästa vore att sätta alla inblandade parter i ett rum.”

”Det är viktigt att finna nya samarbetsformer och att ta vara på sina leverantörer, samarbetet med leverantörerna är mycket viktigt, det främjar en gemensam produktutveckling.”

Teknik eller processer

Det råder delade meningar om det är inom teknik eller processer som det sker mest utveckling idag. De som förespråkar att det är inom teknik anser främst att det är i syfte att förbättra produkten, de som förordar processer ser samspelet mer mellan teknik och processer. En utvecklad process kommer på så vis att förbättra produkten, då det handlar mer om ett tillvägagångssätt för hur teknik och processer ska kopplas ihop.

Teknik:

”Jag tycker att det är mest teknik men det saknas en tydlig processägare i dagens byggindustri. Vi gör vår del och det funkar jättebra, men så kommer installatören och då får man skruva tillbaka klockan tjugo år.”

”Den mesta utvecklingen som sker idag är inom teknik, för att få produkten bättre.”

”Det görs en hel del insatser med modulbyggnad och tekniska plattformar, inom processutvecklingen händer det mest inom vilka som ska leverera och hur man skall effektivisera.”

”Den största utvecklingen sker inom teknik, men det borde vara processer för att där sker det ingen utveckling alls.”

Processer:

”Det är störst utvecklingen inom processer idag, där man måste utveckla och anpassa hela processen.”

”Husen blir alltmer komplexa vilket ställer högre krav på processerna, det blir viktigare att få ihop helheten än vad det har varit tidigare.”

”Industrialiserat byggande är en enda stor process.”

Koppla teknik och processer:

”Många väntar på att tekniken ska lösa processproblemen.”

”Teknik och processer hänger ’intimt’ ihop.”

”Det är klart att teknik- och processutvecklingen måste gå hand i hand.”

”Byggindustrin är allmänt dålig på att koppla ihop processer och teknik.”

Robotisering

En stor del av de intervjuade anser att det finns potential i att robotisera vissa specifika arbetsmoment, främst de moment som uppstår när produktionen flyttas från byggarbetsplats till fabrik. Syftet med en robotisering skall vara att underlätta för arbetaren och göra arbetsmiljön säkrare än vad den tidigare har varit. I viss mån ska det också leda till att en effektivare process uppnås genom att låta repetitiva moment utföras med en så låg lägsta nivå som möjligt. Detta är tydliga åsikter som har kommit fram under intervjuerna.

”Själva ordet robotisera kan vara ett obegåvat ord att använda för det kan skrämra folk, det kan vara bättre med selektiv automatisering.”

”Det kan vara möjligt att robotisera vissa specifika arbetsmoment som upprepas många gånger.”

”De största möjligheterna till att robotisera vissa arbetsmoment är utanför byggarbetsplatsen, off site, men för att få en lönsamhet i det så måste man ha produkter med jämn regelbundenhet.”

”Det kommer att behöva utvecklas vissa hjälpmedel för att utföra de tyngre arbetsuppgifterna som att vända tunga element.”

”Minskas toleranserna på arbetsplatsen till +/- 10-15 millimeter, blir möjligheterna att robotisera större, i fabrik krävs betydligt snävare tolerans +/- 0.05 millimeter.”

”Huvudsyftet med att robotisera arbetsmoment ska i slutändan leda till en effektivare byggprocess.”

Automatisering/mekanisering

Det är en självklarhet bland de intervjuade att det ska förekomma en viss form av automatisering/mekanisering i fabriksmiljö, det skiljer sig i uppfattning till vilken grad det ska ske. Det är viktigt att tillgodose sig volymer vid en tillverkningsserie och det kan uppnås med en hög automatiserings-/mekaniseringsgrad.

”För att få igång volymtillverkningen är det viktigt att man utvecklar automatisering.”

”Att automatisera ihopsättningen av stommen skulle kunna vara en realitet.”

”Det beror på vilken strategi företaget har, hur stor möjligheten är att standardisera arbetsmoment.”

”Automatisering/mekanisering sker redan till viss del, men skulle kunna ökas vid införandet av fler spår och fler skift i produktion av moduler.”

4.3 Drivkrafter för industrialiserat byggande

Vårt tredje delsyfte är att beskriva de största drivkrafterna för att industrialisera byggprocessen. Aktörerna i byggbranschen måste effektivisera sina processer för att kunna

erbjuda en produkt med högre kvalitet till ett lägre pris än vad som gjorts tidigare. Detta gäller främst de stora aktörerna. Det finns möjligheter att kunna uppnå en industrialisering av byggprocessen och det är främst genom att jobba i team med ett starkt engagemang från alla grupper inom företaget, främst från ledningen. Det är av stor betydelse att de stora entreprenörföretagen inser att de behöver effektivisera sina processer, så att de utnyttjar möjligheter att dra nytta av sina stordriftsfördelar. En drivkraft är att inse problemen, där det framkom under intervjuerna att det var viktigt att få hela branschen att jobba åt samma håll och inte jobba emot varandra. Det anses vara en konservativ bransch där det är svårt att implementera förändringar på en gång, det måste ske gradvis.

Möjligheter:

”Möjligheterna är att jobba i team, utveckla kraven från beställaren samt att det sker möten i tidiga skeden.”

”De stora aktörerna kan inte utnyttja sina skalfördelar, så för sin egen överlevnads skull så måste de utveckla metoder så att de kan göra det.”

”En möjlighet för att tvinga byggindustrin till att bli mer industrialiserad är att införa nya villkor för att vara med i upphandling t.ex. att vara utbildad i Lean Construction.”

”Kunna massproducera med en vidhållen hantverksstämpel, det är där succén ligger.”

”Det är viktigt att kunden inte kan se att produkten är producerad på band, utan fortfarande kan känna den genuina hantverkskvaliteten.”

”Att beställarna sätter krav som inte hämmar konkurrensen, t.ex. att vi vill ha en modell och inte bara platta ritningar är en tänkbar drivkraft.”

”En möjlighet med industrialiserat byggande är att kunna visa för sina kunder s.k. SE-modeller där det går att se resultatet direkt för att på så vis kunna övertyga kunden om att slutprodukten kommer att bli bra.”

”Branschen har ett ganska dåligt rykte, med karteller och svart arbetskraft, ett mer industrialiserat byggande bör leda till att statusen ökar, vilket borde vara en enorm drivkraft.”

Problem:

”Det är ett problem att engagera folk, de måste verkligen inse vikten av att industrialisera byggprocessen, för att lyckas med detta spelar ledarskapet en stor roll, det är A och O.”

”Problemen ligger i den starka kultur som råder inom entreprenör- och beställarorganisationen. Standardisering är fortfarande fult, både inom byggbranschen och för allmänheten.”

”Branschen har vant sig att arbeta på ett visst sätt och det är svårt att ändra på sig, det finns heller ingen uthållighet, folk jämför ett nytt projekt med ett gammalt traditionellt och orkar inte vänta på att utveckla det nya.”

”Ett hinder är att myndigheterna måste få en större förståelse för vad standardisering kan innebära, en del regler som föreskrivs skulle behöva ändras, vilket skulle förenkla helheten.”

”Ett problem är att underentreprenörerna inte tänker industriellt, om rörmokaren ska sätta sina rör tar han med en bunt så att det räcker utan att egentligen tänka på spillet och i slutändan är det ju kunden som får betala.”

I framtiden anser några av de intervjuade att det kommer bli svårt att attrahera arbetskraft till byggindustrin. I och med att produktionen kommer att bli mer likt den fasta industrin så kommer inslagen av hantverksmässiga arbetsprocesser att minska, vilket kan leda till att byggindustrin kan få svårigheter att locka duktiga hantverkare till fabrikena.

”Framtida problem kan vara svårigheter med rekryteringen, främst på hantverkar-sidan. Det blir helt klart inte lika eftertraktat att vara hantverkare längre.”

”Det är många inom branschen som inte har tagit till sig tänkandet, framförallt bland de mindre företagen vilket är ett problem för de hämmar utvecklingstakten.”

”Det är svårt att dölja sina uppfinningar, inga företag är intresserade av att satsa stora pengar på att utveckla ny teknik då en lyckad uppfinning ändå är känd bland konkurrenterna veckan efter.”

Det är viktigt gentemot kund att belysa vilka begränsningar ett industrialiserat byggande har. Dels för att undvika missförstånd och informera beställaren om vilken lösning som är att föredra.

”Problem som kan uppstå i samband med industrialiserat byggande är om det blir för stora avvikelser, t.ex. om kunden tvunget skulle beställa ett niovåningshus istället för ett åttavåningshus så innebär det att tjockleken på ytterväggarna skulle vara tvungna att förstoras vilket inte blir enligt standardmått.”

”Om beställaren ser modulerna som lådor som skall placeras på varandra kan problem uppstå.”

”Transport är ett problemområde, då konstruktionen måste anpassas till transportsättet.”

Hållbart byggande

Vikten av att bygga hållbart ökar, anser de intervjuade, kunden blir mer medveten av produktens totala livscykelkostnad (LCC) än bara själva initialkostnaden. Därför anser stor del av de intervjuade att vikten att bemöta detta krav från kunden kommer att ha betydelse.

”Allt fler kunder efterfrågar LCC - perspektivet vilket understryker betydelsen av att kunna bygga hållbart.”

”Industrialiserat byggande innebär ett mer miljömässigt byggande, för med en industriell process finns det möjlighet att ha en fullständig kontroll på alla komponenter i ett byggprojekt.”

Det är aktuellt att förbättra byggbranschens rykte, vilket en mer kontrollerad process kan bidra till. Att kundens krav på produkten skall vara mer hållbar och energieffektiv tvingar industrin att utvecklas därefter, speciellt nu när kunden får en större roll än tidigare.

”I framtiden kan det bli så att det industriella byggandet får ett rykte om att det håller bättre.”

Kundfokus i byggsektorn

Generellt är det svagt kundfokus i hela branschen tycker de intervjuade. Industrialiserat byggande kommer att innebära ett större kundfokus än tidigare.

”Desto mer du vet om kunden, desto lättare är det att få kunden nöjd.”

”Ett av syftena med en industriell byggprocess måste vara att bli mer effektiv vilket ska leda till att bli mer kundfokuserad.”

Det är av stor betydelse att göra noga kundundersökningar för att få reda på vad det är kunden vill ha. Byggentreprenören ställer sig i en relativt ny position, det är upp till honom/henne att marknadsföra och sälja produkten till kunden. Vilket ställer höga krav, främst på att förklara vilka möjligheter och begränsningar som finns.

”Tidigare skulle entreprenörföretagen producera det som kunden efterfrågade, men nu erbjuder entreprenörföretagen vad de kan tillverka på bästa sätt istället, därför måste man hela tiden känna av vad kunden vill ha, så att man tillverkar det som kunden verkligen vill ha.”

”Anledningen till ett mer industrialiserat byggande är ju att sälja det man kommer ut med, så man måste bli outstanding på sin sak, detta skall genomföras med noggranna kundundersökningar.”

”Det är viktigt att klargöra redan vid första kundträffen vilka möjligheterna och begränsningarna är, man skall involvera kunden i tankesättet och förklara de industriella processerna, vilket inte har behövts göras tidigare.”

”Vikten av ett långsiktig relationsbeteende kommer att öka, men dock inte partnering.”

Alla håller inte med om att det kommer att bli högre krav på att bemöta kunden än vad det har varit tidigare. Kunden har alltid varit i centrum och haft ett stort inflytande i projekten.

”Industrialiserat byggande innebär inte ett mer ökat kundfokus, kundens önskemål finns ju redan i vilken typ av bygge det än handlar om.”

Framgångsfaktorer

För att nå framgång krävs att företagsledningen har ett stort engagemang för att industrialisera byggprocesserna, de skall fördela resurserna och driva utvecklingen framåt. Det har under

intervjuerna också framkommit att det är viktigt att involvera alla parter, från arbetare till chefer, så att det skapas ett engagemang i hela företaget. Det är en förändringsprocess som kräver att alla tar sitt ansvar, och då är det viktigt att alla vet vad som görs och vad det tänkta målet är.

”Det är viktigt att ledningen går först och har ett stort engagemang för industrialiserat byggande.”

”För att lyckas är det viktigt att alla involverade har samma värdegrund och tänkande.”

”Ett viktigt steg i utvecklingen är att alla parter på marknaden tänker på samma sätt, även att underentreprenörer hänger med i utvecklingen.”

”Det handlar om att vi tillsammans skall hitta lönsamma lösningar.”

Processer som fungerat bra tidigare ska vara möjliga att dra nytta av, men samtidigt ska de inte vara en begränsning. Det är grundläggande att ha en noggrann projektering för att uppnå målet.

”Det är viktigt att se helheten i processen.”

”Man måste koppla ihop design och produktion på ett bättre sätt än vad som gjorts tidigare för att bli riktigt framgångsrik.”

”Det finns ingen dialog mellan entreprenören och konsulten om hur vi skall sänka kostnaderna tillsammans.”

Implementering av nya systemlösningar

Det är viktigt att utbilda personalen i det industrialiserade tänkandet, för det krävs att alla involverade jobbar på samma håll, och tillsammans minimerar slöseriet. Ordet slöseri var ett vanligt förekommande ord under intervjuerna. De flesta ansåg att en industrialiserad process kommer att leda till en minskning av byggsektorns slöseri. Det viktiga är att få alla inblandade att inse att det är ett av målen, vilket är en stor del av det tunga implementeringsarbetet.

”Det är viktigt att börja med utbildning för alla som skall vara involverade, allt från arkitekt till hantverkare.”

”Det är viktigt att få upp lägsta nivån, få alla involverade och känna sig delaktiga för det är då man kan börja implementera nya lösningar.”

”När man utvecklar sina nya systemlösningar så är det viktigt att få med så många som möjligt, man kan använda sig av referensgrupper där folk från linjen arbetar med sina specialområden.”

”Vi har implementerat systemlösningar genom att sätta alla projektörer, som är strategiska leverantörer, tillsammans. Då arbetas det fram ett riktpolis för varje underentreprenör och av vinsten som blir över går viss del direkt tillbaka till

underentreprenören och viss del går till hela projektgruppen. Så har vi jobbat och det har fungerat mycket tillfredsställande.”

Är kostnaderna stora är det ur ekonomisk synvinkel klokt att pröva de nya systemen i mindre skala och utföra noggranna mätningar för att ytterligare kunna optimera processerna.

”Ska man implementera något nytt system är det bästa att göra det på ett något mindre projekt för att minska kostnaderna och riskerna med de nya systemen.”

”Det bästa sättet att implementera nya systemlösningar i en fabriksmiljö är att ha en experimentverkstad där försök utförs på nya lösningar, fördelen med att ha en prototypverkstad är att det går snabbt och effektivt att sätta nya lösningar i drift.”

”Det är viktigt med kontroll så att alla arbetar åt samma håll och följer anvisningarna.”

Påverkan på slutprodukten

Flesta av de intervjuade anser att den främsta påverkan som en industrialiserad process kommer att ha på slutprodukten, är att det kommer att bli av bättre kvalitet.

”Det blir automatiskt lättare att säkerställa en högre kvalitet när man producerar flera i rad.”

”Har möjlighet att rätta till fel i processen i ett tidigare skeende än tidigare vilket medför att bättre kvalitet kan uppnås.”

”Förutsättningar skapas för att bygga bra produkter med hög kvalitet till ett lågt pris.”

Det kommer att uppstå begränsningar och det är främst relaterade till logistiska problem. Än så länge finns det inget direkt utvecklat transportmedel för större moduler, detta måste finnas med i förprojekteringen då det ställer krav på vissa mått. Det kom också fram under intervjuerna att det finns en risk för att det inskränker på flexibiliteten, men inte till någon större utsträckning så att det utgör ett hot.

”Takhöjden blir begränsad eftersom det inte går att transportera för höga moduler.”

”I slutprodukten betyder det att planeringen av lägenheterna måste anpassas till industrialiserat byggande och kan inte anpassas till funktionen i samma utsträckning.”

”Viss flexibilitet förloras eftersom störst frihet fås på platsbygget.”

”Det kan i viss mån innebära minskad flexibilitet, men det kommer inte att märkas direkt för det traditionella byggandet finns fortfarande kvar.”

Ett helt nytt tänkande kommer att leda till att många nya portar kommer att öppna sig. Det finns stora möjligheter att mäta de olika momenten betydligt smidigare än förut vilket i sin tur är en av de olika vägarna för att uppnå målet, d.v.s. minimera slöseriet.

”Det finns en stor chans att studera byggbarheten, man kan studera antal arbetare per moment, toleranser och mycket mer.”

4.4 Inspirationskällor

Vårt fjärde delsyfte är att identifiera inspirationskällor, t.ex. i form av andra industrier, till att utveckla det industrialiserade tänkandet. Det finns vissa innovativa lösningar på marknaden, men de är svåra att implementera, anser de intervjuade. Hur skall man lyckas med att förändra så att företagen börjar tänka i nya banor och vad är det som krävs? Kan en internationell utblick hjälpa oss på vägen?

Möjligheten att mäta graden av industrialiserat byggande

I Singapore har myndigheterna infört en typ av teknikstyrkort där det mäts hur långt ett företag har kommit i industrialiseringsgraden m.h.a. ett poängsystem, där företaget måste ha uppnått ett visst antal poäng för att vara med i upphandlingen. På detta sätt skall styrkortet leda till teknikutveckling som passar in i industrialisering av byggandet. En grupp av de intervjuade såg detta som något positivt, då de ansåg att det hjälper att skynda på utvecklingen.

”Inte en omöjlighet.”

”Det låter spännande och skulle eventuellt vara bra för branschen.”

”Jag tror på detta i kombination med utbildning samt att de statliga företagen borde lägga lite extra pengar och leda utvecklingen.”

Det förekommer redan idag viss pre-kvalificering på vissa typer av projekt, t.ex. Götatunneln i Göteborg. Där ska det lämnas in referenser på tidigare samarbetspartners, CV på de som ska jobba i projektet, kvalitetsansvarig m.m. Det är inte omöjligt att det blir allt vanligare inom husbyggnad i framtiden. Dock ansåg en större del av de intervjuade att resultatet blir negativt. En risk är att det kan bli tuffare för mindre företag. Det kan uppfattas som ett tvång, att vara tvungen att anpassa sig efter nya regler, annars finns det ingen chans att hänga med de övriga aktörerna.

”Kan vara intressant ur vetenskapligt syfte, men inte för branschen i sig.”

”Det skulle ställa högre krav, men samtidigt är det svårt att ändra på saker.”

”Det känns som man kommer tvinga företag att uppnå vissa mål.”

”Branschen skulle vara tvungen att styra upp det i så fall, men det känns som man tänker mer på systemet än produkten.”

Internationell utblick

Åsikterna om den internationella utvecklingen varierar mellan de intervjuade. Några har ingen större uppfattning om hur det ser ut i resterande världen, vilket är anmärkningsvärt, utan de anser att fokus bör ligga på ”vår” marknad.

”Jag har ingen större uppfattning om hur Sverige ligger till internationellt sett, men en känsla är att vi ligger ganska bra till.”

”Jag vet inte så mycket om den internationella utvecklingen, men jag tror att Asien ligger långt fram.”

”Vi jobbar här i regionen och försöker bli bäst här.”

Sverige står sig bra gentemot resterande världen, det är en uppfattning hos några av de intervjuade. De anser att den svenska byggbranschen generellt inte ligger efter något annat land, utan det är i speciella teknikområden som ”vi” kanske ligger efter. Det handlar främst om mjukvaruutveckling av projekteringsverktyg av typen Autocad. En anledning till att det är så, som kom upp under intervjuerna, kan vara regeringens inblandning. Det krävs ganska stora resurser för att ta tekniksprång, och med statliga bidrag underlättas detta.

”Jag anser att Sverige absolut inte är efter i utvecklingen, jag har själv försökt titta lite utomlands för att se om det fanns något att lära men hittade inget att ha nytta av.”

”Sverige står sig väl p.g.a. att vi arbetar så mycket med totalentreprenad, vilket vi gjort länge.”

”Sverige har entreprenörsföretag i världsklass samt mycket duktiga hantverkare och konsulter internationellt sett, men i produktutveckling och utveckling av 3D användning är länder som Finland, Norge, USA och Singapore längre fram. Och det beror på stor del att där har staten tagit ett stort ansvar i utveckling av design och projektering.”

”Jag har tittat en del på England, där det finns ca tio stycken liknande företag i vår storlek och den främsta skillnaden är att de har en bättre lönsamhet och en tydligare systematisering. Anledningen till detta kan vara olika arbetsreformer som tagits fram av regeringen, men även att det är en större konkurrens mellan de flertal företag som finns.”

”Se bara hur den danska staten har skött konsulter, danska konsulter finns med överallt i hela världen, de har fått bidrag från stiftelser och liknande för att utbilda sig.”

Uppfattningen om hur det ser ut i resterande världen är relativt skiftande från intervjuperson till intervjuperson. De två understående citaten är ett bra exempel på att uppfattningarna är varierande. En person anser att Sverige ligger längre fram än Holland, medan en annan person menar att Holland har kommit längre i utvecklingen. Detta är ett talande exempel på att branschens uppfattningar går isär angående den internationella utvecklingen.

”I ett Europaperspektiv är Sverige längre fram än länder som England och Holland i industrialiseringen av flerbostadshus.”

”Inom husbyggnad har Finland och Holland kommit långt inom industrialiseringen, i Holland har det skett mycket inom prefabricering mycket p.g.a. översvämningsrisken och i Finland har forskarna visat ett stort intresse.”

En stor grupp av de intervjuade anser att vi ligger långt efter länder i Asien, främst Japan. En gemensam anledning till varför det är så är att tillgången på arbetskraft och välutbildad personal är mycket större i dessa regioner än i Europa. En annan anledning kan vara att de tvingas att optimera flöden på grund av att stor del av arbetena utförs i trånga stadsmiljöer, vilket ställer höga krav på utvecklade processer. De stora entreprenörföretagen säger att de har varit i Asien och studerat hur det har sett ut där, samt att de har folk utplacerade på den lokala kinesiska marknaden. Men de riktigt stora innovativa lösningarna kan de inte riktigt finna. Antingen är de för dyra i ett initialt skede, eller är det hemligstämplad information.

”Kina har kommit långt i sitt industriella byggande, en av anledningarna kan vara den stora arbetskraft och många ingenjörer som finns tillgängliga.”

”Japan ligger mycket långt framme i det industrialiserade byggandet, framförallt i småhusindustrin.”

”I Japan har de kommit långt i utvecklingen, jag tror att det beror mycket på de trånga arbetsplatserna, man blir tvingad att komma på lösningar som effektiviserar flödena.”

”Svenska byggföretag ligger generellt efter inom produktion där är det Japan, Korea och USA som ligger före.”

En intressant tanke som kom upp under intervjuerna var att det finns en så stor förbättringspotential i alla moment inom byggindustrin, så det är svårt att kartlägga hur vi ligger i förhållande till andra länder.

”Det finns så mycket att förbättra inom byggindustrin så det är svårt att säga att vi ligger längre fram i utvecklingen än något annat land gör.”

Angränsande industrier

De flesta av de intervjuade är av den mening att det är främst bilindustrin som kan inspirera byggindustrin till förändring. Bilindustrins processer är betydligt mer slimmade än byggsektorns, men det är främst produktionssystemen som kan utveckla byggprocesserna. Det arbetas mycket med att effektivisera flöden och eliminera fel.

De intervjuade anser att bilindustrin har ett mycket utvecklat logistiksystem där de arbetar efter produktionsmetoden just-in-time. Bilindustrin gör även krocktester med bilar i virtuell miljö innan de sätts i produktion för att kontrollera att allt fungerar. Om detta skulle appliceras i byggindustrin så skulle byggprocessen kunna effektiviseras och eventuella problem skulle kunna elimineras innan de ens har uppstått, tycker merparten av de intervjuade.

”Framförallt bilindustrin kan inspirera byggbranschen med deras sätt att arbeta med processynsätt och deras samverkan med leverantörer.”

”Det är främst inom bilindustrin som man kan lära sig att bygga efter ett industriellt koncept.”

”Byggindustrin har mycket att lära av Toyota Production System.”

”Andra industrier har lärt av Toyota Production System och det har funkade där, då borde byggindustrin också kunna göra det.”

”De stora entreprenadföretagen skulle kunna applicera Toyota Production System som vi har gjort.”

Det är inte bara fordonsindustrin som kan inspirera byggbranschen till förändring. De flesta industrier ligger längre fram i utvecklingen, vilket är ganska logiskt eftersom de har arbetat efter industriella principer under årtionden.

”Inspiration går att hitta hos alla andra industrier som hjälp för byggindustrin.”

”Nästan alla industrier kan inspirera byggsektorn att utvecklas, det finns olika delar från olika områden att lära från.”

Uppfattningen om var ytterligare inspiration skulle kunna finnas, förutom bilindustrin, kom det många förslag på:

”Livsmedelbranschen, där är produkterna prefabricerade med god kvalitetsstämpel, man har gått från hantverkstillverkning till hög automatisering och lyckats.”

”Byggbranschen kan ta lärdom av IKEA och Lego industrin, de har visat hur man kan ha stor användning av 3D visualisering.”

”IKEA, främst deras logistikutveckling och kundrelationer.”

”En industri är båtindustrin och då främst i Tyskland där de tillverkar en hantverksmässig båt (Bavaria) mot halva priset i Sverige.”

”Scania är mycket skickliga på att modularisera, de använder samma komponenter i motorerna och har stor tanke på kundfokus.”

”Mobilindustrins sätt att använda IT-funktionen är mycket inspirerande.”

Alla är inte av den uppfattningen att bilindustrin är en passande industri att ta lärdom av.

”Fordonsindustrin är inget bra exempel eftersom de har mycket större volymer, men däremot ABB, buss- och tågindustrin är intressant för där sker liknande serietillverkning, i mindre volymer.”

Möjlig projekteringsfas

Projekteringsfasen kommer att ändra utformning jämfört med tidigare vid en industrialisering. Det kommer att läggas större resurser på projekteringen, vilket kommer att resultera i mer genomtänkta och välarbetade handlingar. Det kommer inte finnas någon överhängande risk att ett projekt startas utan färdiga styrdokument med ett industrialiserat tänkande.

”En perfekt arbetsplats är när just-in-time principen tillämpas på ett korrekt sätt då allt kommer i rätt tid och alla komponenter passar.”

En utförlig kartläggning av kundens önskemål är viktig för att kunna sälja det som produceras, ett ytterligare steg är att kunden kan plocka ihop önskade individuella mål som skiljer sig från grannens. Det är viktigt att konstruera ett antal moduler, så att det uppfyller kundens behov. I detta arbete är det viktigt att få med sig kvalitetsstämpeln, t.ex. att dessa moduler är tillverkade av utbildade hantverkare.

”Det är viktigt att överföra idéerna redan från början när det byggs i volymer och att ha ett noga projekteringsunderlag, samt att vara tydlig med beställaren för eventuella ändringar.”

”Det är viktigt att lägga resurser på projektering.”

Som det ser ut i dagens projekteringsfaser är det svårt att skapa kunskapsåterföring mellan projekten, tycker de intervjuade. Det är lite som att lämna över stafettpippen varje gång man går mellan de olika faserna. Ett bra steg skulle vara om konstruktören och arkitekten hade en plattform att stå på inför varje nytt projekt så att de slapp att börja om från början.

”Den mest ultimata fasen i projekteringen i byggprocessen är om alla faserna är totalintegrerade med varandra.”

Arkitekten kommer att komma in tidigare i processen än vad han/hon brukar göra, vilket möjliggör att förutse en totalkostnad på ett säkrare sätt. Det ska även vara möjligt att se designen på den färdiga produkten mycket tidigare och på så vis nyttja denna modell under hela processen. Det kommer att vara möjligt att kunna se vilka som är begränsningarna och kostnaderna. Detta skulle kunna kopplas tillsammans i ett flerdimensionellt program som utnyttjas under hela projekttiden, det skulle verkligen revolutionera, anser flertalet av de intervjuade.

I en industrialiserad process skall mycket av designen och projekteringen ske tillsammans, ihop med marknaden, anser flertalet av de intervjuade. Vad är det som efterfrågas är viktigt att veta så att rätt saker tillverkas. Sedan kommer tekniken in, med t.ex. utveckling inom konstruktionsuppbyggnad. Under denna tid sker en dialog parallellt med kunden som hålls informerad. En slutlig faktor för att detta ska fungera är att volymtillverkningen kommer igång.

”Samverkan med leverantörer kommer att få en större betydelse.”

”Det kommer att behöva läggas mycket kraft på projekteringen och åt de värdeskapande aktiviteterna, sen ska tydliga anvisningar finnas och även följas.”

”De olika faserna som finns i en industrialiserad process börjar med att det finns ett antal olika punkter från beställaren, där man går igenom med kunden om vad som ska produceras. Det ideala är naturligtvis att få klart allting så tidigt som möjligt om vad det är som ska produceras.”

”En helt industrialiserad process kännetecknas av att den är planerad innan det börjar byggas, alla inköp, ritningar m.m. är redan klara. I det traditionella byggandet bygger man och ritlar samtidigt.”

”Framförhållningen kommer att bli mycket bättre än vad det är i den ursprungliga processen.”

”En helt annan projekteringsprocess än tidigare.”

5. Diskussion

I detta femte kapitel diskuterar vi vad vi har kommit fram till, både utifrån litteratursökningen och intervjuresultaten. Vi börjar med att diskutera definitionerna industrialiserat och industriellt byggande och olika synvinklar på begreppen. I nästa avsnitt tar vi upp potentiella utvecklingsområden för branschen. Sedan går vi in på vilka drivkrafter som finns och belyser bl.a. möjligheter och problem med att industrialisera byggprocessen. Tillsist tar vi upp möjliga inspirationskällor, vad som gjorts i utlandet och angränsande industrier.

5.1 Vad innebär begreppen industrialiserat och industriellt byggande?

Utifrån intervjuerna kunde vi se en uppdelning av hur respondenterna uppfattar begreppet industrialiserat byggande. De tre grupper som vi kunde urskilja var att eliminera slöseri, sluten tillverkningsmiljö och en välutvecklad projektering.

I gruppen eliminera slöseri pratar respondenterna i termer om ett värdeflödesriktat arbetssätt med genomtänkta flöden. Detta syftar till att det tänks i banor om Lean Construction, där strävan är att eliminera icke värdeskapande aktiviteter gentemot kund. Genom optimering av flöden görs hela tiden försök att förbättra processer. Denna grupp, anser vi, indikerar att det finns ett starkare processorienterat synsätt än vad som har funnits tidigare inom branschen.

I den andra gruppen, sluten tillverkningsmiljö, anses att industrialiserat byggande handlar om processerna i en fabrik. I och med att det är en fast tillverkningsmiljö kan en mer kontrollerad process uppnås som möjliggör en effektivare produktion, samt möjligheten till att skapa enhetliga system blir större än tidigare. För att det ska lyckas att tillverka i en sluten miljö, är det väsentligt att uppnå en hög volym. Vilket i sin tur leder till att det är viktigt att ha en bred och utvecklad plattformsteknik, där komponenter kan framställas med en kortare produktionstid och till en säkrare kvalitet.

Den sista gruppen som vi kan urskilja från intervjuerna var att industrialiserat byggande handlar om en välutvecklad projektering. Byggprocessen bryts ner i delsystem, vilket ska möjliggöra att arbetet flyter mer strukturerat än tidigare. Med bakgrund från litteraturstudien, instämmer vi att det är ett viktigt steg i den industriella processen att ha färdigprojekterade handlingar före projektets start. Det kommer inte att finnas utrymme att lösa problemen på plats, utan allt skall vara löst innan produktionen börjar.

Ett färre antal av de intervjuade tycker att industriellt byggande var ett helt nytt tankesätt där det arbetas i helt nya banor mot vad som gjorts tidigare. Av de definitioner, som vi har redovisat i kapitel 3 och 4, framgår det att vissa tycker att det handlar om ett helhetsperspektiv och en mer integrerad byggprocess med en genomtänkt organisation som möjliggör effektiv styrning.

Flertalet av de intervjuade anser att industriellt byggande främst handlar om byggande i fabrik där färdiga moduler skapas som sedan transporteras till byggarbetsplatsen för ihopsättning. Denna definition liknar den definition som vissa respondenter definierar industrialiserat byggande enligt ovan i den andra gruppen (sluten tillverkningsmiljö).

De spridda definitionerna gör det intressant att diskutera skillnaderna mellan begreppen. En förklaring till denna begreppsförvirring kan vara att en stor del anser att det inte är någon skillnad överhuvudtaget. Men det finns en annan grupp som tycker att industrialiserat byggande handlar mer om ett helhetsperspektiv och att industriellt byggande handlar om prefabriceringsutveckling i en fast tillverkningsmiljö.

Vi har kommit fram, efter att ha bearbetat intervjuresultaten och litteraturen, att det finns tre uppfattningar av industrialiserat och industriellt byggande. Den första uppfattningen innebär att det inte är någon skillnad mellan begreppen, de värderas likadant och har samma innebörd. Den andra uppfattningen påtalar en skillnad mellan begreppen, där industrialiserat byggande handlar om helheten med alla processer inkluderade, allt från inköp till upphandling, kommunikation, materialflöden m.m. Branschen försöker förändra sig till det positiva. Denna andra definition ser industriellt byggande främst som tillverkning i fabriksmiljö, där modulbyggandet är kärnan i verksamheten. Den tredje uppfattningen innebär att det är av motsatt uppfattning gentemot definition två, där industriellt byggande är helheten. Definition tre beskriver industrialiserat byggande som fabrikstillverkning där komponentbygge tillhör kärnverksamheten.

Merparten av de intervjuade anser att begreppen är bra och fyller sin funktion. Det finns ingen anledning till att lägga resurser på att försöka implementera nya begrepp. Är man insatt i innebörden fungerar dessa begrepp bra. Det finns ingen anledning att profilera sig med ordet ”industri-”, då det kan medföra en negativ klang och föra tankarna till miljonprogrammet. Det är viktigt att inte fästa alltför stor vikt vid begreppen, men det är en intressant diskussion att ta upp samt ha med sig i åtanke.

5.2 Vilka utvecklingsområden är mest aktuella för en industrialisering?

Under intervjuerna kom det fram att egentligen finns det en förbättringspotential inom flera områden, men naturligtvis framkom vissa områden oftare än andra. De tre utvecklingsområden som nämndes flest gånger var inköp, visualisering och kommunikation. Exempel på annat område som nämndes var IT-funktionens roll i framtiden och vilken betydelse den skulle kunna tänkas ha.

En allmän uppfattning bland de intervjuade är att inköpsfunktionen har och kommer att få en allt viktigare roll. Det är viktigt att ha en fungerande leverantörsrelation, eftersom en större del av slutvärdet kommer från leverantören. Enligt många så är det viktigt att kunna fastställa enhetliga system så det går att centralisera inköpen. På detta vis minskas antalet leverantörer och en närmare relation fås, vilket leder till ett närmare samarbete under en längre tid och på så vis kan en gemensam produktutveckling ske. Dessa synpunkter ingår i just-in-time filosofin, som var ett vanligt förekommande ämne under intervjuerna.

Ett potentiellt område är också visualisering, det grundar sig i att det kommer att bli allt viktigare att kunna visa för kunden på ett överskådligt sätt hur slutprodukten kommer att bli. Kunden kommer att på ett enkelt sätt kunna pröva sig fram till vilket alternativ som passar bäst, det kommer att bli möjligt att kunna simulera planlösning, ljusinsläpp, färgsättning m.m. Med en utvecklad visualiseringsfunktion kommer det bli möjligt för entreprenören att använda sig av det i projekteringen. Det skulle vara möjligt att hitta problemen innan de uppstår i verkligheten, t.ex. att upptäcka så att inte rör- och kabeldragningar korsar varandra

vilket i annat fall skulle få lösas på plats. De lite större beställarna, t.ex. kommunen, skulle kunna simulera kommande detaljplaner för att på så vis kunna fatta ett mer genomtänkt beslut.

En förutsättning för att lyckas med den industriella processen är att kommunikationen fungerar mellan de inblandade parterna i projektet. Där kommer ICT-funktionen att spela en viktig roll genom att informationen sprids till alla berörda på ett lättillgängligt och begripligt sätt.

De stora anledningarna till att arbeta mer industrialiserat inom byggbranschen är att det ska bli billigare att bygga bostäder samt att kvaliteten kommer att höjas. Ett steg i den industrialiserade processen är att ändra på samarbetsformerna, och då tänker vi på de involverade parterna i projektet som bör arbeta närmare varandra. Om alla konsulter och underentreprenörer tillsammans med entreprenören samarbetar i ett tidigt skede så minskar riskerna och det gemensamma vinstintresset ökar. T.ex. kan en viss procentsats av vinsten gå till en gemensam kassa, som sedan fördelas lika. Kommunikationen blir bättre och små, onödiga och kostsamma misstag förhindras lättare.

Vi har som uppfattning utifrån intervjuerna att det är viktigt att tänka i banor av processer och teknik tillsammans. Kopplingen mellan processer och teknik bör bli mer tydliga, så att det blir lättare att skapa en helhetsbild eftersom de är beroende av varandra. Det går inte att tro att enbart tekniken skall lösa processproblemen och vice versa. I dagsläget är det svårt att koppla samman teknik och processer, men utifrån den uppfattning vi har fått så tror vi att branschen har insett problematiken, vilket är ett steg i rätt riktning.

Genom vår litteraturstudie har vi kommit fram till att Japan har kommit långt inom utvecklingen av robotisering. De har utvecklat användandet av robotar på byggarbetsplatser (on site), bl.a. har de lyckats att bygga stora byggnader med endast robotar, vilket har varit en förutsättning i trånga stadsmiljöer. Varför detta inte har fått ordentlig genomslagskraft tror vi beror på den ekonomiska faktorn. Det är fortfarande för dyrt, men de initiala kostnaderna är nu tagna och vi är övertygade om att fortsatt forskning sker inom området och i framtiden kommer ekonomiskt hållbara lösningar att presenteras.

Vi anser att huvudsyftet med att robotisera arbetsmoment är att underlätta och göra det säkrare för arbetarna på arbetsplatsen, det ska gå fortare och själva produktionen ska öka. Det betyder att den mänskliga arbetskraften inte ska minskas, utan resurser ska flyttas till de arbetsmoment som inte går att robotisera och i gengäld ökas produktionen. Det är viktigt att ha med det samhällsekonomiska perspektivet, effektivisering skall inte innebära att arbetskraft frigörs, för då finns risk att arbetslösheten ökar.

Under diskussionerna om robotisering var det några som tyckte att det är ett för stort steg att ta, de såg en potential i utvecklingen av automatisering istället. Vår uppfattning är att automatisering är en lägre grad av robotisering och det krävs inte lika stora ekonomiska risker och resurser. Det viktiga vid automation är att kunna tillverka i stora volymer så att det blir ekonomiskt fördelaktigt. Den stora potentialen finns i den slutna tillverkningsmiljön, där det finns möjlighet att minska toleranserna och skapa fler repetitiva moment.

5.3 Vilka drivkrafter finns det för industrialisering?

Den kanske mest självklara åsikten om varför det är viktigt att arbeta mer industrialiserat är att det skall bli möjligt att producera en produkt med högre kvalitet till ett lägre pris. En viktig del för att kunna uppnå detta, som vi har fått fram genom vår studie, är vikten av att individer

på lägre nivåer inom företaget känner ett stort engagemang från ledningen. På så vis uppfattar individen att han/hon ingår i ett team som strävar efter att nå de uppsatta målen, vilket gör att personen känner att han/hon tillför någonting till slutprodukten. Det är också viktigt att de anställda får utbildning inom vad det industrialiserade arbetssättet går ut på, t.ex. att hela organisationen får in tänkandet att alla aktiviteter ska vara värdeskapande. Vidare anser vi att det är viktigt att ledningen tar tillvara på medarbetarnas kompetens och kreativitet för då stärks engagemanget underifrån. En möjlighet kan vara att skapa förbättringsgrupper inom företaget, människokraften är trots allt mycket viktigare än maskiner och processer.

Några problem som har kommit fram under arbetets gång är bl.a. rekrytering av duktiga hantverkare, då många går i pension inom ett antal år och lockandet av nya unga hantverkare inte sker i samma utsträckning. Ett annat problem som uppkommit är att få alla att tänka i samma banor, d.v.s. att alla skall förstå att allting de gör ska vara värdeskapande för kunden. Nästa problem som har kommit upp både i litteraturen och i intervjuerna var transportfrågan, det finns en viss begränsning av hur stora moduler kan vara för att möjliggöra förflyttning. Det sker framsteg som visar att utveckling sker inom området för att lösa dessa problem.

Det finns andra branscher som är mer lönsamma än byggbranschen och på så vis också mer attraktiv för den kommande generationen. Det är viktigt att hitta klara och enkla rutiner och processer för att minimera fel och slöseri för att på så vis kunna bygga bostäder, skolor, sjukhus m.m. till rimliga priser. Byggfel kostar inte bara företagen och kunden pengar, utan skadar även branschens rykte. Vi tror att industrialiserat byggande kan stärka branschens rykte i och med att med en industriell process skapas möjligheter att ha kontroll på alla komponenter på ett mer fullständigt sätt än vad som tidigare gjorts och på så vis stärks statusen.

Merparten tyckte att det blir större kundfokus med industrialiserat byggande än tidigare. Det ställer större krav på entreprenören att verkligen bemöta och producera det som kunden vill ha. Vikten av att kommunicera med kunden och förklara vilka möjligheter och begränsningar som finns, påtalades flertalet gånger. Vi anser att kunna förstå kundens önskemål och koppla dem till produktframtagningsprocessen är ett steg att bli mer kundfokuserad. En mindre del av de intervjuade höll inte med om att företagen behöver bli mer kundfokuserade, de ansåg att detta redan ska ha skett.

I och med att arbetsprocessen blir mer repetitiv så ökar möjligheten att upptäcka fel i produktionen på ett tidigare stadium. På längre sikt tror vi att detta kan få en stor påverkan på slutprodukten och dess pris i och med att onödiga fel kan förhindras, som i sin tur leder till att slöseri kan minimeras. I dagsläget finns det stora entreprenadföretag som satsar på att investera i lägenhetsfabriker som bygger enligt löpandebandprincipen, som tar fram olika modeller som ”staplas” på varandra i så kallade ”parkeringshus”. Dessa färdiga modeller kan kombineras på olika sätt och på så vis bli så kundspecifika så sent som möjligt i tillverkningsprocessen. I sådana här exempel är massproduktionen själva kärnan, vilket gör det extra viktigt att vidbehålla hantverkarstämpeln så att kunden inte känner att han/hon bor i en serietillverkad modul.

5.4 Vilka industrier kan byggindustrin lära av?

Alla industrier som har arbetat en längre tid med det industriella synsättet, skulle i någon bemärkelse kunna inspirera byggsektorn. Den industri som de flesta ansåg kunna fungera som den största inspirationskällan är tydligt bilindustrin. Deras processer är betydligt mer slimmade, främst genom deras utvecklade produktionssystem (t.ex. Toyota Production

System). Bilar kan kundanpassas mycket långt med få ingående komponenter som kan användas på många olika sätt. Detta kan den fasta industrin tacka plattformstänkandet för. Inom den fasta industrin har det kommit långt med effektivisering av sin process som helhet, exempelvis genom att fokusera på pålitliga leveranstider istället för enbart pressa tidsplaner.

Bilindustrin har under en längre tid insett vikten av att arbeta nära sina strategiska leverantörer, detta är något som vi har sett att byggbranschen redan har anammat men det kommer att ske en ytterligare utveckling inom detta område. Kravet på dessa leverantörer blir i sin tur att ta på sig att tillverka mer eller mindre färdiga komponenter. Tyngdpunkten ligger, helt klart, på att eftersträva en ökning av tillverkningsserierna samtidigt som förmågan att kunna anpassa sig till kundkraven. En skillnad mellan industrierna idag är att bilindustrin tillverkar stora serier av likadana produkter i fasta lokaler, medan byggindustrin försöker genom en industrialiserad process uppnå detta.

Under intervjuerna framkom det att andra industrier som byggbranschen kan jämföras med, är t.ex. livsmedelsbranschen, där det gäller att hålla en hög kvalitet på prefabricerade varor. Vidare nämndes även möbelindustrin, där den logistiska utvecklingen har kommit långt och relationen rörande kunder är långt gångna. Några respondenter även lastbilsindustrin som en tänkbar inspirationskälla, då de tyckte att denna industri är mer lik bygg- än vad bilindustrin är och då är det främst volymantalet som de associerar till. Det är främst deras modulsystem som skall ge inspiration. Inom området visualisering så har TV-spelsindustrin kommit väldigt långt i sin mjukvaruutveckling och där har byggbranschen mycket att lära.

De flesta av de intervjuade tror att Sverige generellt ligger bra till internationellt sett inom industrialiserat byggande, de påpekade dock att de inte har särskilt stor kunskap om hur det ser ut utanför gränserna. Självklart var vissa mer insatta än andra, men det var svårt för oss att få en helhetsbild om vilket/vilka områden som hade kommit längre då åsikterna om länder och områden var vitt spridda. Denna bristande kunskap, tror vi, beror på att endast ett fåtal lagt ner resurser på att studera vilka insatser som har gjorts, och då är det ur företagsvinning och inte med syfte att sprida kunskapen inom branschen.

6. Slutsatser

Detta kapitel inleds med att vi återger huvudsyftet med studien och berättar om hur vi gått till väga för att lösa problemet. Sedan går vi in på respektive delsyfte och redovisar vad vi har sett. Vi ger också några rekommendationer till förändringar.

Vår huvuduppgift var att utföra en nulägesbeskrivning om industrialiserat och industriellt byggande. För att uppnå detta har vi genomfört litteraturstudier och intervjuat 25 experter, främst företagsledare och utvecklingschefer. Rapporten är tänkt att fungera som inspirationskälla för fortsatta utvecklingsinsatser.

Vårt första delsyfte var att beskriva innebörden och ta upp de väsentligaste skillnaderna mellan industrialiserat och industriellt byggande. Det råder en tydlig begreppsförvirring, vilket visar sig i både litteratur- och intervjuresultat. Samma definition av begreppen finns, samtidigt som andra har motsägande definitioner. För att lösa detta bedömer vi att det behövs en klar definition av respektive begrepp som blir standard för hela branschen. Vi rekommenderar därför att någon organisation, t.ex. Sveriges Byggingustrier eller Boverket, utför en grundläggande utredning som utmynnar i en definition av begreppen. Detta skulle kunna medföra att det blir lättare att förstå varandra och på så vis lättare att kunna "hänga med" i branschens diskussioner kring ämnet. Detta leder till att det finns en grundfilosofi hos alla, grundtankarna kommer enklare ut i organisationen när det finns en gemensam definition på begreppen. Utifrån inhämtad information föreslår vi dock följande definitioner av begreppen:

Industrialiserat byggande är helheten, d.v.s. alla processer som måste ske innan slutprodukten är tillverkad.

Industriellt byggande är produktion i en sluten tillverkningsmiljö, där allt som tillverkas skall levereras till byggarbetsplatsen för sammansättning.

Den största anledningen till att vi väljer att definiera begreppen på detta sätt är att vår uppfattning är att majoriteten av de intervjuade har som uppfattning att industriellt byggande är mer fabrikstillverkning och industrialiserat byggande tycker många känns som en helhet av processer och teknik.

Det område som vi bedömer att företagen har utvecklat längst är inköpsprocesserna, framförallt de större företagen har lagt ner stora resurser på att bl.a. centralisera sina inköp. Vi tror att nästa utvecklingsområde att verkligen "ta tag i", är visualiseringen. En kraftig utveckling av 3D, 4D och 5D teknik skulle hjälpa branschen att utvecklas. Ett antal företag har insett vikten av att arbeta på detta sätt, men det gäller att fler företag tar efter och tar de initiala kostnader som det kan medföra.

Vi bedömer att en framträdande drivkraft till förändring är att utveckla företagens värderingar, som t.ex. har gjorts inom lastbilsindustrin. Vi uppfattar att byggbranschen har insett vikten av att sätta kunden i fokus och att eliminera slöseri, men mycket utvecklingsarbete finns kvar att göra. Något som inte har nämnts under studiens gång är respekt för individen, vi tror att detta skulle kunna ökas om alla i företaget får utbildning inom industrialiserat byggande, så att alla

vet innebörden och inte bara ledningen pratar om det. Vi har fått som uppfattning under studiens gång att industrialiserat och industriellt byggande är något som endast är känt inom företagens staber. Vi undrar hur det då ska vara möjligt att få hela organisationen att arbeta åt samma håll när endast ett fåtal känner till begreppen och synsätten.

Något vi tror att den svenska branschen kan lära sig av är att skapa sig en bredare internationell kunskap. Vår uppfattning är att få företag egentligen har någon större uppfattning om utvecklingen i utlandet inom industrialiserat och industriellt byggande. Det skulle behövas en systematisk benchmarking. Många företag känner till att japanerna har kommit långt i den tekniska utvecklingen, men vi har inte hört att någon annan marknad ligger långt fram med processtänkandet. Det finns mycket att lära sig från övriga länder, men varför tas det inte vara på denna möjlighet?

7. Referenser

Litteratur

Andersson, I., (2004), "Lean Construction – ett smartare sätt att bygga?", Planera Bygga Bo, nr: 5, s. 14-19.

Abderrahim, M., Garcia, E., Diez, R., Balaguer, C., (2004), "A Mechatronics Security System for the Construction Site", *Automation in Construction*, pp. 461-467.

Andreasson, S., Lessing, J., (2004), "Industriellt byggande - En internationell utblick", Doktorandkurs Industrialiserat byggande, Competitive Building.

Attoh-Okine Nii O., (2002), "MEMS Application in Pavement Condition Monitoring Challenges", *Proceedings of the 19th International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC)*, Gaithersburg: USA, pp. 387-392.

Bergman, B., Klefsjö, B., (2001), "Kvalitet – från behov till användning", Lund: Studentlitteratur.

Bergström, M., Stehn, L., (2002), "Integrated design and production of multi-storey timber frame houses – production effects caused by customer design", *International journal of production economics*, pp. 259-269.

Bock, T., (2005), "Flexible Industrialization in Construction By Humanoid Construction Robots?", 11th Joint CIB International Symposium Combining Forces - Advancing Facilities Management and Construction through Innovation Series, Finland: Helsinki, pp. 442-449.

Caballero, A., Yen, K., (2003), "The use of Micro-Electro-Mechanical Systems (MEMS) in the Construction Industry", Florida International University, pp. 161-165.

Choi, H.-S., Han, C.-S., Lee K.-Y., Lee S.-H., (2004), "Development of Hybrid Robot for Construction in the Construction Industry", *Automation in Construction*, pp. 453-460.

Cusack, M., (1994), "Automation and Robotics – The Interdependence of Design and Construction systems", MCB University Press, Vol. 21, No. 4, pp. 10-14.

Dicken, P. (2000), "Global Shift: Reshaping the Global Economic Map in the 21st Century", London: Sage Publications LTD, pp. 656.

Egmond, E. Van, Scheublin, F. J. M., (2005), "Successful Industrialisation, innovation and prefabrication in construction", 11th Joint CIB International Symposium Combining Forces - Advancing Facilities Management and Construction through Innovation Series, Finland: Helsinki, pp. 415-426.

Ekholm, A., Lessing, J., Robertson, A., (2003), "Industriellt byggande är mer än bara prefabricering!", Bygg & Teknik nr.2/05.

Ejvegård, R., (2003), "Vetenskaplig metod", Studentlitteratur: Lund.

Fernström, G., Kämpe, P., (1998), ”Industriellt byggande växer och tar marknad”, Byggförlaget: Stockholm.

Gibb, A., (2001), ”Standardization and pre-assembly – distinguishing myth from reality using case study research”, *Construction Management and Economics*, No. 19, pp. 307-315.

Girmscheid, G., (2005), ”Industrialization in Building Construction – Production Technology or Management Concept?”, 11th Joint CIB International Symposium Combining Forces - Advancing Facilities Management and Construction through Innovation Series, Finland: Helsinki, pp. 427-441.

Girmscheid, G., Hofmann E. (2000), ”Industrielles Bauen-Fertigungstechnologie oder Managementkonzept?” Bauinger Band 75, Sept.

Harryson, P., (2002), ”Industrial Bridge Construction – merging developments of process, productivity and products with technical solutions”, Betongbyggnad, Chalmers Tekniska Högskola.

Harryson, P., (2005), ”Forskningsgruppens - förslag till forskningsprogram för Industriellt byggande”, Konstruktionscentrum, Chalmers Tekniska Högskola.

Johansson, C. (2003), *Modularisation in the Customisation of Manufactured Housing*, ”Construction Process Improvement” edited by Atkin, Borgbrandt, Josephson, Blackwell Science Ltd.

Jonsson, P., Mattsson, S.A. (2005), ”Logistik – läran om effektiva materialflöden”, Lund: Studentlitteratur.

Kapp, M., Schaiter, B., (2005), ”Systematic Optimization of the Construction Process by Implementation of PRSM (Process- oriented Risk-based Selection Method for innovative construction techniques)”, 11th Joint CIB International Symposium Combining Forces - Advancing Facilities Management and Construction through Innovation Series, Finland: Helsinki, pp. 450-461.

Low, S. P., Chuan, J. C. (2000), ”Just –in-time management in precast concrete construction: a survey of the readiness of main contractors in Singapore”, *Integrated Manufacturing System*, Vol. 12, No. 6, pp. 416-429.

Rask-Lindholm, U., (2005), ”Open House gör hus på ’löpande band’ ”, Forum nr:1, s. 4-5.

Richard, R. B., (2005), ”Industrialised building systems: reproduction before automation and robotics”, *Automation in Construction*, pp. 442-451.

Scheublin, F. J. M., Egmond, E van, (2005), ”How Industrialisation Serves a Client Focused Industry and How Clients Appreciate the Approach”, 11th Joint CIB International Symposium Combining Forces - Advancing Facilities Management and Construction through Innovation Series, Finland: Helsinki, pp. 462-472.

SOU 2002:115, (2002), ”Skärpning gubbar! – om konkurrensen, kvaliteten och kompetensen i byggsektorn”, Fritzes, Stockholm, Sverige.

Tarandi, V., (2005), "IT-stöd för ett industriellt byggande – ett gemensamt språk", V-byggaren, nr:5, s. 29-33.

"Utvecklad tillväxt", en skrift om Resurssnål Tillväxt från Ohde och Co., s. 19-21.

Warszawski, A., (1984), "Application of Robotics to Building Construction", Carnegie Mellon University.

Weippert, A., Kajewski, S. L., (2003), "The implementation of online information and communication technology (ICT) on remote construction projects", *Logistics Information Management*, Vol. 16, No. 5, pp. 327-340.

Vittorio, Salvatore A., (2001), "Micro-Electromechanical System (MEMS)", *Cambridge scientific abstracts*.

Elektroniska källor

[1]<http://susning.nu/Miljonprogrammet,2005-06-02>

[2]www.ne.se/jsp/search/article.jsp?i_art_id=256085&i_word=miljonprogrammet,2005-06-02

[3]www.elbarrio.se/miljonprogrammet.htm, 2005-06-02

[4]www.bygg.org/byggkonjunkturen_i_sverige.asp, 2005-07-25

[5]<http://213.84.41.158/pages/db/Default.html>, 2005-06-05

[6]www.alvsbyhus.se, 2005-10-19

[7]http://en.wikipedia.org/wiki/RFID#Current_usage, 2005-06-27

Intervjupersoner

Andreasson, Sverker, Produktutvecklingschef NCC Komponent AB, 2005-08-26

Carrick, Bo, Scania Production System Manager, 2005-09-03

Eriksson, Jörgen, Regionchef Skanska Hus Göteborg, 2005-08-22

Fagerström, Björn, Project Manager Industrialization Pharmadule Emtunga, 2005-08-02

Fernström, Gösta, Konsult, Fernia Consulting AB, 2005-08-29

Fritzon, Mikael, Utvecklingschef Skanska Sverige AB, 2005-08-29

Gylltoft, Kent, Professor Betongbyggnad Chalmers Tekniska Högskola, 2005-06-29

Harryson, Peter, Industridoktorand Vägverket, 2005-06-29

Ingman, Olle, Partner, Prolog Bygglogistik AB, 2005-08-29

Kämpe, Per, VD Prefabutveckling i Norden AB, 2005-08-24

Langseth, Lise, Chef Svensk Teknik och Design, 2005-08-15

Lindbladh, Leif, VD LLENTAB AB, 2005-07-18

Nykänen, Esko, Produktionschef Open House Production AB, 2005-08-29

Olofsson, Ingvar, Adjungerad Professor i Produktionsintegrerad konstruktionsmetodik Chalmers Tekniska Högskola, 2005-06-29

Ossler, Jon, Chefsarkitekt Open House Production AB, 2005-08-29

Reich, Hans, Programdirektör Pro Design, 2005-06-30

Strand, Per, Kvalitetschef JM AB, 2005-08-16

Södergren, David, Installationsansvarig Trälyftet AB, 2005-08-17

Tolf, Peter, VD Arcona AB, 2005-08-16

Westin, Erik, Utvecklingschef Akademiska Hus, 2005-08-16

Westerdahl, Börje, Projektledare Visualiseringsstudion Chalmers Tekniska Högskola, 2005-09-21

Wågström, Peter, Sverigechef NCC Property Development AB, 2005-08-16

Telefonintervjuer

Andersson, Tage, VD Lars Höglund AB, 2005-08-08

Forsell, Mikael, Marknadsansvarig Lindbäcksbygg AB, 2005-08-08

Stenmark, Jan, Utvecklingschef Strängbetong, 2005-06-30

Storck, Bert-Inge, VD Karlshamnshälsö AB, 2005-08-08

Appendix

Bilaga 1: Intervjufrågor

1. Vad är industrialiserat byggande?
2. Vad anser ni att det är för skillnad mellan industrialiserat och industriellt byggande?
3. Anser ni att begreppen kan vara negativa?
4. Vilka områden är det som är mest aktuella för en industrialisering? Varför?
5. I vilket område sker det mest utveckling idag? Inom teknik eller processer, vilka processer i så fall?
6. Varför ett mer industrialiserat husbyggande och vilka är framgångsfaktorerna?
7. Hur påverkar det slutprodukten?
8. Vilka är drivkrafterna för industrialiserat byggande?
9. Vilka är problemen och möjligheterna för industrialiserat byggande?
10. Hur implementerar man nya systemlösningar på bästa sätt? Finns det motstånd för nya idéer?
11. Hur har ni utvecklat era systemlösningar?
12. Innebär industrialiserat byggande ett ökat kundfokus för byggsektorn? I så fall hur?
13. Innebär en ökad industrialisering ett mer kostnadseffektivt byggande samt ett mer hållbart byggande?
14. I Singapore har man gjort en ansats att försöka mäta graden av hur industrialiserat ett företag är, vad anser ni om det?
15. Vad anser ni om möjligheterna att robotisera vissa arbetsmoment på arbetsplatsen?
16. Vad anser ni om möjligheterna att automatisera/mekanisera vissa arbetsmoment på arbetsplatsen?
17. Vad anser ni om den internationella utvecklingen? Ligger de före oss eller är det Sverige som har en dominerande roll? Vilka områden/processer eller teknik handlar de om?
18. Vilka andra industrier kan inspirera byggsektorn till ett mer industrialiserat tänkande?
19. Hur ser de olika faserna ut i projekteringen om byggprocessen är helt industrialiserad?