

Konceptbyggande med standardelement

– ett sätt att effektivisera processen



LUNDS
UNIVERSITET
Lunds Tekniska Högskola

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Bygghälsökäper/Projekteringsmetodik

Examensarbete:
Anders Henriksson
Jakob Jakobsson

© Copyright Anders Henriksson, Jakob Jakobsson

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

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

Tryckt i Sverige
Media-Tryck
Biblioteksdirektionen
Lunds universitet
Lund 2008

Sammanfattning

Vi är nu inne i en period då industrialiserat och industriellt byggande har börjat bli aktuellt igen. De stora byggföretagen utvecklar nu egna system och koncept för industriellt byggande för att öka lönsamheten och sin konkurrenskraft. I dag ska koncepten vara kundanpassade och flexibla för att snabbt kunna anpassa sig efter marknadens svängningar, vilket innebär att byggföretagen inte vill göra om samma misstag som vid miljonprogrammet.

För att kunna leva upp till dagens krav gällande kundanpassning, kvalitet, leveranssäkerhet och effektivare processer har byggbranschen tagit inspiration från verkstadsindustrin och andra länder. Ett land som har kommit långt är Japan. Den japanska byggindustrin har infört olika metoder, som t.ex. automatisering, modultänk, flexibilitet, leveranssäkerhet och ICT allt för att tillgodose kunden. De japanska byggföretagen har utvecklat plattformar med standardiserade komponenter som sedermera kan kombineras ihop till en unik kundspecifik produkt.

Vid vårt examensarbete på ett av Sveriges största byggföretag har vi undersökt möjligheterna till att göra sandwichelement till standardelement, vilket skulle öka industrialiseringsgraden. Företaget har utvecklat ett koncept vilket bygger på en industrialiserad process. Konceptet är uppbyggt kring olika produkter, dvs. typhus, vilka kan anpassas till kunden utifrån grundutförandet, för att öka produktens prestanda och kundanpassning.

Målet med arbetet och konceptet har varit att ta bort projekteringsfasen och istället använda sig av en konfigureringsprocess vid framtagning av förtillverkade sandwichelement. Utifrån detta har vi analyserat processerna och kommit fram till förslag på förbättringar. De processer vi har studerat är projektering, tillverkning och till viss mån montage.

För att kunna satsa på produkter och industriellt byggande krävs det att produkterna är genomtänkta och lever upp till marknadens behov och krav, vilket kräver att mer planeringsarbete läggs ned i ett tidigt skede och vid projekteringen.

Nyckelord: standarelement, standardlittera, standardkomponent, sandwichelement, IMPACT, ICT, industriellt byggande, industrialiserat byggande, flexibilitet.

Abstract

We are now in a period when industrialized alternatively industrial building has become interesting again. The big construction companies are now developing their own systems and concepts for industrialized building in order to increase the profitability and their competitive strength. Today the concepts will be customer tailor and flexible in order adapt it self to the market's swings. This means that the construction companies are not eager to make the same mistake as they did with “million dwelling program”.

In order to live up to today's requirement for customer adaptation, quality, supply chain accuracy and a more effective processes the construction industry has taken inspiration from the manufacturing industry and other countries. In Japan, the construction industry has introduced different methods, for example automation, module thinking, flexibility, supply chain accuracy and ICT in order to meet requirements of the customer. The Japanese construction companies have developed platforms with standardized components that can be combined together to a unique customer specific product.

We did our thesis project at one of the most prestigious Swedish construction companies. We have examined the possibilities of doing sandwich elements to standard elements which would increase the degree of industrialization. The company has developed a concept that is based on a more refined process of industrialization. The concept contains six different products, i e. type houses, that can be modified to the requirements of the customer, in order to increase the product's performance and customer adaptation.

The objective with the work and concept has been to eliminate the design phase, and instead use a configuration process as a tool to prefabricate sandwich elements. According to this we have analyzed the processes and arrived at some conclusions for improvements. The processes we have studied are design, manufacturing and at some extent assembly.

In order to invest in products and industrial building it is required of the products that they are well thought through so they will live up to the markets expectations. This demands better planning at an early stage and during design.

Keywords: standard element, standard component, sandwich elements, IMPACT, ICT, industrial build, industrialized building, flexibility.

Förord

Examensarbetet på totalt 22,5 högskolepoäng är den sista fasen i vår utbildning till byggnadsingenjörer vid LTH Ingenjörshögskolan, Campus Helsingborg. Det här examensarbetet syftar till att effektivisera en industriell produkt inom ett stort byggföretag i Sverige genom att införa standardlittera. Under arbetsgången har vi förstått de stora problem som finns idag vid en implementering. På grund av detta har examensarbetet gått från att införa standardlittera, till att mer fokusera oss på att kartlägga de problem som finns idag vid ett införande.

I rapporten använder vi oss av begreppet industriellt byggande då vi beskriver konceptet och processerna kring tillverkningen och montage av sandwichelement.

Det har varit väldigt lärorikt att få sätta sig in i processerna för att ta husbyggandet från traditionellt till industriellt byggande. Vi har haft fria händer, det enda som har kunnat begränsa oss har varit oss själva. Inlärningsprocessen har varit lång och tidskrävande eftersom vi inte var insatta i företagets processer och tillhörande mjukvara från början.

Rapporten är uppdelad i bakgrund, teoridel och en resultatdel. Teoridelen beskriver bakgrunden till utvecklingen av industriellt byggande. Vi har även gjort en sammanställning över den japanska byggindustrin med material från Boverkets Byggekostnadsforum. Resultatdelen redovisar våra observationer kring införandet av standardelement och dess standardlittera, där vi redovisar för- och nackdelar och även möjliga utvecklingsområden innan ett införande kan bli verklighet.

Vi vill passa på och tacka alla på företaget som har ställt upp och svarat på våra frågor som har givet oss kunskap, fakta och en mängd goda idéer.

Vi vill även tacka vår handledare Anders Ekholm, professor i Projekteringsmetodik vid Lunds Tekniska Högskola. Examinator är Anders Robertsson, Universitets adjunkt vid Lunds Tekniska Högskola.

Innehållsförteckning

1 Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Mål och syfte	2
1.3 Problemformulering	2
1.4 Avgränsningar	3
1.5 Begreppsförklaringar	3
2 Arbetsmetod	4
2.1 Intervjuer	4
2.2 Litteratur	5
2.3 Observationer	5
2.4Handledning	5
3 Byggindustrins utveckling	6
3.1 Industrialiseringen av byggbranschen	6
3.2 Miljonprogrammet	8
3.3 Industrialiseringens systemgenerationer	9
3.3.1 Den första systemgenerationen	9
3.3.2 Den andra systemgenerationen	10
3.3.3 Den tredje systemgenerationen	10
3.4 Byggsystem	10
3.4.1 Ohlsson & Skarne.....	11
3.4.2 Tornkranarnas betydelse.....	12
3.4.3 Prefabricerade sandwichelement	12
3.4.4 Sammansättning av komponenter	13
3.5 Industrialiseringen av verkstadsindustrin	14
3.6 Den Japanska byggindustrin	19
3.6.1 Kunden	19
3.6.2 Tidigt skede	20
3.6.3 Projektering/Produktutveckling.....	21
3.6.4 Tillverkning.....	22
3.6.5 Montage.....	23
3.6.6 Logistik.....	23
3.6.7 Sammanfattning av den japanska byggindustrin	24
4 Resultat	25
4.1 Problemformulering	25
4.2 Processerna idag och i framtiden	26
4.2.1 Konceptet.....	26
4.2.2 Behov av standardelement.....	27
4.2.3 Arbetsgång för sandwichelement idag	28
4.2.4 Arbetsgång för sandwichelement i framtiden	34
4.2.5 Sammanfattning av framtidens arbetsgång	38

5 Förbättringar	40
5.1 Förbättringsförslag	40
5.2 Sammanfattning på förbättringsförslag.....	43
5.3 Vilka hinder finns för Konceptet?	44
5.4 Kompatibelt koncept	46
6 Diskussion	47
6.1 Industriellt och industrialiserat byggande.....	47
6.2 Intressekonflikter mellan interna bolag	47
7 Slutsats.....	49
8 Källförteckning	50
8.1 Litteratur	50
8.2 Elektroniska källor.....	51
Bilaga 1	52
Bilaga 2.....	55

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Efter CAD-systemens intåg på 1970-talet har informationsutbytet i byggbranschen gått från analoga och ganska enkla system till ett flerdimensionellt modernt digitalt byggande som mer försöker att efterlikna verkstadsindustrin. Med ny teknologi kommer också nya krav och problem, men det finns även stora möjligheter och vinster att hämta hem.

Utveckling kring ICT-system (informations och kommunikationsteknik system) har bidragit till att utveckla och effektivisera byggbranschen. Det viktigaste med ICT-system är att det ger stora förutsättningar för att ta byggandet från ett traditionellt till ett mer industriellt byggande utan att göra om samma misstag som gjordes på 1960- och 1970-talet vid miljonprogrammet.

De flesta som har hört talats om miljonprogrammet kopplar detta säkert till flerbostadshus i betong med tråkig arkitektur. Miljonprogrammet har inte bara gett oss tråkiga hus, det har också varit en plattform för många bra lösningar som gjort byggandet mer effektivt och lönsamt. Det utvecklades t.ex. ett flertal standardkomponenter och husen byggdes med effektiva planlösningar. Nu är vi inne i en period då industriellt byggande börjat bli intressant igen.

Eftersom vi inte får lämna ut företagsnamn, konceptnamn eller metodnamn har vi valt att i rapporten använda: Företaget, Husbyggnadskonceptet/Konceptet och Metoden. Företagets har tagit fram ett koncept för industriellt husbyggande som bygger på att producera flerbostadshus av standardkomponenter. Flerbostadshusen är försedda med en mängd effektiva lösningar som har resulterat till halverad byggtid och ökad kvalitet. Lösningen på detta har varit att ta ett steg närmare en fabriksstillverkning, där Företaget nu har investerat i en toppmodern betongelementfabrik. Fabriken och processerna inom konceptet har i första hand tagit inspiration från bilindustrin.

Eftersom miljonprogrammet inte var ett långlivat framgångsrecept skall inte samma misstag ske, med att bygga stela och enformiga flerbostadshus. Idag skall produkterna vara kundanpassade och flexibla. Det är detta som är byggbranschens stora utmaning dvs. att ha en produkt som är 100 % standard men fortfarande kundanpassad och tilltalande i design och utformning.

I rapporten löper en röd tråd från 1960-talet industriella byggande fram till idag och Företagets svar på industriellt byggande. Vi redovisar även hur

standardelement kan bidra i utvecklingen av Husbyggnadskonceptets industrialiserade processer.

1.2 Mål och syfte

Huvudsyftet med examensarbetet var att hjälpa Företaget med att införa standardelement för deras prefabricerade betongelement som ingår i Husbyggnadskonceptet. Införandet av standardelement med standardlitterat ska resultera i att fullt ut kunna tillämpa en konfigureringsprocess i stället för en projekteringsprocess.

På grund av komplexiteten med att implementera standardelement gick examensarbetet från ett införande till att ge tydliga förslag på förbättringar som behöver göras innan en implementering kan ske.

I rapporten tar vi upp frågeställningar, problem och fördelar med att implementera standardelement benämnda med standardlittera. Vi har även gjort en jämförelse mellan hur processen (projektering, tillverkning och montage) fungerar idag utan standardelement och hur den kan bli ifall ett införande skulle genomföras.

1.3 Problemformulering

Vid projektering av varje nytt husbyggnadsprojekt finns möjligheten att ändra standardutförandet för att passa beställaren som t.ex. fasadens färg, kulör och spår. Idag saknas ett system för att återanvända redan ritade sandwichelement. Det är här standardelement kommer in i bilden. Företaget vill ha en databas med standardelement för sandwichelement som kan konfigureras istället för att en ny projekteringsprocess inleds för varje nytt projekt.

De viktigaste frågorna för att få en förståelse kring problemet är följande:

1. Vad är standardlittera?
2. Vilka är vinsterna med införandet av standardlittera?
3. Vilka byggdelar är intressanta att standardisera?
4. Littereringen idag?
5. Skall litterera redovisa de olika egenskaperna?

1.4 Avgränsningar

Inom Företaget och Konceptet följer vi ett sandwichelements väg genom dess olika faser (projektering, tillverkning och montage). Vi har också valt att bara inrikta rapporten mot Företagets nybyggda fabrik.

1.5 Begreppsförklaringar

Industriellt	Tillverkningsprocesser sker i sluten industriell miljö där komponenter monteras ihop.
Industrialiserat	Processerna drivs enligt industriella principer med användning av förtillverkade komponenter.
Komponent	Utgörs av enskilda eller sammansatta byggnadsdelar.
Standardelement	Byggnadsdel där alla dess egenskaper är standardiserade.
Standardlittera	Är en benämning för att särskilja olika standardelement.
Sandwichelement	Fasadväggdel som är förtillverkad i fabrik, vilken monteras på byggarbetsplatsen.
Ursparning	Används i fabriken för formsättning av håltagningar vid tillverkningen av betongelement.

2 Arbetsmetod

Examensarbetet har sin grund i Företagets mål att effektivisera processen av deras Husbyggnadskoncept genom att se över möjligheterna att införa standardelement för prefabricerade sandwichelement. Vart efter arbetet led ändrades vår fokusering till att mer se till vilka processer som behöver förändras för att kunna implementera standardelement. Utifrån problemställningen och företagets situation har vi hanterat vår insamling av data.

2.1 Intervjuer

Primärt har den största delen av den information som resultatdelen baseras på kommit från de tolv personer vi har intervjuat på Företaget. Personerna i fråga arbetar i olika skeden av byggprocessen inom Konceptet och i olika bolag inom Företaget. Intervjuer har också skett med en programutvecklare på Structural Design Software in Europe AB (StruSoft). Varje person har intervjuats minst en gång vid ett personligt möte, vi har också gjort ett flertal uppföljande intervjuer med några av personerna. Dessutom har vi gjort ett flertal telefonintervjuer. Intervjuerna har varit utspridda ifrån den 22 januari till och med den första april 2008.

Under alla intervjuer har vi använt oss av diktafon för att säkerställa att ingen information har gått oss förbi. Diktafoninspelningarna har efter varje intervju gått igenom och väsentlig information har skrivits ned för användning i det fortsatta arbetet. Användandet av diktafon har gjort att vi vid intervjutillfällena helt har kunnat fokusera på intervjupersonerna. Användandet av diktafon har enligt oss bara varit till godo.

Intervjufrågornas uppbyggnad är gjord enligt det behov av information som vi har ansett oss behöva från den intervjuade. Nästföljande persons intervjufrågor har också baserats på svaren från föregående intervjupersoner.

Genom att konceptet inom Företaget är i ett utvecklingsskede har det varit svårt att få en korrekt bild av de olika skedena i konceptet och hur långt företaget har kommit i utvecklingen. Vid intervjuerna har frågor om konceptets nuvarande utveckling resulterat i olika svar vilket har försvårat arbetet.

2.2 Litteratur

Insamling av sekundärdata har skett i första hand för att kunna återkoppla till vår resultatdel samt för att kunna ge examensarbetet vetenskaplig förankring. Publicerade artiklar, studier och litteratur har använts till stor del för insamlandet av sekundärdata för den teoretiska delen. Internet har utgjort det media vilket en första kontroll har skett för information och som många gånger har lett vidare till andra källor.

Internt material från Företaget har använts för att kunna gå in i de olika processerna vilket har bestått av ritningar, kataloger och processkartor.

2.3 Observationer

Studiebesök har gjorts på Företagets nybyggda fabrik, där en tillverkning av prefabricerade betongelement sker där vi fördjupade oss i tillverkningen av sandwichelement. Studiebesöket gjordes under en dag och resulterade i viktiga observationer samt viktig och användbar information. Under besöket gjordes ett flertal intervjuer med personer inom olika delar av produktionen.

2.4Handledning

Under vårt arbete har vi haft tillgång till två handledare. Den ena har varit Anders Ekholm, professor i Projekteringsmetodik vid Lunds Tekniska Högskola, och den andra har varit stabschefen för Konceptet inom Företaget.

3 Byggindustrins utveckling

Vi har valt att lägga upp teoridelen genom att först förklara hur industrialiseringens intåg har påverkat byggbranschen genom standardisering och utvecklingen av prefabricerade betongelement och byggsystem. Därefter ges en beskrivning av hur verkstadsindustrin har hanterat industrialismen genom Frederick Winslow Taylors och Henry Fords synsätt. Verkstadsindustrin och i synnerhet bilindustrin tas ofta upp av byggbranschen som ett bra exempel på industrialisering, där standardisering av produkter och arbetsmoment har bidragit till effektivare processer. Teoridelen avslutas med att förklara hur den japanska byggindustrin bygger industriellt i likhet med bilindustrin.

3.1 Industrialiseringen av byggbranschen

Industrialismen började i Storbritannien i mitten på 1700-talet där textilindustrin förändrades genom nya uppfinningar som effektiviserade tillverkningen. Vilket sedan gjorde att färre människor behövdes i tillverkningen. Anledningen till att en industrialisering uppkom var att textilindustrin ville göra förbättringar. Genom att ångmaskinen uppfanns behövde tillverkningen inte vara förlagd till vattendragen utan kunde förläggas till andra platser. Därefter spreds industrialismen genom Europa för att komma till Sverige vid mitten av 1800-talet.¹

Industrialismen medförde att fabriker anlades nära städerna för att säkra tillgången på arbetare vilket gjorde att en urbanisering inleddes. Byggandet har precis som alla andra branscher påverkats av industrialismens intåg. Det har medfört att produktionsmetoderna har förändrats samt att färre arbetare har behövts för produktionen av byggnader.²

De främsta anledningarna till att byggbranschen idag förespråkar en industrialisering av byggandet och dess processer grundar sig på önskan att vilja förbättra dessa fem punkter.³

- *Lägre kostnader*
- *Kortare byggtid*
- *Säkerställa kvalitén*
- *Förbättrad arbetsmiljö*
- *Ökad lönsamhet*

¹ Hyll, Henrik, Lessing, Jerker, rapport, *Industrialisering av bostadsbyggandet under 1900-tale*, s.3

² Ibid.

³ Apleberg, Lennart, Jonsson, Rolf, Åhman, Pär (2007) *Byggandets industrialisering – Nulägesbeskrivning*, Sveriges Byggindustrier, Göteborg, SG Zetterberg AB, feb 2007, ISSN 1402-7410

Industrialiseringen av byggprocessen och därigenom tillverkningen och utformningen av förtillverkade element och komponenter ska resultera i att en återupprepningsprocess kan ske. Mindre arbete ska göras ute på byggarbetsplatsen som mer blir en monteringsplats för förtillverkade byggdelar. Byggtreprenörsföretagens försök att implementera industrialiserat byggande och dess processer går att analyseras genom att bedöma dem efter en modell som Lessings (2006) har utformat. Modellen består av åtta olika områden som var för sig bör analyseras för att få en korrekt bild av företagets industrialiseringsgrad. Dessa områden är:⁴

- *Planering och kontroll av processerna*
- *Utvecklade tekniska system*
- *Förtillverkning av byggdelar*
- *Långsiktiga relationer*
- *Logistik integrerat i processen*
- *Utvecklat kundfokus*
- *Utnyttjandet av informations- och kommunikationsteknologie*
- *Systematisk kunskapsåterföring och mätning av prestationer*

Begreppen industriellt och industrialiserat byggande förväxlas ofta. Dessa två uttryck står dock för olika saker. Nedan återges den definition som författarna bakom rapporten *Byggandets industrialisering – Nulägesrapport* har föreslagit.⁵

Industriellt byggande

Tillverkningsprocesser som sker i sluten industriell miljö, endast montagearbeten sker på byggplatsen.

Industrialiserat byggande

Bygg- och planeringsprocessen drivs enligt industriella principer med bland annat användning av förtillverkade komponenter men en övervägande del av produktionen sker på byggplatsen.

⁴ Lessing, Jerker, (2006) *Industrialised House-Building – Concept and Processes*, Lund, KFS AB, tryckt 2006, ISBN 978-91-631-9254-8

⁵ Apleberg, Lennart, Jonsson, Rolf, Åhman, Pär (2007) *Byggandets industrialisering – Nulägesbeskrivning*, Sveriges Byggindustrier, Göteborg, SG Zetterberg AB, feb 2007, ISSN 1402-7410

3.2 Miljonprogrammet

Tiden efter andra världskriget fick Sverige ett allt större behov av bostäder. Efter påtryckning från samhället och personer från det socialdemokratiska partiet, som vid denna tid styrde Sverige, fattades ett politiskt beslut 1964 om att under en tioårsperiod bygga en miljon bostäder, vilket fick namnet ”miljonprogrammet”. Miljonprogrammet pågick under åren 1965-1975. 1964 låg bostadsbyggandet på ungefär 35 000 bostäder per år, vilket nu skulle ökas till 100 000 bostäder per år.⁶ Detta fick till följd att bostadsbyggandet var tvunget att effektivisera sina arbetsprocesser och byggmetoder. Staten verkade bland annat för att en rationaliserad byggprocess skulle införas genom att ge bra lånevillkor förutsatt att standardiserade produkter användes.⁷

Genom att miljonprogrammet lades fram fick dåtidens byggtreprenörer och konsulter stor anledning till att rationalisera och standardisera byggandet. Redan på 1920-talet hade en första rationaliseringsvåg kommit till byggbranschen i Sverige men det var egentligen på 1950-talet som det tog fart på riktigt när det blev brist på arbetskraft och stigande löner var ett faktum. Genom att använda sig av prefabricerade byggelement kunde detta lindra bristen på yrkesarbetare genom att det krävde färre arbetare, som dessutom inte alltid behövde vara byggtutbildade. I början av 1960-talet stod elementbyggda bostäder för 5 % av det totala antalet byggda lägenheter i Sverige för att sedan öka till som mest 20 %, 1970.⁸

Byggstandardiseringen (BST) startades 1942 av den Svenska Industrins Standardiseringskommission (SIS) som med hjälp av erkänt duktiga arkitekter försökte skapa en första standardisering för byggandet.⁹ Tidigt påbörjades arbete med modulutredningen som syftade till användandet av 1M, 10-centimetersmodulen. Utredningen fick stort genomslag i och utanför landets gränser vilket gjorde Sverige till ett föregångsland inom standardisering av bostadsbyggandet.¹⁰ Därefter tillkom planmodulen 3M, 30-centimetermodulen, som skulle vara den samordnade modulen för horisontella mått och planlösningar. Vid en genomgång 1967 var det bara sju av femton tillverkare av stomelementsystem i Sverige som använde sig av 3M, vilket får ge bild av att det inte fick någon större spridning.¹¹

⁶ Apleberg, Lennart, Jonsson, Rolf, Åhman, Pär (2007) *Byggandets industrialisering – Nulägesbeskrivning*, Sveriges Byggindustrier, Göteborg, SG Zetterberg AB, feb 2007, ISSN 1402-7410, s.13

⁷ Runberger, Jonas, *Mjukvaran leder till framtiden*, artikel, www.arkitekt.se/s19815 (hämtat 2008-04-24)

⁸ Hyll, Henrik, Lessing, Jerker, rapport, *Industrialisering av bostadsbyggandet under 1900-talet*

⁹ www.sis.se, SIS historia (hämtat 2008-04-10)

¹⁰ (2006) *Bostäder byggda med volymentelement- En fallstudie av svenska bostadsprojekt – verklighet och vision*, Boverket, Karlskrona, Allkopia i Växjö AB, ISBN 91-7147-940-6

¹¹ Hall, Thomas (redaktör) (1999) *Rekordåren – en epok i svenskt bostadsbyggande*, Boverket, Karlskrona, Daleke Grafiska AB, ISBN 91 7147-568-0, tryckt 1999, s.38

Staten genomförde en mängd olika åtgärder för påskyndandet av industrialiseringen. Ett exempel är att staten inrättade en maskinlånepond 1952 som lånade ut pengar för investeringar i fabriker för tillverkning av stomelement av betong. Vilket resulterade i att ett flertal fabriker för betongelement byggdes.¹²

En annan stor betydelse för att det kunde byggas så många bostäder var att staten efter 1966 kunde ge förhandsbesked fem år i förväg för större bostadsprojekt och garanterade statliga bostadslån. Med större bostadsprojekt menas projekt vilket inbegriper minst 1 000 bostäder och som hade stor återupprepningseffekt genom variantbegränsning, vilket gjorde att det blev ideala förutsättningar för serieproduktion. Samma år kom ett betänkande från Byggindustrialiseringsutredningen om standardisering vilket fick till följd att svensk standard blev obligatorisk och som blev ett första steg mot en grundstandard och modulprojektering. Staten genomförde ett flertal olika förändringar vilket medförde att en stor bostadsbyggnation möjliggjordes.¹³

3.3 Industrialiseringens systemgenerationer

3.3.1 Den första systemgenerationen

Under 1960-talet utvecklade alla större byggföretag egna system för att bygga med prefabricerade element. I första hand utvecklade företagen ”slutna system” som bara kunde användas med det egna företagets tillverkade komponenter. Denna tid brukar kallas för ”den första systemgenerationen”, enligt Adler.¹⁴ En förutsättning för att byggföretagen ska kunna använda sig av slutna system är att det sker en stor återupprepning med långa serier och helst på totalentreprenad, vilket nu var möjligt med miljonprogrammet.¹⁵ Slutna system sågs som en affärshemlighet varför det fanns ett stort motstånd till att utveckla ”öppna system” där mindre entreprenörer också hade tillgång till förtillverkade byggnadsdelar och komponenter. Det var de stora företagen som förfogande över elementfabrikerna och som därigenom kunde styra över de mindre byggföretagen. Trots att den allmänna debatten och staten gärna såg att öppna system utvecklades, användes till stor del slutna system. Däremot fick öppna system stor genomslagskraft i våra grannländer Danmark och Finland.

På 1980-talet i Danmark byggdes två tredjedelar av alla lägenheter i flerbostadshus av förtillverkade stomsystem som var öppna.¹⁶

¹² Hall, Thomas (redaktör) (1999) *Rekordåren – en epok i svenskt bostadsbyggande*, Boverket, Karlskrona, Daleke Grafiska AB, ISBN 91 7147-568-0, tryckt 1999, s.27

¹³ Ibid.

¹⁴ Adler, Peter, Etsmar, Åke, G. Hellers, Bo (2005) *Bygga industrialiserat*, AB Svensk Byggtjänst, Lund, Wallin & Dahlholm Boktryckeri AB, ISBN 91-7333-085-X, tryckt 2005, s. 32

¹⁵ Samuelsson, Sture (2001) *Systemtänkande för ändrat byggande* ur *Husbyggaren* nr7/2001

¹⁶ Adler, Peter, Etsmar, Åke, G. Hellers, Bo (2005) *Bygga industrialiserat*, AB Svensk Byggtjänst, Lund, Wallin & Dahlholm Boktryckeri AB, ISBN 91-7333-085-X, tryckt 2005, s.32

3.3.2 Den andra systemgenerationen

Byggnadsbranschen förstod efter miljonprogrammets slut och efter kritiska röster i samhället att det skulle vara bättre att utveckla öppna system. Så att bättre planlösningar och bättre anpassningar till lokala förutsättningar kunde genomföras. Likaså att mindre lokala entreprenörer fick tillgång till systemen och att upphandlingarna kunde konkurrensättas.¹⁷ Den allt större användningen av förtillverkade byggdelar visade att måttanpassningen mellan de olika systemen inte enbart kunde göra system anpassningsbara till varandra. Det viktigaste var att byggdelarnas egenskaper och anslutningarna mellan olika element fungerar.¹⁸

3.3.3 Den tredje systemgenerationen

Utvecklingen av öppna system med en mer öppen hållning gentemot informationshanteringen har fortsatt men dock inte i så stor utsträckning i Sverige, desto längre har länder som bl.a. Danmark, Finland, Frankrike och Japan kommit. Informationshanteringen inom byggprojekt är ett av de områden som behöver utvecklas mer och möjligheten till att kunna jämföra och bedöma olika tillverkares produkter i ett tidigt skede. Kraven ifrån samhället gällande rationellt anpassade bostäder som är energieffektiva och som till stor andel byggs av återanvända byggmaterial är stora och kräver goda tekniska lösningar. Ett exempel på flexibla tillverkningsmetoder är FMS (Flexible Manufacturing System) som används vid tillverkning av byggkomponenter. Studier av FMS från Japan och Finland har resulterat i slutsatser som att tidsplanering och leveranser kräver stor omsorg. För att kunna använd FMS ställer det större krav på standardisering och samordning av byggtekniska egenskaper, däremot minskar behovet av måttstandardisering och variantbegränsning. Anpassningsbara och flexibla tillverkningsmetoder är förutsättningar för ett öppet och industrialiserat byggande.¹⁹

Idag har de största byggentreprenadföretagen egna fabriker och egna system (till stor del slutna) som de själva använder sig av. Det finns ett ytterst fåtal oberoende komponenttillverkare kvar idag.

3.4 Byggsystem

På 1950-talet fanns det många olika system som användes av byggföretagen, totalt förekom det ett tjugotal olika företag som byggde med förtillverkade element. En del företag använde sig enbart av förtillverkade och andra använde sig av en kombination av förtillverkade och platsgjutna element. På

¹⁷ Samuelsson, Sture (2001) *Systemtänkande för ändrat byggande* ur Husbyggaren nr7/2001

¹⁸ Adler, Peter, Etsmar, Åke, G. Hellers, Bo (2005) *Bygga industrialiserat*, AB Svensk Byggtjänst, Lund, Wallin & Dahlholm Boktryckeri AB, ISBN 91-7333-085-X, tryckt 2005, s.35

¹⁹ Ibid. s.35, 39, 49

1960-talet påbörjades även tillverkningen av färdiga volymelement, dvs. färdiga rumsvolymer som lyftes på plats.²⁰

3.4.1 Ohlsson & Skarne

Företaget Ohlsson & Skarne som bildades 1926 var en av de främsta aktörerna av fabrikstillverkade elementsystem under miljonprogrammet och då främst genom deras egenutvecklade system S66, som även hade stora framgångar utomlands. Systemet byggde på prefabricerade betongelement som monterades på plats. Bärande för systemet var de lägenhetsavskiljande väggarna, pelarna, bjälklagselementen och fasadelementen. Fasadelementen hade en sandwichkonstruktion där den inre betongskivan var bärande som sedan sammanfogades med bjälklagselementen.²¹ Allan Skarne var den drivande personen i företaget som ständigt försökte att utveckla nya metoder för att effektivisera byggandet. En stor del i deras framgång kan ha varit att samma konsultteam användes vid alla byggnationer med systemet S66, vilket användes för första gången 1952. Utvecklingen fortsatte inom företaget och ett flertal andra system med utgångspunkt från S66 utvecklades.²²

S66 utvecklades med tanke på att det skulle kunna vara förändringsbart och att beslut ska kunna gå att ändra i olika skeden för att inte låsa fast systemet. I boken *Med kran och krok* återges dessa tre skeden:²³

1. *Vid projektering och produktion kan man utan stora ingrepp och kostnader ändra på tidigare beslutad fördelning av lägenhetstyper och - ytor.*
2. *Under den närmaste tiden, säg en generation, anpassar man lägenheterna till hyresgästernas individuella behov. Och ändrar lätt på lägenhetsfunktion när hyresgästens behov ändras.*
3. *Längre fram kan man anpassa hela huset till en framtida högre standard på inredning och utrustning. Man behåller stommen orörd, och med den alla rör och ledningsdragningar. I övrigt bygger man om helt invändigt. Detta blir rimligen billigare än att som nu riva och bygga nytt, eller bygga om till kostnader som närmar sig nyproduktionskostnaden.*

²⁰Hall, Thomas (redaktör) (1999) *Rekordåren – en epok i svenskt bostadsbyggande*, Boverket, Karlskrona, Daleke Grafiska AB, ISBN 91 7147-568-0, tryckt 1999, s.40

²¹ Gelotte, Hanna, Roos, Britta (redaktörer) (2004) *Hej bostad – om bostadsbyggande i Storstockholm 1961-1975*, Länsstyrelsen i Stockholms Län, Elanders Gummessons, ISBN 91-7281-148-X, s.66

²² Adolfsson, Lennart, Eklund, Per-Eric, Giertz, Lars-Magnus, Herkommer, Gerhard, Späth, Lothar, Skarne, Allan, Skogby, Erik (1987) *Med kran och krok*, Ohlsson & Skarne, Uddevalla, Bohusläningens Boktryckeri AB, ISBN 91-85194-99-9, tryckt 1987, s.25, 43, 60

²³ Ibid.

Ovanstående tre punkter återger att Skarnes system S66 var väl genomtänkt för att kunna förändras och anpassas efter nya förhållanden, vilket mycket troligt kommer från företagets kunskaper från uthyrning av egna hyresrätter. Undersökningar gjordes i kvarteret Diset, som byggdes 1966, vilket visade att efter två år hade 12 stycken lägenhetsinnehavare av totalt 19 ändrat på planlösningen. Detta visar på viljan att kunna förändra sin egen lägenhet.²⁴

3.4.2 Tornkranarnas betydelse

En stor anledning till att elementbyggda hus kunde uppföras var att tornkranar började användas inom husproduktionen. Tornkranarnas antal får symbolisera den stora förändring som de medförde för byggandet i Sverige. 1950 fanns det ungefär 20 stycken kranar i Sverige för att vid 1970 uppgå till 5 000. Den ökade användningen av kranar och hissar ledde till större förändringar av byggandet än vad industrialiseringen gjorde. Samtidigt som tornkranarna ökade i antal minskade också antalet arbetstimmar för likvädriga projektet drastiskt mellan 1950 och 1970.²⁵

3.4.3 Prefabricerade sandwichelement

Det industriella intåget i byggbranschen resulterade i en övergång till att producera mer i fabrik och göra montering på byggnadsplatsen. Förtillverkning av byggdelar har förekommit under lång tid, exempelvis tegelstenar, vilket gör att enbart prefabricering av element inte leder till en industriell process utan hela byggprocessen måste industrialiseras.²⁶

Vissa delar av katedralen Notre Dame som byggdes mellan åren 1163-1250 består av förtillverkade byggdelar vilket ger en bild av att det sedan en längre tid har använts förtillverkade byggdelar. Under industrialismens intåg utnyttjades fördelarna med prefabricering vilket resulterade i ett relativt högt användande av förtillverkade element.²⁷ Storleken på elementen begränsas av vilken lyftkapacitet som finns i den tillverkande fabriken samt tornkranarna. I dagsläget förekommer det betongelement med tyngder på uppemot 15 ton.²⁸

Under 1960-talet utvecklades formsättningen av elementen i fabrik genom att man gick ifrån träformar till att i större grad använda stål. Detta ledde till att konstruktörer blev tvungna att använda sig av vissa fasta mått vilket lede till ökad standardisering, vilket i sin tur utvecklade industrin för prefabricerade

²⁴ Adolfsson, Lennart, Eklund, Per-Eric, Giertz, Lars-Magnus, Herkommer, Gerhard, Späth, Lothar, Skarne, Allan, Skogby, Erik (1987) *Med kran och krok*, Ohlsson & Skarne, Uddevalla, Bohusläningens Boktryckeri AB, ISBN 91-85194-99-9, tryckt 1987, s.56, 58, 59

²⁵ Hyll, Henrik, Lessing, Jerker, rapport, *Industrialisering av bostadsbyggandet under 1900-talet*, s.19

²⁶ Adler, Peter, Etsmar, Åke, G. Hellers, Bo (2005) *Bygga industrialiserat*, AB Svensk Byggtjänst, Lund, Wallin & Dahlholm Boktryckeri AB, ISBN 91-7333-085-X, tryckt 2005, s.172

²⁷ Ibid.

²⁸ Ibid. s.178

element. Genom övergången till stålformar ökade kvalitén eftersom träformarna ofta blev uppslitna och att de hade en tendens till att bli skeva.²⁹

Sandwichelement är prefabricerade betongelement som utgör väggarna i förtillverkade elementhus. Sandwichelement består av två stycken betongskikt som sitter ihop med hjälp av järnstänger som bildar ett mellanrum för mineralull eller cellplats. Genom att tillverka sandwichelementen på fabrik och komplettera dem med fönster och dörrar i fabriken blir elementmontaget klimatskyddat. Vilket är viktigt för att kunna säkerställa en tät byggnad.³⁰

Prefabricerade betonghus utgjorde enligt undersökningar gjorda åren 1961-1975 endast mellan 15 och 25 procent. Vid den bedömningen har alla olika typer av stomsystem medräknats. Genom att efterfrågan på elementbyggda hus minskade kraftigt efter miljonprogrammet försvann mycket av den kunskap som hade byggts upp om prefabricerade betongelement. Detta kan förklara varför inte en högre grad av prefabricering inom byggbranschen sker idag.³¹ 2001 byggdes tre fjärdedelar av alla bostadshus i Sverige som platsbyggda vilket kan jämföras med länder som t.ex. Danmark och Finland där lika stor andel byggdes av fabrikstillverkade element. I de länderna har öppna system använts i stor utsträckning vilket har konkurrerat ut platsbyggda hus i många fall. För att hänga med krävs att svenska arkitekters och ingenjörers systemkompetens samt processtänk utvecklas för att få en bättre helhetsbild.³²

3.4.4 Sammansättning av komponenter

Rationell projektering och byggande med förtillverkade komponenter kräver att de ingående elementen och komponenternas och tekniska data finns tillgängliga vid projekteringen. Elementtillverkarna värnar om sina egna system med förtillverkade komponenter vilket ställer krav på att tillverkarna kan tillhandahålla planeringssystem som gör att projektörerna kan lösa anslutningarna mellan byggnadsdelarna och elementen. Bristen på kunskap och öppenhet mellan olika system har gjort att sammansättningarna ofta har blivit lidande. Fogarna har därmed blivit bredare och har fått kompensera för bristande information från elementtillverkarna till projektörerna.³³

²⁹ Benner, Olle (1987) *Betong – Skånska Cementgjuteriets fabriker under 100 år*, Skanska Prefab, Malmö, Bäcklunds, tryckt 1987, s.73

³⁰ www.betongvaruindustrin.se, Sökord: sandwichelement (hämtat 2008-04-23)

³¹ Hall, Thomas (redaktör) (1999) *Rekordåren – en epok i svenskt bostadsbyggande*, Boverket, Karlskrona, Daleke Grafiska AB, ISBN 91 7147-568-0, tryckt 1999, s.41

³² Samuelsson, Sture (2001) *Systemtänkande för ändrat byggande* ur Husbyggaren nr7/2001

³³ Adler, Peter, Etsmar, Åke, G. Hellers, Bo (2005) *Bygga industrialiserat*, AB Svensk Byggtjänst, Lund, Wallin & Dahlholm Boktryckeri AB, ISBN 91-7333-085-X, tryckt 2005, s.63, 64

Monteringsbyggandet av element särskiljs från andra projekt genom användandet av standardelement och standardkomponenter. Standardkomponenter tillverkas i industriell miljö som tillåter vissa, i förhand tillåtna, variationer. Komponenternas prestanda och egenskaper kan ändras mellan olika projekt men det gemensamma är att det endast tillåts ändringar som går att genomföra med befintlig maskinpark. De grundläggande förutsättningarna för att kunna använda sig av förtillverkade komponenter som gör byggandet föränderligt är enligt Adler följande:³⁴

1. *Tillverkning av generella komponenter som kan tillämpas i flera mindre projekt för att på detta sätt utnyttja serieeffekten.*
2. *Saklig produktinformation som bl.a. möjliggör att produkterna i utbudet kan jämföras sinsemellan.*
3. *Ett brett sortiment av samordnade komponenter från olika tillverkare som är kompatibla, förenliga, gällande deras prestanda och utbytbara sinsemellan i byggprocessens tidiga skeden.*

För att kunna använda sig av monteringsbyggandet och standardiserade byggkomponenter krävs att alla inom projekteringen är medvetna om dess möjligheter, men även begränsningarna av standardkomponenter för att undvika dyrbar projektering av tidödslande projektspecifika element och komponenter.³⁵

3.5 Industrialiseringen av verkstadsindustrin

I början av 1900-talet grundade Frederick Winslow Taylor ett synsätt som innebar att industriproduktionen skulle vara vetenskapligt utformad. Stora delar av planeringsarbetet skulle flyttas från industrigolvet in till planeringsavdelningen, idag kallas detta synsätt för Taylorismen även kallat arbetsdelning eller rationaliseringsrörelsen.³⁶

*Rationaliseringen betecknar de systematiska ansträngningar att förbättra utbytet mellan insatser och resultat. I princip kan allt i ett företag bli föremål för rationaliseringen, t.o.m. själva rationaliseringsprocessen. Rationaliseringsrörelsen är det samlade begreppet för försöken att systematiskt analysera arbetsuppgifter i ett produktionssystem för att på ett så sätt effektivisera produktionen.*³⁷

³⁴ Adler, Peter, Etsmar, Åke, G. Hellers, Bo (2005) *Bygga industrialiserat*, AB Svensk Byggtjänst, Lund, Wallin & Dahlholm Boktryckeri AB, ISBN 91-7333-085-X, tryckt 2005, s. 157

³⁵ Ibid.

³⁶ www.wikipedia.se, sökord: Taylor (hämtat 2008-04-05)

³⁷ Sandkull, Bengt, Johansson, Jan (1996) *Från Taylor till Toyota – Betraktelser av den industriella produktionens organisation och ekonomi* – Andra upplagan, Lund, Studentlitteratur, tryckt 2000, ISBN 91-44-1346-9, s.23

Taylor förespråkade att ledningen skulle ha huvudansvaret för planeringen av produktionen, istället för att arbetarna skulle bära det största ansvaret. Taylor ansåg att arbetaren i sig inte hade tillräckligt med övergripande kunskap över processen, detta ledde till att de inte kunde eller hade möjlighet att se förbättringar i processen. Vilket ledde till att ledningen skulle ha lösningar till alla produktionsproblem. Detta krävde i sin tur en mängd observatörer som vara placerade i produktionen för att kartlägga arbetsmoment samt ge arbetarna instruktioner på hur de kunde utföra sin uppgift mer effektivt.³⁸

Taylor kom fram till att det fanns ett bästa sätt att utföra ett arbete, ”the one best way of working”. Bakgrunden till detta var att arbetarna inte arbetade maximalt vid varje arbetsmoment, eftersom det inte fanns någon anledning till det. Ledningen saknade praktiska kunskaper om processen vilket bidrog till att de stod maktlösa inför problemet. Taylor tyckte detta var slöseri på mänskliga resurser därav ”the one best way of working”, vilket innebar att standardisera arbetsmoment. Detta skulle leda till effektivare arbete och kan sammanfattas med Taylors teori: det bästa sättet att utföra ett arbete och rätt man på rätt plats.³⁹

Genom att standardisera arbetsmoment och de delar som tillverkades i produktionen kunde en effektiv tillverkning ta form genom att verksamheten blev förutsägbar. Standardisering av produkter bidrog med att delarna måste vara lika inom vissa toleranser, de som var först ut med att lösa problemet praktiskt var vapentillverkarna i USA.⁴⁰

Den produkt som mest förknippas med masstillverkning och standardisering är Henry Fords bilfabrik och T-Forden, där tillverkningen ägde rum vid ett löpande band. Löpandebandets uppbyggnad utgjordes av stationer där fabriksarbetarna monterade sina utvalda delar. Eftersom arbetet var förutsägbart och återupprepades kunde vilken person som helst ställa sig vid bandet och börja arbeta efter en kort utbildning.⁴¹ Arbetarna blev specialister på deras område, tillsammans med att varje station hade en maxtid för montering, resulterade detta i att produktionstiden minskade och slutpriset på bilen sänktes. Allt detta låg i Henry Fords intresse därför att hans mål var att producera bilar som även hans arbetare skulle ha råd att köpa. Masstillverkningen och dess standardiserade komponenter bidrog till att de var

³⁸ www.wikipedia.se, sökord: Taylor (hämtat 2008-04-05)

³⁹ Sandkull, Bengt, Johansson, Jan (1996) *Från Taylor till Toyota – Beträktelser av den industriella produktionens organisation och ekonomi* – Andra upplagan, Lund, Studentlitteratur, tryckt 2000, ISBN 91-44-1346-9, s.28

⁴⁰ Ibid. s.26

⁴¹ Sandkull, Bengt, Johansson, Jan (1996) *Från Taylor till Toyota – Beträktelser av den industriella produktionens organisation och ekonomi* – Andra upplagan, Lund, Studentlitteratur, tryckt 2000, ISBN 91-44-1346-9, s.36

kompatibla med varandra och kunde användes i ett flertal olika bilar. Detta ledde till att inköps- och leveransvolymerna blev större vilket gav sänkta kostnader till slutkunden.⁴²

Problemet var att arbetarna inte trivdes i fabriken vilket orsakade en hög personalomsättning. Allt berodde på att arbetet hade blivit standardiserat som i sin tur bidrog till att arbetarnas arbetsuppgifter var enformiga och inte stimulerande. För att minska personalomsättningen förstod Ford att han måste locka med något som ingen annan industri kunde erbjuda, resultatet blev att öka lönen från 2,34 till 5 dollar per dag. Detta gjorde att arbetskraften strömmade till bilfabriken. Den ökade lönen gjorde att de anställda kunde underkasta sig de enformiga arbetsuppgifterna och i stället få en bra lön.⁴³

Fords produktionssystem med masstillverkning innebar att underleverantörerna fick anpassa sina produkter till löpande bandet. Vilket bidrog till att även underentreprenörernas inköps- och leveransvolym kunde öka. Henry Ford och hans förändringar för att effektivisera produktionssystemen av industrin gav upphov till "Fordismen", som blev en förebild för många olika industrier.⁴⁴

Sammanfattningsvis stämde Frederick Winslow Taylors teorier överens med Henry Fords teori om en effektiv produktion, eftersom Taylors teorier om att placera rätt man på rätt plats och att hitta det rätta sättet att arbeta passar in på Henry Fords löpande band.

Hur gick det då för Sverige gällande effektivisering och standardisering av arbetsmoment, produkter och dess komponenter? Redan 1913 tog Sveriges industriförbund in Taylorismen och dess synsätt och översatte den på svenska. Men det skulle ta några år innan Taylorismen kunde tillämpades fullt ut, under tiden hade den svenska industrin tagit mycket inspiration från USA och speciellt Henry Fords löpande band. 1930 startade Volvo upp en fabrik som var inspirerad av löpande bandet. Sverige fick även en bra knuff i rätt riktning på 1950-1960talet, det vill säga efterkrigstiden.⁴⁵ Industrin insåg alla de fördelar en masstillverkning kunde föra med sig, eftersom det inte krävdes någon utbildning av ny personal utan bara en snabb introduktion. En annan fördel var att produkterna blev standardiserade, vilket även kallas

⁴² www.wikipedia.se, sökord: löpande bandet (hämtat 2008-04-05)

⁴³ Sandkull, Bengt, Johansson, Jan (1996) *Från Taylor till Toyota – Beträktelser av den industriella produktionens organisation och ekonomi* – Andra upplagan, Lund, Studentlitteratur, tryckt 2000, ISBN 91-44-1346-9, s.36

⁴⁴ Ibid. s.37

⁴⁵ Sandkull, Bengt, Johansson, Jan (1996) *Från Taylor till Toyota – Beträktelser av den industriella produktionens organisation och ekonomi* – Andra upplagan, Lund, Studentlitteratur, tryckt 2000, ISBN 91-44-1346-9, s.59

produktionalisering, detta bidrog till att tillverkningsvolymerna kunde öka. Tack vare att man minimerade antalet varianter av produkten och att de produkter som användes förenklades, kunde dess olika komponenter bli kompatibla med varandra. Det betyder att en viss komponent kunde användas i flera andra produkter t.ex. motorn i en bil. Det var upp till säljaren att övertyga kunden att det räckte med ett mindre antal modeller.⁴⁶ Som allt annat så finns det även en baksida dvs. masstillverkningsindustrin fick problem tack vare att mycket pengar var uppbundet i maskiner och fastigheter.

Lösningen som tidigare var att standardisera tillverkningen och att inte tillåta avvikelser från standardutförandet blev med tiden inget framgångsrecept. Maskintillverkningen som var nyckeln till den tidiga masstillverkningen blev nu så kostsam att den direkt översteg arbetsinsatsen. Eftersom fabriker ville minska kapitalbindningen och räntekostnaderna planerades produktionen efter en metod kallat MAX vilket innebar att använda maskinerna maximalt. MAX-metoden var inte hundra procentig eftersom det var svårt att optimera produktionen så att inga köbildningar bildades, alltså var genomloppstiden betydligt längre än bearbetningstiden.⁴⁷

Runt 1960-talet då industrin i Sverige befann sig i en nedgående spiral började det bli brist på arbetskraft. Nu ställdes det krav på att arbetet skulle vara intressant och ha en god arbetsmiljö dvs. arbetarna ville ha en större påverkan. Taylorismens dagar var förbi, en metod som ökade produktionen men som gick ut över arbetsmiljön. Efter detta har en mängd olika metoder tagits fram för att öka effektiviteten i produktionen och att göra arbetsmiljön och arbetsuppgifterna intressanta. Den svenska industrin tog inspiration från andra länder som Japan där verkstadsarbetarnas roll i produktionen var betydligt större än i Sverige.

Automatisering började spela en allt större roll både i den svenska och den japanska industrin, utvecklingen skulle ta bort monotona arbetsuppgifter. Genom att förenkla produkten var det möjligt att automatisera vissa arbetsmoment där t.ex. en robot tog över moment som krävde enkla armrörelser. Även ny teknik som CNC (Computer-aided Numerical Control) gjorde arbete flexibelt och som innebar att det kunde förekomma större variationer i produktionen eftersom omställningarna av maskinerna gick fort.⁴⁸

⁴⁶ Sandkull, Bengt, Johansson, Jan (1996) *Från Taylor till Toyota – Beträktelser av den industriella produktionens organisation och ekonomi* – Andra upplagan, Lund, Studentlitteratur, tryckt 2000, ISBN 91-44-1346-9, s.63

⁴⁷ Ibid.

⁴⁸ Ibid. s.101

Framtidens krav blev allt högre gällande kundanpassning, leveranssäkerhet och kvalitet detta har gjort att tillverkningen blivit tvungen att bli mer flexibel och snabbare kunna anpassa sig till marknaden. Kunderna har fått en större påverkan på produkten och industrin har i allt större grad gått till en kundorderstyrd produktion där följande nyckelord har fått en stor betydelse.⁴⁹

*Nyckelordet har blivit flexibilitet. Industrin måste vara lyhörd för marknadens krav och dessutom vara föränderlig och ha en hög grad av flexibilitet men med bibehållen produktivitet.*⁵⁰

Det finns två typer av flexibilitet, statisk och dynamisk enligt boken *Från Taylor till Toyota*, vilket beskrivs nedan.⁵¹

Den statiska flexibiliteten står för företagets förmåga att tillgodose variationer på sina marknader och dess förmåga att fortlöpande anpassa sin verksamhet till marknadens föränderliga förhållanden vad avser volym och sortiment. Den innebär förändringar inom befintliga produkt- och produktionsstruktur. Flexibilitet kan uppnås genom företagets förmåga att variera produktionsvolym, arbetsdagens längd, lönenivå, arbetsorganisation, sortiment.

Den dynamiska flexibiliteten däremot uttrycker företagets förmåga att tillgodogöra sig teknologiska förändringar genom produktförnyelse och förbättring av produktionsprocesserna. Produktionsapparaten skall vara så utformad att den snabbt kan byggas om som följd av förändringar i produktionsteknik eller ny teknik i produkterna. Den dynamiska flexibiliteten förutsätter att företaget själv har ansvar för utvecklingen av den egna produktionsutrustningen.

Det finns mycket att lära sig från verkstadsindustrin och dess tillverkning när byggbranschen nu i Sverige skall göra byggandet industriellt. Det svåra för byggbranschen blir att hitta en egen väg till en effektiv process som är anpassad efter marknadens krav vad gäller leveranssäkerhet, kundanpassning, kvalitet samt att kunna erbjuda en intressant arbetsplats. Byggbranschen kan hämta inspiration från verkstadsindustrin men en kopiering av deras processer skulle inte automatiskt leda till effektivare processer. Det finns även gott om bra exempel från andra länder och deras sätt att bygga industriellt, ett land som har kommit väldigt långt är Japan.

⁴⁹ Sandkull, Bengt, Johansson, Jan (1996) *Från Taylor till Toyota – Beträktelser av den industriella produktionens organisation och ekonomi* – Andra upplagan, Lund, Studentlitteratur, tryckt 2000, ISBN 91-44-1346-9, s.111

⁵⁰ Ibid. s.109

⁵¹ Ibid.

3.6 Den Japanska byggindustrin

Den Japanska byggbranschen tog fart efter andra världskriget då en massiv återuppbyggnad av samhället krävdes. Detta bidrog till att byggindustrin och staten fick en god relation och ett bra samarbete. Idag står byggindustrin för 12,1 procent av Japans BNP vilket har lett till att 10 % av landets arbetskraft jobbar inom byggsektorn. Det byggs ungefär 1,2 miljoner nya bostäder per år. I Japan byggs 25 % av alla bostäder enligt prefabriceringsteknik, efterfrågan av bostäder som är byggda enligt prefabriceringsteknik ökar ständigt och speciellt i områden med tät bebyggelse. Idag har många av de japanska fabrikstillverkade enfamiljshusen fått ryktet om att ha bättre prestanda än de platsbyggda husen. De största byggföretagen i Japan är Kajima, Ohbayashi, Shimizu, Taisei, Takenaka och Kumagi Gumi.⁵²

3.6.1 Kunden

Det som förknippas mest med Japan och deras sätt att leva och driva företag, är att företagen och individen i sig ständigt är på jakt efter att förbättra sin och gruppens prestation.⁵³ I och med detta har Japans industri utvecklat en produktion som är anpassad att leva upp till kundens krav och önskemål. Ett exempel på detta är att hustillverkarna har utvecklat visningsbyar och showrooms (3D-modeller) där t.ex. tillverkaren Toyota Homes har 130st olika 3D-modeller av hus. Kunden kan sätta ihop sitt hus efter en mängd olika arkitekturstilar, interiörer och material, utifrån detta framställs sen en produktionsmodell som används vid tillverkningen.⁵⁴ Genom att få med kunden i ett tidigt skede av processen kan företagen både spara kostnader för produktutveckling och marknadsundersökningar och kunden får det den vill ha.⁵⁵ Boverkets Byggekostnadsforum har efter studiebesök av den japanska byggindustrin satt ihop några punkter på kundernas valmöjligheter och begränsningar.⁵⁶

⁵² Att bygga bostadshus i Japan – Slutsatser från en studieresa, pdf, www.byggekostnadsforum.se/japan (hämtat 2008-04-18), s.2,3

⁵³ Sandkull, Bengt, Johansson, Jan (1996) *Från Taylor till Toyota – Beträktelser av den industriella produktionens organisation och ekonomi* – Andra upplagan, Lund, Studentlitteratur, tryckt 2000, ISBN 91-44-1346-9, s 112

⁵⁴ Att bygga bostadshus i Japan – Slutsatser från en studieresa, pdf, www.byggekostnadsforum.se/japan (hämtat 2008-04-18), s.2,3

⁵⁵ Ibid. s.9

⁵⁶ Ibid.

Det kunden kan välja är

1. *grundutförande (traditionellt japanskt utseende, västerländskt/amerikanskt m.m.)*
2. *fasad och planlösning (ca 300 standardlösningar finns, men de kan ändras efter kundens önskemål)*
3. *ytskikt (kunden kan skräddarsy sitt hem vad gäller fönster, dörrar, fasad, inneväggar)*
4. *inredning (byggföretagen har nära samarbete med leverantörer av badrum, belysning, vitvaror, möbler, m.m. så att kunden får det som önskas)*

De begränsningar kunden har är

1. *begränsningar som hänger ihop med den tekniska lösningen av modulsystemet*
2. *inkomsten*
3. *Plan- och byggregler.*

Till skillnad från svenska byggföretag så försöker de japanska hustillverkarna sälja en mer anpassad lösning som fungerar i deras produktion.⁵⁷

3.6.2 Tidigt skede

I Japan handlar en stor del av byggandet om ICT vilket står för informations och kommunikationsteknik, detta anses ligga till grund för en väl fungerade industrialiserad byggprocess. Som tidigare nämndes används ICT i tidigt skede för att väcka ett intresse hos kunden genom showrooms och därigenom snabbt komma fram till en bestämd produkt. Företagen använder sig både av egenutvecklade och kommersiella program som t.ex. ArchiCAD för att redovisa huset i 3D. 3D-modellen är i sin tur kopplad till en databas med företagets alla specifika komponenter som utgör byggsystemet. Från byggsystemet genereras det en modell som i vissa fall kräver handpåläggning eftersom arkitekten och konstruktören måste ta hänsyn till projektspecifika egenskaper. När detta är klart försätter projekteringen och produktionsplaneringen. Utifrån detta skickas information till respektive leverantör. En god kontakt mellan leverantörer och entreprenörer är en viktig del i den japanska byggindustrin.⁵⁸

⁵⁷ Att bygga bostadshus i Japan – Slutsatser från en studieresa, pdf, www.byggkostnadsforum.se/japan (hämtat 2008-04-18), s.3

⁵⁸ Ibid. s.4, 5

3.6.3 Projektering/Produktutveckling

1968 byggdes det första höghuset som var jordbävningssäkert, därefter har tekniken utvecklats vilket har lett till att en stor del av husen idag är byggda i stål och betong.⁵⁹ I utvecklingen mot jordbävningssäkra hus har hustillverkarna utvecklat fullskalelaboratorier där ett fullskaligt hus utsätts för ett flertal olika påfrestningar, allt ifrån provskakning, temperaturskillnader, hållfasthet och ljud m.m.⁶⁰

En annan sak som skiljer den japanska byggindustrin mot den svenska är att konstruktören har ett nära samarbete med arkitekten där även han eller hon har en teknisk utbildning. Arkitekterna är oftast anställda direkt i byggföretagen vilket har lett till en god koppling mellan teknik och arkitektur. Byggföretagen har kunnat ta fram hus som både är attraktiva för kunden och som har tekniska lösningar som är genomtänkta. Vilket har bidragit till byggsystem uppbyggda av moduler som kan kombineras ihop på olika vis, upptill 100 000 olika kombinationer är inte omöjligt.⁶¹

De japanska hustillverkarna arbetar inte med låsta typhus utan använder sig istället av en plattform för varje husserie. Inom plattformen kan det finnas upptill 300 000 artiklar vilket gör produkten väldigt flexibel, det betyder att kunderna kan konfigurera sina hus efter deras behov. När kunden och byggföretaget har kommit fram till en bestämd produkt tar det ca 2 månader tills att huset är levererat. När huset är byggt fortsätter kontakten mellan byggföretaget och kunden därför att den japanska byggindustrin arbetar utifrån livslånga kontakter, detta gör det möjligt att samla in positiva och negativa synpunkter om huset. Erfarenheterna samlas ihop och används vid framtagning av nya plattformar. Den normala tidsintervallen för förnyelse av plattformen är ungefär vart tredje år.⁶²

Samarbetet med materialleverantörer har stor betydelse vid framtagandet av nya produkter och dess material. Ett nära samarbete här kan leda till större inköpsvolym för byggföretaget som direkt gynnar materialleverantören. Tack vare långsiktiga förbindelser med leverantörer kan kvalitén ständigt förbättra genom att byggföretaget tillsammans med leverantörerna försöker hitta den bästa lösningen.⁶³

Eftersom de japanska hustillverkarna och det japanska folket ser huset som en produkt i likhet med en bil så ökar inte husets värde med tiden utan värdet

⁵⁹ Att bygga bostadshus i Japan – Slutsatser från en studieresa, pdf, www.byggkostnadsforum.se/japan (hämtat 2008-04-18), s.9

⁶⁰ Ibid. s.32

⁶¹ Ibid.

⁶² Ibid. s.26

⁶³ Ibid. s.13

sjunker på samma sätt som en bilmodell skulle ha gjort. Detta beror på att begagnatmarknaden nästan är obefintlig genom att man river det gamla huset och istället uppgraderar det till en ny modell. Detta har gjort att livslängden för ett japanskt enfamiljshus är ca 26 år. Den korta livslängden har blivit en stor miljöfråga eftersom det är slöseri på resurser. Det har gjort att den japanska byggindustrin har som ambition att nå en livslängd på ca 100 år och att hus som är i behov av renovering monteras ner och fabriksrenoveras istället för att rivas.⁶⁴

Precis som inom bilindustrin ser kunden till produktens prestanda alltså husets energiförbrukning, hållfasthet, ljudisolering, kvalité och funktion. Till grundutförandet kan olika tillval göras så som multimedia, miljö, säkerhet, hälsa och även en ökad energieffektivitet. Valmöjligheterna har gjort att förtillverkade hus kan vara dyrare än ett platsbyggt hus men som därigenom har produkten bättre prestanda. I Japan är prestandan betydligt viktigare än planlösningen, läget eller gestaltningen som vi européer anser vara viktiga vid köp av bostad.⁶⁵

3.6.4 Tillverkning

Toyota Homes är en hustillverkare i Japan och har en tillverkning på ca 2000 hus per år och deras målsättning är att producera 7000 hus per år 2010.⁶⁶ I Toyota Homes skall informationen från produktionsbestämningen i tidigt skede överföras direkt till den producerande enheten efter att en viss anpassning till lokala förutsättningar och projektspecifika egenskaper har genomförts. Information som kan genereras från tidigt skede är t.ex. 2D-ritningar, listor över ingående komponenter, ID-märkning och montageordning.⁶⁷

I Toyota Homes fabrik är produktionen anpassad efter id-nummer pga. att tillverkningsprocessen är så avancerad att det krävs ett system för att hålla reda på alla komponenter, därav id-märkningen. Id-märkningen består av ett antal siffror där information som kund, typ och modul m.m. kan utläsas. För att göra informationen tydligare finns det även en ritning som följer med komponenten genom tillverkningsprocessen. Fabriken använder sig av CNC-styrda maskiner där en av arbetsuppgifterna är att utföra svetsningsarbeten. Tillverkningen av stommen är mest automatiserad. Detta kan i sin tur jämföras med verkstadsindustrin som i stor utsträckning använder sig av CNC-styrda maskiner för sina arbetsmoment i tidiga skeden av tillverkningsprocessen för

⁶⁴ Att bygga bostadshus i Japan – Slutsatser från en studieresa, pdf, www.byggkostnadsforum.se/japan (hämtat 2008-04-18), s.25

⁶⁵ Ibid. s.26

⁶⁶ Ibid. s.31

⁶⁷ Ibid. s.5

att senare övergå till manuellt arbete vid monteringen.⁶⁸ Med hjälp av avancerade maskiner och digital koppling mellan projektering och fabrik kan kvalitén säkras genom maskinernas noggrannhet på +/- 0,3 mm.⁶⁹

När det gäller materialleveranser till arbetsstationerna arbetar man utifrån en leveransprincip som innebär att leverantören skall leverera inom fyra dagar till fabriken. Då skall rätt mängd finnas vid rätt station vilket är kopplat till just in time-metoden som är en framarbetad metod för att minska lagerhållningen.⁷⁰

En annan viktig bit för den japanska byggindustrin är erfarenhetsåterföringen som ligger till grund för förmågan att ständigt förbättra sig. Hur informationen är utformad kan variera mellan byggföretagen, det vanligaste är diagram och informationstavlor.⁷¹

3.6.5 Montage

Toyota Homes färdigställer sina moduler i en högre grad än de andra hustillverkarna i Japan. Toyota Homes moduler är försedda från fabrik med köksskåp, badrumsinredning och trappor medan de flesta andra tillverkarna istället paketerar de färdigställda modulerna med dess ingående material omonterat. Den största likheten mellan de olika byggföretagen är att ytskikten färdigställs på byggarbetsplatsen. De färdigbyggda modulerna fraktas från fabriken ut till byggarbetsplatsen enligt just in time-principen, där huset sätts ihop på mellan en halv och en dag av 10 montörer. Modulerna placeras på en stålstomme vilket kräver låga toleranser. Toyota Homes toleranser ligger runt +/- 0,5 mm och motiveringen till toleranserna är att det är bättre att göra rätt från början. Det resterande arbete som finns kvar utgörs av det mer traditionella slaget vanligtvis av två eller tre arbetare, en snickare, målare och en golvläggare som arbetar ungefär i en månad för att färdigställa huset.⁷²

3.6.6 Logistik

Logistik är en av de viktigaste delarna i den japanska byggindustrin eftersom en god logistik innebär minskat slöseri och en effektivare produktion. Fabrikerna vill ha ett konstant flöde vilket innebär att tiden för förflyttning och tid i mellanlager minimeras.⁷³ Fabrikerna arbetar utifrån just in time-principen som innebär att leveranserna är behovsstyrda med en hög leveransfrekvens, alltså materialleveranserna kommer under ett flertal tillfällen istället för en

⁶⁸ Att bygga bostadshus i Japan – Slutsatser från en studieresa, pdf, www.byggkostnadsforum.se/japan (hämtat 2008-04-18), s.31

⁶⁹ Ibid. s.5

⁷⁰ Ibid. s.11

⁷¹ Ibid. s.6

⁷² Ibid. s.16

⁷³ Ibid. s.32

stor leverans. Detta innebär att leveranserna är synkroniserade med fabriken
produktion. Vilket är möjligt eftersom en stor del av leverantörerna endast har
5-10 minuters transport till fabriken.⁷⁴

3.6.7 Sammanfattning av den japanska byggindustrin

Nedan återges den japanska byggindustrins viktigaste punkter som de arbetar
utifrån:

- Kundfokus
- Långvariga kontakter med leverantörer och kunder
- Hög grad av automatisering
- Arbeta för ständiga förbättringar på alla nivåer
- Korta leveranstider enligt just in time-principen
- Jobbar med små toleranser dvs. gör rätt från början
- Värdeskapande arbeten och minska slöseriet

⁷⁴ Att bygga bostadshus i Japan – Slutsatser från en studieresa, pdf, www.byggkostnadsforum.se/japan
(hämtat 2008-04-18), s.22

4 Resultat

Vid vårt examensarbete på ett av Sveriges största byggföretag har vi undersökt möjligheterna till att göra sandwichelement till standardelement. Ifall detta skulle vara möjligt kan en databas upprättas med standardelement som struktureras enligt standardlittera, vilket i sin tur skulle öka industrialiseringsgraden.

Företaget har utvecklat ett koncept vilket bygger på en industriell process. Konceptet innehåller ett antal olika produkter, dvs. typhus, vilka kan anpassas till kunden utifrån grundutförandet, för att öka produktens prestanda och kundanpassning.

Målet med arbetet och konceptet har varit att ta bort projekteringsfasen och istället använda sig av en konfigureringsprocess vid framtagning av förtillverkade sandwichelement. Utifrån detta har vi analyserat processerna och kommit fram till förslag på förbättringar. De processer vi har studerat är projektering, tillverkning och i viss mån montaget.

4.1 Problemformulering

För att kunna ge en tydligare bild av utvecklingen av standardiserade sandwichelement och dess standardlittera måste följande frågeställningar först besvaras.

Vad är standardlittera?

Littera är benämningen på en bestämd typ av produkt medan standardlittera innefattar produkten och dess egenskaper. Med standardlittera menas låsta typhandlingar. Ifall en ändring av litterat sker innebär det att alla element med samma littera ändras. Ifall inte detta skall ske måste elementet som ändrats tolkas som nytt unikt littera.

Vilka är vinsterna med införandet av standardlittera?

Vi har kartlagt några fördelar med standardlittera. Nedan ges några fördelar vid en implementering.

- Från projekteringen, tidigt skede, få en elementförteckning som skickas direkt till fabriken för tillverkning.
- Större möjligheter kring planeringsprocessen vilket i sin tur leder till effektivare och kortare tillverkningsprocess.
- En stor fördel med att ha standardelement är att inköpen av ingående material kan göras i större volymer pga. färre variationer av elementen.

- Ökad kvalitetssäkring genom standardiserade ursparningar (gjutformar till anslutning vägg-vägg, vägg-bjälklag, vägg-dörr och vägg-fönster m.m.) vilket kan göra det motiverat att satsa på stålformar.
- Kan använda standardelement i andra projekt utanför konceptet.
- Tillverkningstiden förkortas genom upprepningseffekten av standardelement.

Vilka byggdelar är intressanta att standardisera?

I vår rapport har vi avgränsat oss till sandwichelement av betong vilka vi anser kan standardiseras. Andra byggdelar som skulle kunna vara aktuella att standardiseras är t.ex. HDF-plattor, bärande innerväggar, trappor, pelare, takkassetter m.fl.

Littereringen idag?

Idag finns det inga givna regler hur benämningen av elementen skall vara strukturerat det enda som skall kunna utläsas är elementtyp (W=sandwichelement), efterföljt av en sifferserie. Detta beror på att mjukvaran (IMPACT) sätter litterat per automatik. Konstruktören kan dock gå in och styra litterat efter egna önskemål.

Skall litterera redovisa de olika egenskaperna?

En aktuell fråga inom Konceptet är ifall egenskaperna hos sandwichelementet skall kunna utläsas utifrån standardlitterats uppbyggnad. Med egenskaper inbegrips färg, kulör, spår och antal fönster och dörrar samt typer. Här har vi hittat en begränsning som beror på mjukvaran (IMPACT) som bara kan hantera ett litterera på 6 tecken. Detta gör det betydligt svårare att kunna införa littera som redovisar elementets egenskaper.

4.2 Processerna idag och i framtiden

4.2.1 Konceptet

Företaget har utarbetat ett nytt koncept som ska effektivisera byggandet och göra det industriellt genom användande av standardiserade element och komponenter. Jämfört med traditionellt byggande av flerbostadshus byggs nu hus på halva byggtiden, till en lägre kostnad med högre kvalitet och med en minskning av energianvändningen.

Det industrialiserade konceptet innebär att projekteringsfasen minimeras och att en upprepning sker av de olika processerna som i sin tur ska resultera i en lönsammare affär för kunden och Företaget.

I konceptet finns ett antal olika produkter, hus, att välja mellan. Det går att välja mellan lamellhus och punkthus där våningsantalet är valbart mellan tre och åtta våningar. Gemensamt för de olika produkterna är våningshöjd, varschakten är placerat, badrummen och trapphusens utformning.

De finns olika valmöjligheter inom varje produkt så som:

- Exteriör: fasadstruktur, fönster, balkongdetaljer och takläggning.
- Interiör: kök, badrum, beslag, bänkskivor, golv, tapeter, lister och färgsättning på fönsterbleck.
- Energi: snålspolande armaturer, fönster med lägre U-värde, solfångare och individuell mätning och debitering för varje lägenhet.
- Övrigt: färgsättning på komplementbyggnader som t.ex. cykelförråd och soprum och utemiljön.

4.2.2 Behov av standardelement

Genom våra undersökningar har vi kommit fram till att standardelement är en viktig pusselbit för att kunna effektivisera processerna inom Konceptet. Effektiviseringspotentialen är enligt oss störst inom projekteringen. Inom Konceptet används en Metod som hanterar lägenhetsmoduler. Programvaran som hanterar dessa lägenhetsmoduler är AutoCAD Architecture (ADT). Målet med Metoden är att underlätta projekteringen och i princip ta bort arkitektens och konstruktörens arbete vid ett nytt projekt. För att kunna använda sig av Metodens fulla potential krävs ett införande av standardiserade element där införandet av standardiserade betongelement är det första steget.

Tillverkning, montageförberedelser och montage kommer att påverkas olika mycket vid införandet av standardelement. I tillverkningen kan förbättringar ske vilket leder till bättre produktivitet och att arbetsmoment kan sparas in. Vid införandet av standardelement kommer en upprepning att ske i fabriken, vilket kan utnyttjas för att effektivisera tillverkningsprocessen samt de arbetsmoment som sker i direkt anslutning till tillverkningen. Standardiserade ursparningar i stål ger en ökad kvalitetssäkring och om fabriken använder sig av samma ursparningar inom hela konceptet kan tillverkningstiden förkortas och kvalitén säkerställas.

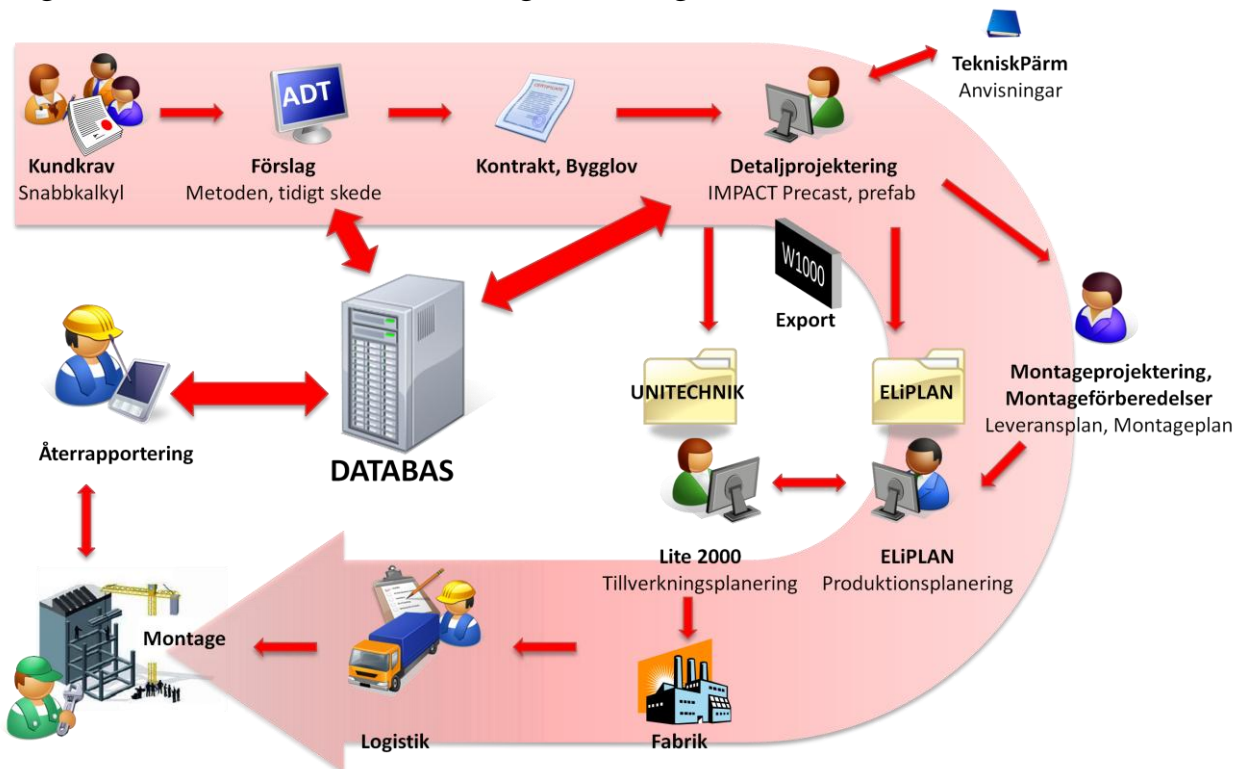
För att underlätta montageförberedelserna kan färdiga dokument för körscheman, montage- och leveransplaner m.m. finnas för typhusen. Det kräver dock att standardelement införs.

Montaget av elementen sker idag på ett rationellt och effektivt sätt. Vi har inte kunnat studera denna process tillräckligt ingående och har därigenom inte kunnat urskilja problem för att ge förslag på några förändringar. Vi ser dock att en återanvändning inom Konceptet av standardiserade element samt

användning av samma typlösningar på vägg-vägg och vägg-bjälklag kommer att leda till att montörerna känner igen elementen och därigenom kan monterings tiden förkortas.

4.2.3 Arbetsgång för sandwichelement idag

Följande text förklarar hur flödet av information för sandwichelement sker idag, samt var olika arbetsmoment görs, se Fig.1.



Figur 1: Bilden visar arbetsgången för sandwichelement idag.

1. Kundkrav

Kunden kommer till Företaget och får kontrollerat om det är möjligt att bygga enligt Konceptet. Här görs en första enkel kalkyl över projektet.

2. Projektering (tidigt skede)

Som ett led att effektivisera projekteringen har Företaget utvecklat ett verktyg, Metoden, som är en applikation till AutoCAD Architecture (ADT) som används vid ritningsframställning i 2D och 3D.

Metoden hanterar fördefinierade lägenhetsmoduler som volymobjekt i 3D. Lägenhetsmodulerna är hela lägenheter med yttre dimensioner samt bärande inner- och ytterväggar. Lägenhetsmodulerna har bestämda sammankopplingspunkter mot andra lägenhetsmoduler. Modulerna som är i 3D sätts ihop till ett komplett hus efter kundens önskemål med utgångspunkt från ett av typhusen som finns inom konceptet. Lägenhetsmodulerna inom varje typhus kan endast användas inom det specifika typhuset. Lamellhusens

utformning kan ändras beroende på vilka lägenhetsmoduler som används för att skapa huset, det går alltså att göra flera olika varianter av lamellhusen än punkthusen. Den enda egentliga projektspecifika förändring som kan göras på punkthusen är antalet våningar, som dock måste vara mellan tre och åtta vilket är ett krav för alla typhus inom Konceptet. Metoden används också till att placera huset på det mest lämpliga sättet på tomt.

Tanken med Metoden är att ingen projektering av konstruktören i vanlig bemärkelse skall göras, eftersom alla ingående element och komponenter ska vara standardiserade och färdigprojekterade i detalj.

Metoden är i ett utvecklingskede och har idag bara använts vid ett projekt. Metoden genererar snabba bygglovshandlingar till kunden, dessa ska vara kompletta så att byggherren ska kunna söka bygglov. I dag krävs det dock en viss handpåläggning av en systemarkitekt pga. att Metoden bl.a. inte kan hantera spår i fasaden, eftersom lägenhetsmodulerna enbart är uppbyggda av släta fasader. Inom Konceptet finns det ett antal systemarkitekter som har till uppgift att ge husen den slutgiltiga arkitektur som beställaren och Företag kommit överrens om samt att rita nya typhus. I dag finns det bara systemarkitekter inom Företaget men i framtiden kommer företaget även att utbilda fristående arkitekter som ska kunna använda Metoden för konfigurering av typhusen. Detta kommer först att bli aktuellt när konceptet är helt kompatibelt och när Metoden har blivit utvecklat till den grad så att det kan hantera standardelement.

I dag begränsas användningen av Metoden, projektering tidigt skede, till att endast generera bygglovshandlingar och inte detaljerade handlingar. Efter en utveckling av detaljerat skede ska detaljerade handlingar kunna skickas direkt till fabriken för tillverkning, vilket skulle resultera i en effektivare process. Med detaljerade handlingar menas kompletta ritningar och beskrivningar som behövs för att tillverka elementet, så kallade tillverkningshandlingar.

3. Detaljprojektering

Vid en traditionell projektering upprättas först förslagshandlingar därefter systemhandlingar som fastställer det bärande konstruktionssystemet. När detta är klart görs detaljutformningen som resulterar i de beskrivningar och ritningar som behövs för att kunna tillverka elementen. I Konceptet är tanken att projektering av element bara ska ske en gång för att sedan kunna användas igen vid andra projekt. Därigenom sker en återupprepning som bidrar till att göra processen industrialiserad.

Vid utvecklandet av nya typhus har konstruktörerna till sin hjälp en s.k. TekniskPärm som är ett internt dokument med färdiga konstruktionslösningar. TekniskPärm innehåller nio pärmar som innehåller alla förekommande

detaljutförningar som behövs. En pärm behandlar Konzeptets tekniska detaljer och konstruktion vilket konstruktören kan använda sig av samt ge hänvisningar till.

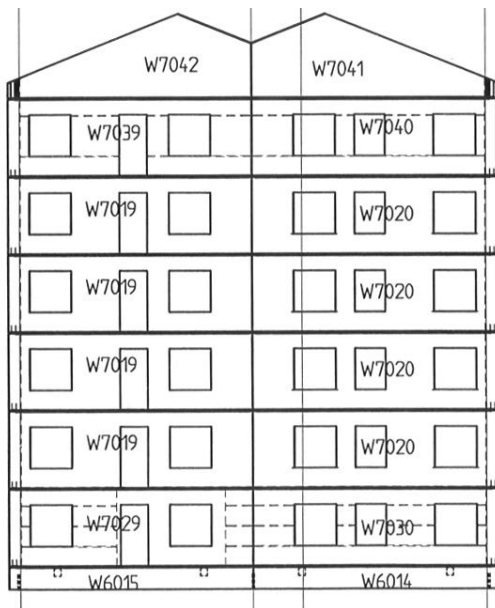
IMPACT Precast, här efter kallat IMPACT, är en applikation till AutoCAD som är framtaget av programleverantören Structural Design Software in Europe AB (StruSoft). Programmet används till att rita konstruktionsritningar för prefabricerade betongelement. Vid nytt typhus ritas konstruktören upp de enskilda elementen efter planritningen med dess yttre geometri. När detta är klart kompletteras elementet med ursparningar för fönster och dörrar samt detaljer som lyft och armering mm. Idag ger IMPACT ett armeringsförslag för sandwichelementet, detta används inte av konstruktören eftersom förslaget inte tar hänsyn till belastning, som därför får göra egna konstruktionsberäkningar.

I dag finns alla ingående element för typhuset uppritade dvs. färdigprojekterade. Sedan Konzeptet startade har det utvecklats med inblandning av många konstruktörer från olika kontor. Detta har bl.a. lett till att uppbygganden av elementens konstruktion har förändrats vartefter det har byggts ett nytt pilotprojekt. Vilket är fullt förståeligt genom att förbättringar genomförs för att göra konceptet ännu bättre. Detta har dock lett till att alla sandwichelement inte har samma uppbyggnad gällande armering och antal svetsplåtar mm. För att få Konzeptet helt homogent bör skillnader mellan sandwichelementens uppbyggnad tas bort.

IMPACT är ett intelligent program där många funktioner ges automatiskt, ett exempel på det är att för varje nytt sandwichelement som ritas generas ett littera automatiskt av programmet. Ett väggelements littera börjar alltid med bokstaven W, som inom Företag förklarar att det är ett sandwichelement, samt ett antal siffror. När konstruktören har ritat det första elementet ger konstruktören elementet littera, vanligtvis fyra siffror efter W. Efter att nästa sandwichelement ritats ger IMPACT två förslag. Antingen får elementet nästa lediga löpnummer eller så får konstruktören gå in och manuellt styra litterat. I dagens version av IMPACT, version åtta, kan litterat endast bestå av 6 tecken vilket är en klar begränsning för vad som kan uttydas av själva litterat. Det finns inget gemensamt utvecklat system inom Konzeptet för hur littereringen av elementen ska vara, vilket var början till examensarbetet. Eftersom utvecklingsarbetet har varit utspritt på många konstruktörer på olika kontor har det lett till att typhusens element är väldigt olik littererat. Historik kan förklara en del av det genom att varje kontor i landet har egna sätt att litterera samt att det är den enskilde konstruktören som sätter litterat. En bra och logisk litterering som har använts i ett av typhuset och som särskiljer de olika planen

återges nedan vilket kan jämföras med ritningen i Fig. 2, som har använts i ett annat typhus.

- W1000-serie, sockel, bottenplan
- W2000-serie, normalplan
- W3000-serie, skärmtakselementet
- W8000-serie, toppvåningen
- W9000-serie, krönelement



Figur 2. Ovan ses ett typhus med dess litterering för sandwichelement. Littereringen borde vara mer logisk och urskilja våningsplanen.

IMPACT har programmerats så att för varje littera som skapas genereras ett id-nummer vilket är kopplat till det enskilda elementet och dess littera. Id-numret används för att planera och styra produktionen av element i fabriken. Fabriken får idag information om vilka element som ska tillverkas och hur de ska tillverkas via export av information från IMPACT. IMPACT exporterar en ELiPLAN-fil som används i fabriken för att göra en grovplanering av produktionen. ELiPLAN-filen innehåller id-nummer, information om ingående material samt mängder för elementet. Parallellt gör IMPACT en export av UNITECHNIK-filer som används för att hålla reda på var i processen elementen befinner sig i fabriken samt att styra lasern i tillverkningen.

Arbetsgång vid befintligt typhus

Nedan ges en överblick över konstruktörens arbete i dag vid nytt projekt där en konfigurering av typhus sker.

- Konstruktören hämtar hem redan projekterade element från projekthanteraren (ett element eller ett helt projekt) och väljer ifall samma littera skall användas eller om IMPACT skall skapa nya litteran. Oberoende om litterat är nytt eller befintligt kommer nya id-nummer att skapas för elementen. Om det endast ska ske en ändring av antalet våningar i ett nytt projekt görs detta genom att från en hel modell med åtta våningar ta bort de våningar som inte har beställts.
- Ändrar i ritstämpeln på varje ritning.
- Läger till projektspecifika egenskaper som t.ex. armering, ursparningar (spår), fasadkulör, fasadfärg mm.
- Till sin hjälp har konstruktören TekniskPärm som ger anvisningar om hur elementen ska konstrueras.
- När elementen är färdigritade sker en export av UNITECHNIK- och ELiPLAN-filer till Lite 2000 och ELiPLAN. Se Bilaga 1.
 - UNITECHNIK skall ha en fil för varje element. Styrfil för lasern i fabrikshallen. Innehåller projektnamn, littera och id-nummer.
 - ELiPLAN skall ha en fil för alla element. Ger information om mängder och material.

Idag går det att bygga ett typhus som är exakt identiskt med ett som redan är byggt. Det kräver att ritningarna går att återanvända. Nedan återges arbetsprocessen.

- Konstruktören importerar ett helt projekt till IMPACT. Konstruktören får frågan ifall nya litteran skall skapas eller använda befintliga. Nya id-nummer skapas för elementen.
- Efter detta krävs en uppdatering av projektnamn m.m. på varje ritning.
- Export av UNITECHNIK- och ELiPLAN-filer till Lite 2000 och ELiPLAN. Se Bilaga 1.

4. Montageförberedelser

Idag måste sandwichelementen vara färdigprojekterade för att man skall kunna framställa körscheman för montaget, eftersom körschemat baseras på elementlittera. Körschemat ligger också till grund för när fabriken ska leverera elementen.

5. Fabriken och tillverkningen

Företaget har nyligen investerat i en ny fabrik för tillverkningen av prefabricerade betongelement. Fabriken ska hjälpa Företaget att förbättra

möjligheterna till att producera prefabricerade betongelement mer industriellt. Den nya fabriken är uppbyggd enligt ett löpande band där elementen passerar olika stationer. Vid de formsättande stationerna underlättas arbetet genom att laserstrålar från taket projiceras ned på stålbordet. Elementens ytterkanter sätts i linje med laserstrålarna, vid nästkommande station sätts ursparningar och andra detaljer i formen, även här underlättas arbete av laserstrålar.

Vid den nya fabriken används i huvudsak två dataprogram, ELiPLAN och Lite 2000. Grovplaneringen görs i planeringsprogrammet ELiPLAN med utgångspunkt från montagekörschemat. Vanligtvis tillverkas elementen i den ordning som de ska monteras. ELiPLAN-filen innehåller information om alla elementen i projektet och vilka material de innehåller samt mängder för materialen. När planeringen är färdig resulterar detta i en lista med sandwichelementens id-nummer som beskriver när elementen skall produceras och när de skall vara färdiga. Från IMPACT exporteras även styrfiler till lasern för varje element, UNITECHNIK-filer. Filerna sorteras efter tillverkningsordning i programmet Lite 2000 som även håller reda på var elementen befinner sig i produktionen. UNITECHNIK-filerna innehåller även information om vilket projekt de tillhör samt vilket littera och id-nummer de har.

I huvudsak planeras produktionen efter id-nummer, pga. av det kan förekomma element med samma littera i produktionen, som särskiljs med id-nummer. Lite 2000 är uppbyggt så att det ej kan tillverkas dubletter av element vilket förhindras av att element med samma id-nummer, littera och projektnamn ej kan förekomma i systemet samtidigt. Det förekommer dock att samma id-nummer används i två olika projekt och genom att de har olika projektnamn går det att urskilja dem. Se Bilaga 1.

Det finns även möjlighet till att ändra på filnamnet för UNITECHNIK-filen. Se Bilaga 1. Vid sidan om UNITECHNIK-filen skickas en ritning av elementet i PDF-format till de olika arbetsstationerna i fabriken. Den utskrivna ritningen används som komplement till laserstrålarna eftersom ritningarna innehåller måttangivelser.

Armering, ingjutningsgods och ursparningar börjar tillverkas några dagar innan produktion. Ursparningar är lådor byggda oftast i trä som läggs i gjutformen för att bilda hålutrymmen för t.ex. fönster och dörrar. Idag återanvänds ursparningarna i genomsnitt 1,5 ggr. Fönsterursparningarna är de som har återanvänts mest inom Konceptet.

Produktionshallen är byggd för att tillverka unika element dvs. det sker en formsättning för varje element. Produktionsarbetarna vet inte nästföljande elements egenskaper, informationen ges istället vid arbetsstationen i form av

en utskrivnen ritning. Fabriken är inte gjord för någon massproduktion av enstaka element.

6. Logistik

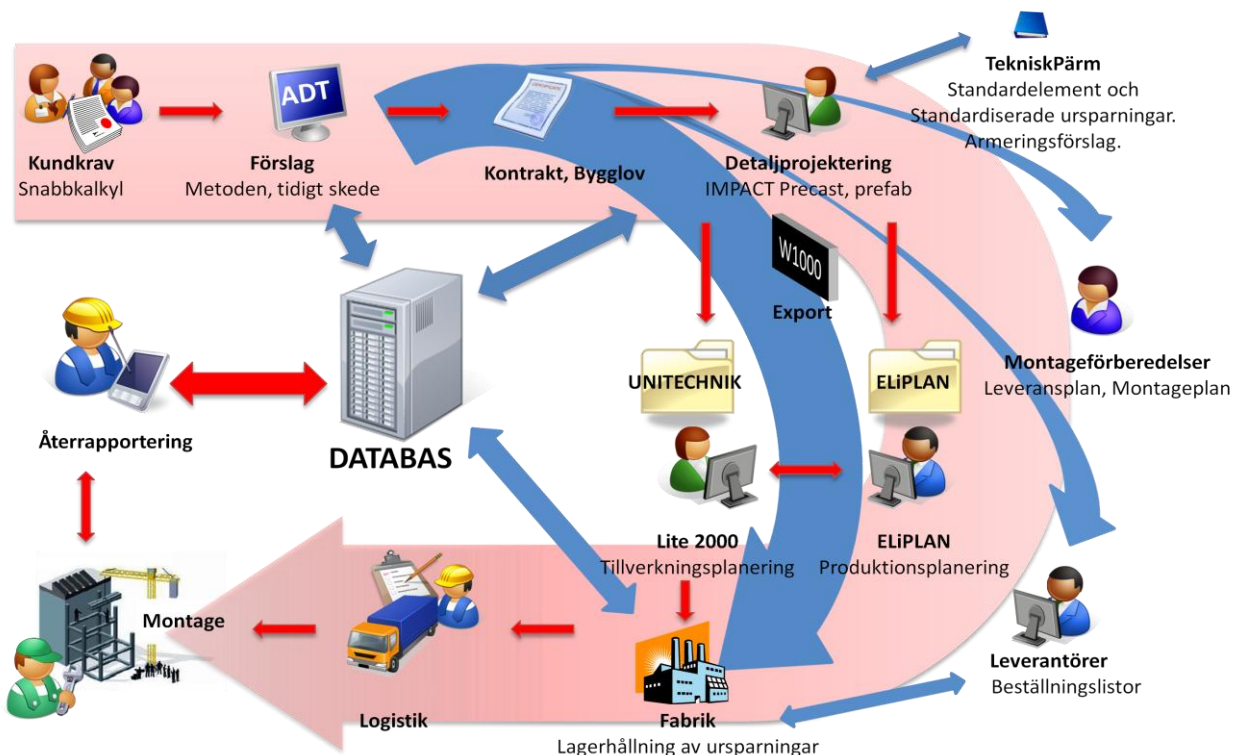
Lite 2000 håller reda på var de olika elementen befinner sig i produktionen. När elementen är klara för leverans får de en klisterlapp med en streckkod och dess littera. Lagerhållning av element sker på fabriksgården i väntan på transport, vilket kan variera mellan en och fem veckor. Eftersom montaget fungerar bra tror vi att logistiken och transporterna är väl fungerande processer.

7. Montage

Montaget fungerar bra idag och vi har därför inte fördjupat oss i denna process.

4.2.4 Arbetsgång för sandwichelement i framtiden

Arbetsmoment kommer att tidigareläggas och en del kommer att försvinna i framtiden om en utveckling av processerna sker samt att standardelement införs, se Fig. 3.



Figur 3. Arbetsgången för sandwichelement i framtiden. Blå pilar markerar förändrade processer.

1. Kundkrav

Kunden kommer till Företaget och får kontrollerat om det är möjligt att bygga enligt Konceptet. Här görs en första enkel kalkyl över projektet.

2. Projektering (tidigt skede)

I framtiden bör det detaljerade skedet vara utvecklat så att metoden innefattar både detaljerade och tidiga handlingar. Från dessa handlingar generas i princip allt som behövs för inköp, tillverkning, montageförberedelser och montage. Från Metoden (detaljerat och tidigt skede) skapas inköpslistor som skickas direkt till materialleverantörerna. Fabriken får de handlingar och filer som behövs för att planera och tillverka elementen.

I dag finns det en liten kub i ADT, som ligger vid sidan om huset, till denna finns det information kopplat, bl.a. boarea och byggnadsarea. I framtiden kan mer information kopplas till kuben som t.ex. vilka ingående standardelement som lägenhetsmodulerna består av samt vilka material de innehåller. Projektspecifika egenskaper som typ av färg, kulör, spår och fönster- dörrtyper anges i en separat fil som är kopplad till standardelementets littera. Informationen tillsammans med elementlistan på ingående element i projektet skickas direkt till fabriken så att produktionen kan planeras i ett tidigt stadium.

Metoden genererar snabba bygglovshandlingar som dock även i fortsättningen måste bearbetas av en systemarkitekt. Vi ser det dock inte som troligt att alla spårvarianter kommer att läggas in i modellen, eftersom det är ett stort arbete och alla spårvarianter kommer kanske inte att bli nyttjade vilket resulterar i onödigt arbete. Där igenom är det enklare att låta en systemarkitekt manuellt ge huset dess sista yttre arkitektur gällande spår.

3. Detaljprojektering

Beroende på vägval i framtiden gällande hanteringen av projektspecifika förutsättningar och egenskaper kommer konstruktörens arbete i framtiden minska i omfattning till att egentligen endast handha export av filer från IMPACT till fabriken eftersom fabriken system är uppbyggt kring id-nummer. Konstruktören kommer inte att hantera projektspecifika egenskaper som kulör och färg. Dessa finns angivna på egenskapslistan som ges i Metoden. Arbetsuppgifterna i framtiden för konstruktören består främst utav att göra förbättringar på redan existerande typhus, förbättringarna släpps sedan som en ny version, samt att medverka i utvecklingen av nya typhus.

Standardelementen med dess standardlittera kan i framtiden finnas i en databas och vara färdiga för konfigurering istället för att behöva projekteras på nytt i varje projekt. Litterat för elementen kommer i framtiden att ha samma kombination som idag, fast uttalat som standardlittera. För att förtydliga att

elementen är standardelement kan en bokstav läggas till, förslagsvis S. Vi ser även att de olika planen (sockel, botten, normal, topp och krön) går att urskiljas genom litterat. Standardelement leder till att ursparningarna kommer minska i antal om en standardisering av dem genomförs. I så fall kan ursparningarna till elementen bli komponenter som finns i IMPACT:s databas som i sin tur kan användas vid utvecklandet av nya standardelement. Vi ser även att armeringsförslaget i IMPACT blir standardiserat dvs. att ett bestämt antal olika armeringsjärn och armeringsbyglar används för att minimera antalet armeringsvariationer.

Nedan ges en enkel förklaring över konstruktörens arbetsmoment i framtiden, både vid användning av färdiga typhus för konfigurering samt utvecklingen för nya typhus.

Arbetsgång vid användning av färdiga typhus

- Från Metoden (detaljerat och tidigt skede) får konstruktören en lista på ingående standardelement.
- Konstruktören hämtar hem standardelementen och dess färdiga ritningar från databasen i IMPACT.
- Ritstämplarna på alla ritningar uppdateras centralt en gång.
- Exporterar UNITECHNIK- och ELiPLAN-filer till fabriken. Vid exporten får fabriken id-nummer för elementen. Se Bilaga 1.
 - UNITECHNIK= en fil för varje element. Styrfil för lasern i fabrikshallen. Innehåller projektnamn, littera och id-nummer.
 - ELiPLAN= en fil för alla element. Ger information om elementens mängder och material.

Arbetsgång vid nya typhus

- Från ADT ges planritningar till konstruktören.
- Med utgångspunkt från befintliga standardelement läggs dessa in på planritningen. Om det fattas element i ett visst utförande, får konstruktören rita ett nytt standardelement alternativt ritas det som ett projektspecifikt element.
- Nya standardelement ritas efter anvisningar i TekniskPärm. I TekniskPärm finns bl.a. standardiserade ursparningar som används vid framtagning av nya standardelement. I IMPACT finns en funktion som gör att armeringsförslaget består av standardiserade armeringsjärn. Standardelementen finns som färdiga komponenter som kan hämtas för konfigurering till det nya typhuset.

- Efter färdigställda ritningar sker export av UNITECHNIK- och ELiPLAN-filer till fabriken.

4. Montageförberedelser

Montagechefen får information direkt från Metoden i tidigt skede om vilket typhus som ska byggas samt montageplaner för huset. På ritningarna står vilka standardelement som ska monteras och vart. Montagechefen planerar körschemat efter montageplanerna och eftersom det är ett typhus justeras ett befintligt körschema efter det specifika projektet. Leveransplaner finns även de färdiga för konfigurering.

5. Leverantörerna

Troligtvis kommer leverantörerna att ha en större roll i framtiden, ett närmare utvecklingsarbete med leverantörerna kan leda till att alla produkter kommer att vara kompatibla till konceptet. Ett exempel är fönsterkarmarna som för olika typer av fönster kommer att ha samma infästningar och dimensioner så att de standardiserade ursparningarna kan användas i fabriken, oavsett vilken energiklass som har valts i projektet. För att kunna få dörrar och fönster m.fl. att verkligen bli kompatibla med konceptet krävs mer utvecklingsarbete med leverantörerna. Enligt den uppfattning som vi har fått är leverantörerna idag tveksamma till att ingå djupgående samarbeten, detta förvånar oss eftersom det skulle leda till säkerställda leveransvolymerna samt hjälp vid utvecklingsarbetet. Leverantörerna kommer i framtiden att få beställningslistor direkt från Metoden i tidigt skede vilket leder till minimal arbetsinsats från Konceptet.

6. Fabriken och tillverkning

Fabriken kommer att ha bättre framförhållning i framtiden eftersom information om vilka standardelement som ska tillverkas kommer skickas direkt från Metoden i tidigt skede och därmed kan produktionen planeras tidigt.

Idag sker en förtillverkning av ursparningar av trä, i regel några dagar innan tillverkningen av det specifika elementet. Genom att standardisera ursparningarna minskas arbetet i snickeriet samt hanteringen av dem. När ursparningarna är standardiserade kan det vara önskvärt att satsa på stålformar eftersom de har en längre hållbarhet och bibehåller sin geometriska form bättre. Vilket i sin tur leder till en säkerställning av kvalitén. I dag sker en viss återanvändning av ursparningar, ett exempel på detta är fönsterursparningarna som har använts i alla projekt. Ursparningarna kan efter en standardisering ges egna littera som kommer att underlätta hanteringen av ursparningar i fabriken samt lagerhållningen av dem.

Idag förtillverkas armering och ingjutningsgods med några dagars framförhållning i den gamla fabriken. Detta kommer inte att förändras i framtiden förutom att arbetet med armeringen kan effektiviseras genom användning av standardiserade armeringsjärn. Möjlighet finns att lagerhålla armering och ingjutningsgods för att säkerställa tillgången, eftersom industrierna försöker att minimera lagerhållningen och arbetar efter just in time. De standardiserade armeringsjärnen kommer leda till färre varianter och ökade volymer som pressar inköspriserna ytterligare.

Efter genomgång av befintliga element kan förutom armeringsjärn och ursparningar också isoleringsvarianterna minskas. Genom att en betongfräs gör spåren i sandwichelementen skulle det kunna leda till att tidskrävande arbetsmoment flyttas och att toleranserna för spåren säkras. En betongfräs skulle även kunna göra att produktionen av element blir mer flexibel och kundanpassad. Detta ser vi som en viktig process för att kunna utnyttja konceptets fulla potential för att kunna pressa kostnaderna inom byggbranschen.

7. Logistik

Logistiken kommer att ske på samma sätt som innan.

8. Montage

Vi har inte haft någon möjlighet till att studera montaget närmare men vi tror att den kan bli något tidseffektivare. Det kan uppnås genom att Konceptet använder sig av samma lösningar i alla typhusen och därigenom blir montörerna duktigare på att sätta ihop husen eftersom lösningarna återupprepas.

4.2.5 Sammanfattning av framtidens arbetsgång

Efter att ett utvecklingsarbete skett av Metoden kan arbetsgången i framtiden bli följande:

1. I Metoden sätts lägenhetsmoduler samman till ett komplett hus.
2. Från Metoden generas en lista med alla ingående standardlittera i huset.
3. Listan kompletteras med projektspecifika egenskaper för elementen. Våning (1-8), färg (typ), kulör (NCS-kod), spår (antal och dimension), fönster (energityp och kulör) och dörr (energityp och kulör).
4. Montagechefen får ritningar från Metoden och gör körschema, leveransplan m.m. Befintliga dokument använd som utgångspunkt.

5. Beställningslistor skickas från Metoden direkt till materialleverantörerna.
6. En lista skickas till konstruktören som gör nödvändiga exporter till fabriken för att generera id-nummer till varje element. Ev. ritas projektspecifika element.
7. Fabriken planerar upp produktionen och gör avrop till leverantörerna.
8. Elementen produceras i fabriken.
9. Stommen transporteras till montageplatsen.
10. Montage av stommen

5 Förbättringar

Under arbetets gång har vi förstått komplexiteten kring standardlittera och att ett införande idag ej skulle hjälpa konceptet i utvecklingen till en mer industrialiserad produkt och process. För att kunna utnyttja ett införande fullt ut krävs det inte bara att införa standardelement med standardlittera utan också se till hela processen kring sandwichelementen. Från våra observationer har vi arbetat fram förbättringsförslag.

5.1 Förbättringsförslag

Projektering

Vid utvecklingskedet bör produktionsfolket vara med och delge sina åsikter. Detta sker i viss mån redan idag, konceptets grundidé är att ha en så kort beslutsperiod som möjligt, för att detta skall fungera finns det direktiv i TekniskPärm som beskriver hur de olika byggdelen skall konstrueras och tillverkas. Varför frågan kom upp är grundat utifrån våra intervjuer där vi har förstått att detta kan utvecklas och bli bättre. Exempel på detta kan vara stora variationer i armering, isolering och ursparningar. Genom att ha en god kommunikation mellan projekteringen och fabriken kan många missförstånd och tidskrävande extraarbete förhindras. Exempel på ett sådant missförstånd är ifall ett element inrymmer färre än 4 spår i fasaden, då vill fabriken gjuta med fasadskivan uppåt i formen. I konceptet ritas alla element med utgångspunkt från att elementen tillverkas med fasadskivan nedåt, vilket står angivet i TekniskPärm. Om fabriken vill tillverka elementet med fasadskivan uppåt krävs det en omritning av konstruktören.

Låt kontorsfolket gå ut i produktionen. Detta sker också i viss mån redan idag, även här kan kontakten med fabriken förbättras. Bättre kommunikation och förståelse mellan kontor och fabrik kan innebära effektivare projektering och bättre tillverkning. Detta anser vi är speciellt viktigt då projekteringen inte sker på teknikavdelningen i fabriken. En följd av detta har varit att anställda på fabriken har undrat och tyckt det varit konstigt att inte projekteringsarbetet har bedrivits där fabriken ligger.

Databas med standardelement i IMPACT. En aktuell fråga då det gäller standardelement är att upprätta en databas för alla standardelement, dessa kopplas i sin tur på ett intelligent sätt till IMPACT. I dag är IMPACT intelligent inom ett projekt dvs. ifall ett element stämmer överrens med ett annat element så känner IMPACT av detta och namnsätter elementen med samma littera. Programmet gör även om elementen så att de stämmer överrens i uppbyggnaden dvs. det får inte finns några olikheter. Idag finns det ingen

funktion där parametrarna för toleranserna kan ändras, detta skulle kunna vara intressant då ingenjören själv skall kunna söka på element som är lika.

Förstå processen innan en ändring kan träda i kraft. Industriellt byggande kräver att alla medarbetare måste tänka sig in i processerna istället för produkten. Ifall en ändring av en produkt skall ske måste det finnas en förståelse för hur andra moment i processen påverkas. Först skall en stabilitet uppnås därefter kan optimeringar av produkten ske för att sedan utvärderas och följas upp i processerna.

Lås modellerna, Konceptet och strukturerna för att få en stabilitet. Konceptet har växt fram vartefter pilotprojekten har byggts vilket har lett till att Konceptet inte i någon större utsträckning har återupprepat sina projekt. Detta har bidragit till att sandwichelementen har utvecklats kontinuerligt. För att kunna nå en stabilitet inom Konceptet ser vi att Företaget projekterar klart hustyperna. Därefter krävs det en detaljgranskning av alla sandwichelement som har tillverkats för att minska variationerna mellan dem. Variationsminimeringen inbegriper bl.a. färre armeringsjärnstyper, isoleringsvarianter samt ursparningar. När genomgången är klar kan en databas med standardelement från hustyperna skapas. Det minskade antalet elementvarianter leder i sin tur till större inköp, effektivare projektering och tillverkning. Hustyperna skulle innebära en plattform för konceptet och dess framtida utveckling till ett stabilt koncept.

Utveckla IMPACT så att armeringsförslaget är kopplat till ett standardbibliotek. Vi ser även att det finns en stor utvecklingskapacitet inom hanteringen av mjukvaran och dess uppbyggnad. Ett exempel på detta är armeringsförslaget som ges i IMPACT. Idag är detta ej kopplat till något standardbibliotek dvs. det förekommer stora variationer mellan elementen gällande elementens armering. Ett standardbibliotek med armering för sandwichelement skulle leda till att konstruktören använder sig av standardarmering för att konstruera sandwichelementen vilket leder till minskade antal armeringsjärn.

Alla tillval skall vara till 100 % standard. De ökade kraven gällande lägre produktionskostnader, kortare byggtid, ökad kvalitet och att produkterna skall vara kundanpassade och flexibla är de motiv som används då en byggprocess skall bli mer industrialiserad. En industrialiserad process kräver att produkter och arbetsmoment blir mer standardiserade för att på ett effektivt sätt kunna leva upp till kraven. Vi ser att det är en stor utmaning både för Företaget med Konceptet och för de övriga aktörerna inom byggbranschen att uppnå ett koncept där alla tillval är hundra procent standard men fortfarande är flexibla, kundanpassade och tilltalande i design och utformning.

Planeringen blir längre men genomförandet blir effektivare. Ett bra exempel som är taget från verkstadsindustrin är hur de olika faserna projektering, tillverkning och montage påverkar totalkostnaden. Inom verkstadsindustrin står projektering för bara 5 % av totalkostnaden medan påverkan på totalkostnaden är hela 70 %, se Fig.4. Enligt uppgifter från en anställd inom Företaget är det troligt att detta kan stämma överrens med byggbranschen. Ifall antagandet stämmer betyder det att stora resurser skall läggas ner för att göra projekteringsarbetet så komplett och bra som möjligt innan ritningarna skickas till tillverkning respektive montage.



Figur 4. Ovan återges projekterings påverkan på totalkostnaden.

Tillverkningen

Inköp av betongfräs. För att få reda på var de olika momenten sker effektivast bör en mer ingående kartläggning av tillverkningsprocessen ske. Ett arbetsmoment som vi har hitta och som idag orsakar en mängd problem är hanteringen av spår. Industriellt byggande inbegriper idag kundanpassning och processtänk dvs. produkten måste vara flexibel och hanterbar i processen. För att tillgodose detta skulle ett inköp av en betongfräs för spår göra att sandwichelementen kan bli mer flexibla och kundanpassade gällande fasadens uttrycksmöjlighet. Dessutom skulle inte bara spår kunna vara aktuellt utan även andra former av mönster.

Efter ett införande av standardelement kan en standardisering av ursparningar ske. Idag används ursparningar 1,5 gång, enligt en anställd inom Företaget. Detta borde kunna förbättras ifall en implementering av standardelement blir verklighet. Eftersom stora delar av de framtida typhusen kommer att vara uppbyggda av sandwichelement med standardlittera kan en satsning på stålformar och lagerhållning av formar göras på fabriken. Detta skulle i sin tur leda till en kvalitetssäkring och en snabbare produktion av sandwichelementen. En ytterligare möjlighet är att ge de standardiserade ursparningarna egna littera som skulle leda till en effektivare hantering vid projekteringen samt vid lagerhållningen i fabriken.

Montage

Montaget är den del inom Konceptet som har utvecklats längst. Det tar ungefär 2,5 dag att resa en våning, vilket borde anses som väldigt bra. Enligt intervjuade personer med ansvar för stomresningen sker arbetet enligt en tidstabell som är planerad ned till varje kvart.

5.2 Sammanfattning på förbättringsförslag

Inför standardelement med standardlittera. Vi anser att det finns stora vinster och fördelar med att införa standardelement, därför anser vi att en satsning på standardlittera är ett steg i rätt riktning mot en effektivare industrialiserad process.

Utveckla Metoden (detaljerat och tidigt skede). Under arbetets gång har vi förstått vilken avgörande roll Metoden kommer att spela efter att en implementering av standardelement har genomförts. Speciellt det detaljerade skedet kommer att ha en avgörande roll för standardelementens framtida utveckling.

Lås typhusen, konceptet och strukturerna för att få en stabilitet. För att kunna uppnå en effektiv process måste en förståelse finnas för processerna och hur de fungerar samt hur de påverkas ifall det sker ändringar i produkterna och konceptet. Genom att låsa konceptet och utveckla klart typhusen kan en stabil plattform skapas och utifrån den kan nya typhus utvecklas. För att komma dit krävs det att Konceptet följer en plan som enligt oss kan se ut enligt följande fem punkter.

1. Minska variationen av redan projekterade elementtyper.
2. Skapa standardlittera av element från hustyperna.
3. Standardisera ursparningarna och ge dem littera.
4. Förstå processen innan en optimering av produkten kan ske.
5. Använd endast färdiga hustyper i nyproduktion.

Utveckla IMPACT. Eftersom IMPACT är en viktig kugge i processen idag och i framtiden vid utvecklandet av nya hustyper, måste förståelsen för programmet förbättras vid utvecklingen av programmet och därtill processen. För att underlätta en implementering av standardelement och utvecklingen av framtida hustyper, har vi satt ihop några avgörande punkter som kan leda till minskade variationer inom elementen och ge en effektivare projektering.

- Armeringsförslaget är kopplat till standardbibliotek. I dagsläget finns det stora variationer på armeringen mellan sandwichelementen inom de olika typhusen. En standardisering av armeringen i

sandwichelementen skulle kunna leda till större inköp och lägre produktionskostnader.

- Gör sandwichelementen till komponenter. Spara sandwichelementen i en databas utan projektspecifika egenskaper som t.ex. kulör och färg som sedan används i en konfigureringsprocess istället för att en ny projektering ska starta vid varje nytt projekt.

Kartlägga arbetsmoment i tillverkningsprocessen som är tidkrävande. Genom att kartlägga arbetsmomenten i tillverkningen kan en förståelse av moment som är problematiska och tidskrävande åskådliggöras. Utifrån detta kan t.ex. missförstånd mellan projektering och tillverkning lösas och resultera i en effektivare process.

Inköp av betongfräs. Ett arbetsmoment som vi anser orsakar problem och missförstånd och som leder till tidskrävande insatser, är hanteringen av spår. Genom att köpa in en betongfräs skulle arbetet kring spår både effektiviseras, kvalitetssäkras samt göras flexibelt.

5.3 Vilka hinder finns för Konceptet?

Nedan återges de problem som vi idag anser hindra Företaget att införa standardelement med standardlittera.

Littereringen sker på automatik i IMPACT. IMPACT sätter per automatik littera på varje konstruerat element, ifall inte konstruktören väljer att gå in och styra littereringen.

IMPACT kan bara hantera 6 tecken. Dagens version 8 som används kan bara hantera sex tecken dvs. det blir svårt att genom standardlitterat kunna utläsa vilka egenskaper som elementet har förutom vilken typ av element det är.

IMPACT:s armeringsförslag är inte kopplat till ett standardbibliotek. Som nämnts tidigare finns det inget standardbibliotek med armeringsförslag vilket leder till att konstruktörerna armerar olikt som i sin tur leder till element med unika litteran.

IMPACT är intelligent inom projektet. Programmet känner av ifall två element är lika inom ett projekt medan det inte finns någon koppling till andra redan färdigprojekterade projekt.

IMPACT har ingen funktion för omdöpning av elementen. För att döpa om element idag måste först en ändring i elementet ske efterföljt av att elementet får tillfälligt littera, för att sedan återigen göra en ändring och därefter döpa elementet efter önskat littera.

Hanteringen kring spår i fabriken. Enligt våra observationer och intervjuer på fabriken har vi kommit fram till att arbetsmomenten kring spår är tidskrävande och risken för att spåren inte ligger inom angivna toleranser vid färdigmonterat hus är överhängande. Eftersom fabriken har sina toleranser och montaget har sina kan detta resultera i spåravvikelse mellan elementen som kan beskådas vid färdigställt hus. Ett önskemål från de anställda på fabriken är att hanteringen av spår försvann helt och hållet eftersom det leder till arbetsamma moment i produktionen. Alternativet till detta är att lyfta bort arbetsmoment i fabriken och göra spåren med en betongfräs, vid en separat station i fabriken. Det skulle leda till att tillverkningstiden förkortas och kvaliteten skulle förbättrats och att kundanpassningen samt flexibiliteten ökar.

Problem med projektnamn och id-nummer. Efter att konstruktören färdigställt och godkänt sina ritningar sker två exporter av elementen en UNITECHNIK- och en ELiPLAN-fil. Från ELiPLAN sätts en tillverkningsordning upp som baseras på id-nummer. De id-nummer som skall tillverkas skickas till Lite 2000 som är ett tillverkningsprogram som strukturerar upp UNITECHNIK-filerna i tillverkningsordning. Dessa styr sedan lasern som projicerar måttangivelser ned på tillverkningsbordet för sandwichelementen.

Vid export kopplas ett projektnummer och ett id-nummer till litterat. Detta gör det svårt att skapa en databas i fabriken med standardelement och komma ifrån att göra exporter vid varje nytt projekt, eftersom det kräver en förändring av fabriken system.

Det är möjligt att ändra uppbyggnaden av filnamnet på UNITECHNIK-filerna. Bilaga 1 redovisar hur filnamnen kan samställas.

Kan inte förekomma dubletter i Lite 2000. I programmet Lite 2000 får det inte förekomma dubletter dvs. filer som har samma id-nummer, detta är en säkerhetsfunktion som skall förhindra att samma element tillverkas två gånger. En annan anledning är att det kan förekomma samma littera i produktionen som är kopplade till olika projekt, för att hålla isär dem används id-nummer. Programmet kräver unika id-nummer vilket gör det svårt att skapa en databas med standardelement som ej kräver en exportering. Se Bilaga 1, som åskådliggör kopplingen mellan projekt, littera och id-nummer.

5.4 Kompatibelt koncept

För att få ett kompatibelt koncept krävs att det skapas flexibla element som kan användas i olika hustyper. Elementens innehåll ska vara komponenter som är kompatibla med alla sandwichelement. På det sättet skapas stora möjligheter att skapa sandwichelement som är flexibla och som kan konfigureras efter kundens önskemål vilket åskådliggörs som första steget i figuren, Enskilda komponenter, se Fig. 5. De enskilda komponenterna skapar i sin tur de sammansatta komponenterna i form av exempelvis sandwichelement. Receptet ska symbolisera lägenhetsmodulerna i Metoden (detaljerat och tidigt skede) som består av ett antal standardiserade element. Längst upp på toppen återfinns de olika hustyperna som finns inom Konceptet. Målet för Konceptet borde vara att det ska kunna skapas ett oändligt antal produkter med utgångspunkt från de enskilda komponenterna.



Figur 5. Bilden illustrerar att de enskilda komponenterna komabilitet utgör en plattform för hustyperna.

6 Diskussion

6.1 Industriellt och industrialiserat byggande

I rapporten använder vi oss av begreppet industriellt byggande när vi beskriver konceptet och processerna kring tillverkningen och montage av sandwichelement. Anledningen till att vi använder industriellt istället för industrialiserat byggande är att konceptet stämmer bättre överrens med den definition som ges på sidan sju. Företaget som vi har gjort examensarbete på har inställningen till att Konceptet bygger på industrialiserade och inte industriella processer. Detta kan bero på att Företaget inte anser att Konceptet fullt ut är industriellt utan bara delar av processen. Vi har valt att beskriva processerna kring sandwichelementen som en industriell process och därmed gått emot Företagets hållning. Vi har under arbetets gång på Företaget fått en bild av att olika medarbetare har olika uppfattningar vad som är industriellt och industrialiserat byggande.

6.2 Intressekonflikter mellan interna bolag

Inom Företaget finns det många olika fristående bolag som arbetar inom olika områden. Genom en tydlig uppdelning av arbetsroller och resultatansvar inom de olika enheterna uppkommer det ibland intressekonflikter. I Sverige finns det regionala bolag inom husbyggande som alla har ansvarar för olika geografiska delar av landet. Konceptet bygger på att regionsbolaget i det specifika området sköter försäljningen av koncepthusen genom totalentreprenad. Därefter sker en upphandling av alla ingående delar, till sin hjälp finns det färdiga inköpsavtal med bestämda leverantörer. En underleverantör är Företagets dotterbolag för stomsystem som har till uppgift att leverera stommen till huset. Mellan bolagen finns tydliga avtal vad respektive part tillhandahåller och är skyldig att leverera. Varje bolag har sina interna mål och resultatmål för att kunna ta del av det bonussystem som finns. Detta gör att bolagen inte samarbetar mer än nödvändigt. Istället för att se till hela processen och produkten ser man bara till sitt eget bolags bästa. Här måste en förändring ske för att konceptet processer verkligen ska kunna bli effektivare. Det behövs nya bonussystem som verkar för att effektiviseringar blir genomförda och som leder till att produkten blir bättre genom att alla medarbetare är med och kan följa hela projektet.

Konceptet har medvetet valt att göra små förändringar i taget för att testa sig fram, detta har resulterat i att ett antal pilotprojekt där tekniken har testats och utvärderats. För varje nytt pilotprojekt har det skett vissa förändringar som har resulterat i att det inte går att bygga ett exakt identiskt hus som ett av de första husen eftersom erfarenheten av att producera och bygga huset har lett till sådana förbättringar som resulterat i ett nästan nytt hus. Nu har man kommit

till det stadium då Konceptet har funnit en första stabilitet där inte någon större utveckling av konceptet föreligger. Möjligheten finns idag att bygga ett hus identiskt likt från någon av de redan färdigprojekterade hustyperna. För att detta ska vara möjligt krävs det att huset ska vara exakt identiskt likt.

7 Slutsats

Konceptet har vuxit fram över tiden och genom att vissa väsentliga beslut inte togs från början har processerna inte kunnat bli så effektiva som möjligt. För att kunna utnyttja Konceptets fulla potential krävs det att i tidigt skede kartlägga arbetsmomenten och processerna för att verkligen förstå helheten. För att kunna göra detta krävs att alla medarbetare delger sina kunskaper samt förstår hur deras arbete påverkar övriga delar av processen och inte bara ser till sin egen del.

De erfarenheter vi har fått med oss vid arbetet med Konceptet och dess processer har lett till ett förslag till hur en arbetsgång för införandet av standardelement med standardlittera kan se ut. Detta åskådliggörs i de nio punkter som finns nedan och är tänkta att implementeras i den pågående processen.

1. Gör färdigt de sex typhusen och dess element.
2. Minimera antalet element och variationerna mellan dem genom att gå i genom alla befintliga element och ta bort onödiga, samt justera kvarvarande för att få ett kompatibelt och enhetligt koncept.
3. Skapa standardlittera för de kvarvarande elementen i konceptet.
4. Testa typhusen med standardelement på marknaden.
5. Dra lärdom och se över processen för att kunna finjustera typhusen.
6. Justeringarna sker vid sidan om pågående marknadsföring av befintliga typhus.
7. Vid ett i förhand bestämt datum sker en release av de uppdaterade typhusen samt nya.
8. De nya typhusen lanseras på marknaden.
9. Sedan återupprepas processen med utgångspunkt från punkt 4.

För att kunna satsa på produkter och industriellt byggande krävs det att produkterna är genomtänkta och lever upp till marknadens behov och krav. För att helt kunna gå över till ett industriellt byggande krävs att mer planeringsarbete läggs ned i ett tidigt skede och vid projekteringen.

8 Källförteckning

8.1 Litteratur

Adler, Peter, Etsmar, Åke, G. Hellers, Bo (2005) *Bygga industrialiserat*, AB Svensk Byggtjänst, Lund, Wallin & Dahlholm Boktryckeri AB, tryckt 2005 ISBN 91-7333-085-X

Adolfsson, Lennart, Eklund, Per-Eric, Giertz, Lars-Magnus, Herkommer, Gerhard, Späth, Lothar, Skarne, Allan, Skogby, Erik (1987) *Med kran och krok*, Ohlsson & Skarne, Uddevalla, Bohuslänningens Boktryckeri AB, tryckt 1987, ISBN 91-85194-99-9

Apleberg, Lennart, Jonsson, Rolf, Åhman, Pär (2007) *Byggandets industrialisering – Nulägesbeskrivning*, Sveriges Byggindustrier, Göteborg, SG Zetterberg AB, feb 2007, ISSN 1402-7410

Benner, Olle (1987) *Betong – Skånska Cementgjuteriets fabriker under 100 år*, Skanska Prefab, Malmö, Bäcklunds, tryckt 1987

Sandkull, Bengt, Johansson, Jan (1996) *Från Taylor till Toyota – Beträktelser av den industriella produktionens organisation och ekonomi – Andra upplagan*, Lund, Studentlitteratur, tryckt 2000, ISBN 91-44-1346-9

Gelotte, Hanna, Roos, Britta (redaktörer) (2004) *Hej bostad – om bostadsbyggande i Storstockholm 1961-1975*, Länsstyrelsen i Stockholms Län, Elanders Gummessons, ISBN 91-7281-148-X

Hall, Thomas (redaktör) (1999) *Rekordåren – en epok i svenskt bostadsbyggande*, Boverket, Karlskrona, Daleke Grafiska AB, tryckt 1999, ISBN 91 7147-568-0

Hyll, Henrik, Lessing, Jerker, rapport, *Industrialisering av bostadsbyggandet under 1900-talet*

Lessing, Jerker, (2006) *Industrialised House-Building – Concept and Processes*, Lund, KFS AB, tryckt 2006, ISBN 978-91-631-9254-8

Samuelsson, Sture (2001) *Systemtänkande för ändrat byggande ur Husbyggaren nr7/2001*

(2006) *Bostäder byggda med volymelement- En fallstudie av svenska bostadsprojekt – verklighet och vision*, Boverket, Karlskrona, Allkopia i Växjö AB, ISBN 91-7147-940-6

8.2 Elektroniska källor

Att bygga bostadshus i Japan – Slutsatser från en studieresa,
www.byggkostnadsforum.se/japan (hämtat 2008-04-18)

Runberger, Jonas *Mjukvaran leder till framtiden*, www.arkitekt.se/s19815
(hämtat 2008-04-24)

www.betongvaruindustrin.se, Sökord: sandwichelement (hämtat 2008-04-23)

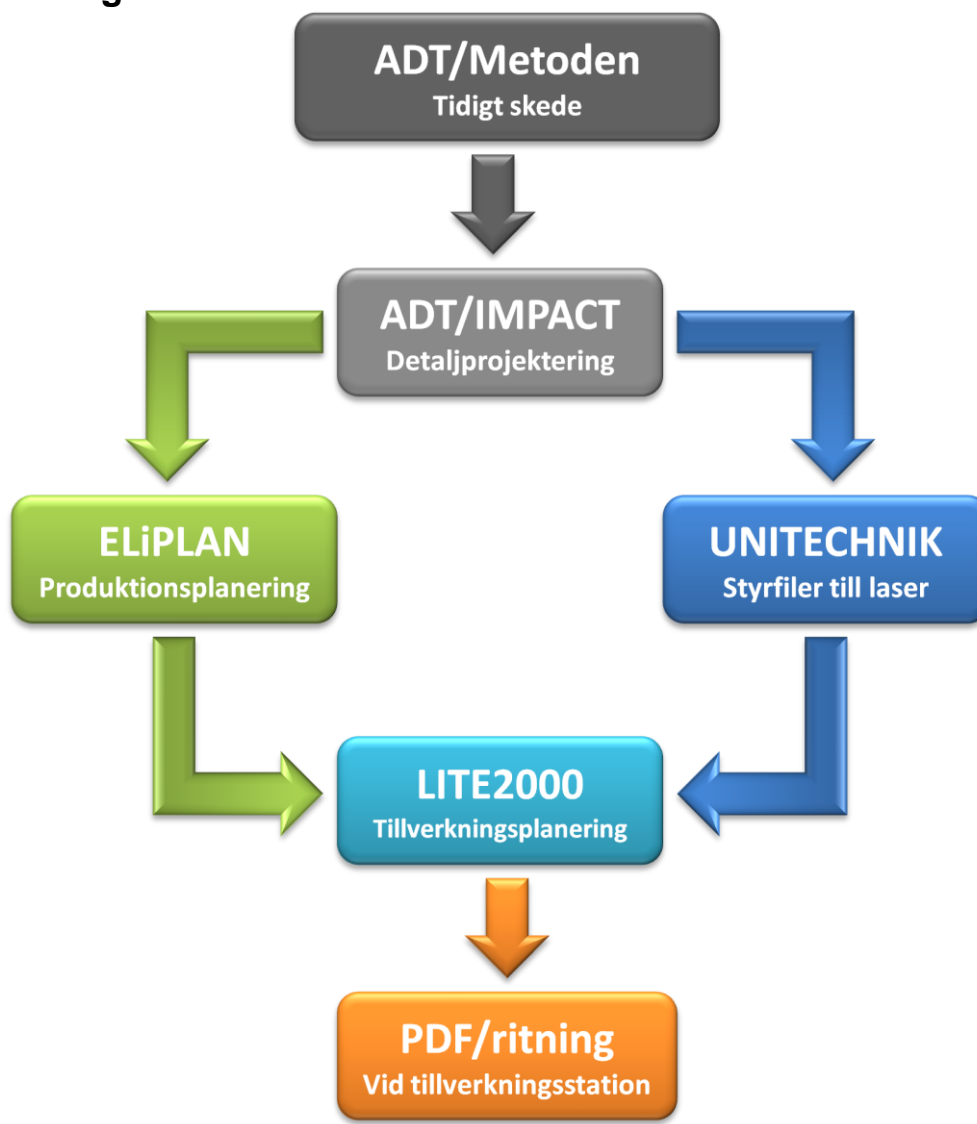
www.sis.se, SIS historia (hämtat 2008-04-10)

www.wikipedia.se, sökord: löpande bandet (hämtat 2008-04-05)

www.wikipedia.se, sökord: Taylor (hämtat 2008-04-05)

Bilaga 1

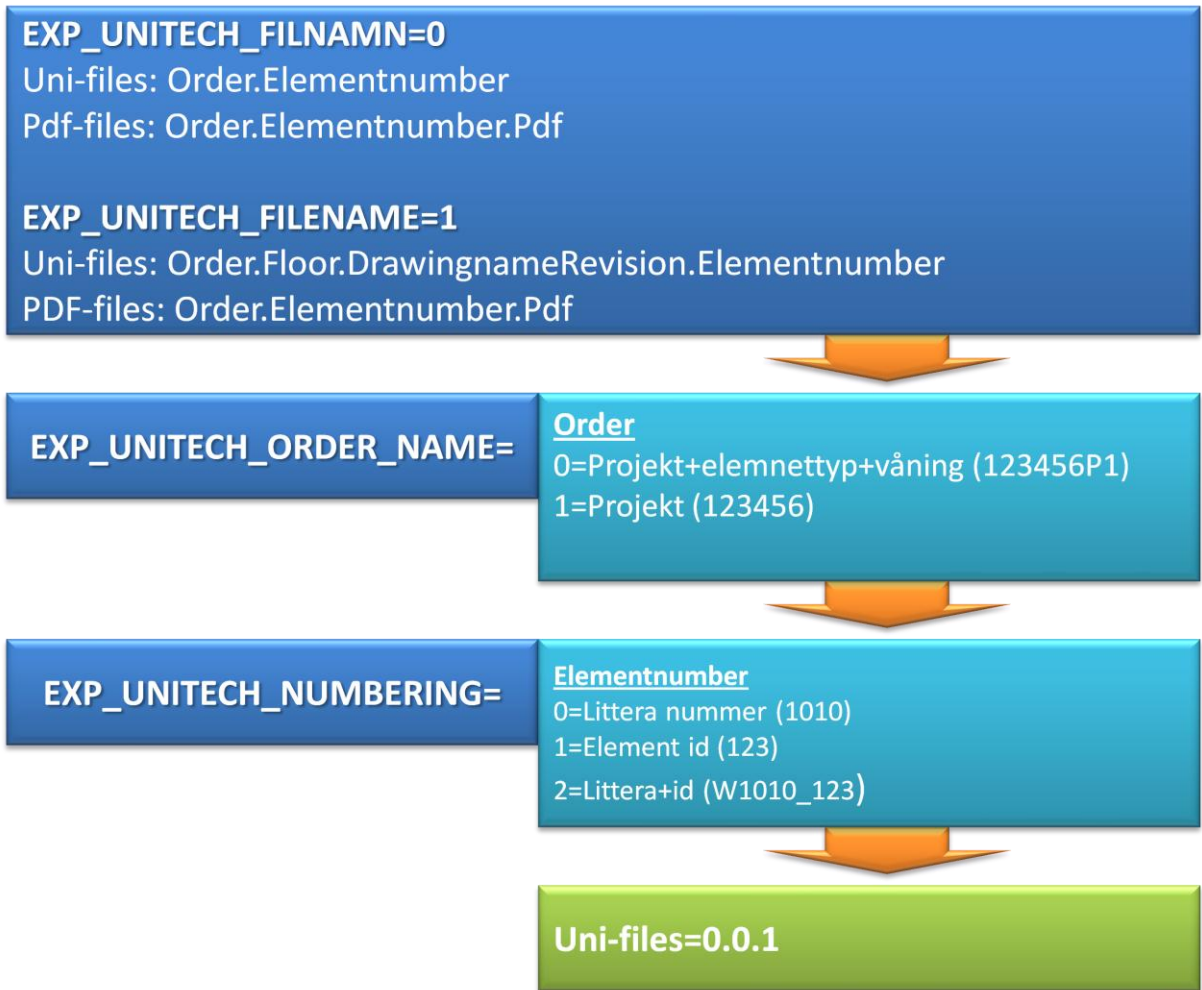
Filhanteringen



Filhanteringen från Metoden till tillverkningen sker enligt följande:

1. ADT-modell skapas i Metoden, tidigt skede med låg detaljnivå.
2. I IMPACT Precast fastställs betongelementens konstruktion.
3. Därefter sker exportering från IMPACT av en ELiPLAN-fil till produktionsplaneringsprogrammet ELiPLAN. Filen innehåller mängder och material för alla elementen.
4. Parallellt exporteras en UNITECHNIK-fil från IMPACT till Lite 2000 som är ett tillverkningsplaneringsprogram. Filen är en styrfil för lasern. Vid sidan om UNITECHNIK-filerna skickas PDF-ritningar av elementen.

Filnamn på UNITECHNIK-filen



Källa: StruSoft

Det finns olika sätt att bygga upp UNITECHNIK-filnamnet. Tidigare användes kombinationen 0.0.1, projekt.elementtyp.våning.littera nummer. Det sker en utveckling idag och enligt senaste förslaget skall följande kombination användas: 1.1.1, projekt.våning.ritningsnamn revidering.id.

Kopplingen mellan Projekt.Littera.ID



Källa: StruSoft

Bilaga 2

1. Sammanfattning av intervjufrågor

Vi har under arbetets gång intervjuat medarbetare inom Företaget och StruSoft vid ett flertal olika tillfällen. Nedan finns en sammanställning av de mest intressantaste frågorna med hänsyn till denna rapportens upplägg. Svaren är en sammanfattning av de svar som gavs vid intervjutillfällena och är därför inte ordagranna, vissa kan även vara korta och otydliga vilket visar på svårigheten att få tydliga svar.

1.2 Projektledare industrialisering, teknikavdelningen

Hur kommer det sig att ni har detta problem med att införa standardlittera?

Svar: Man kan inte återanvända styrfiler från gamla projekt pga. att antalet våningar, kulör och färg mm skiljer sig åt. Samt att unika littera skapas vid varje nytt projekt.

Måste ni rita om varje element vid varje nytt projekt?

Svar: Nej. Utgår från "basmodellen" därefter görs de ändringar som behövs och från dessa framställs tillverkningsritningar.

Var finns de största tidsbesparingarna?

Svar: Kan göra tidsbesparingar genom hela kedjan, inte bara i projekteringsskedet.

Vad innehåller TekniskPärm?

Svar: Typdetaljer och anvisningar för hur konstruktören skall konstruera elementen.

Följer alla konstruktörer TekniskPärm?

Svar: TekniskPärm är ett stöd för konstruktören, om två konstruktörer följer TekniskPärm så kommer elementen att se olika ut pga. den kan tolkas på olika sätt.

Finns det givna anvisningar för konstruktören gällande elementets uppbyggnad t.ex. av armering mm?

Svar: Ja.

Sker det en uppstart i fabriken vid nytt projekt samt dras det lärdom av tidigare genomförda projekt?

Svar: Startmöte äger rum där en genomgång av projektspecifika egenskaper tas upp.

Hur ser kontaktvägen ut mellan er konstruktörer och fabriken?

Svar: Företagets interna återrapporteringsprogram används av stomsystem idag för att rapportera fel. Informationen används för att undvika problem i framtiden.

Finns det någon återanvändning av gamla styrfiler?

Svar: Nej.

Hur stora ändringar kan göras på sandwichelementen?

Svar: Oändligt många, fabriken sätter begränsningarna på vad som är möjligt respektive vad som inte är möjligt. Det skulle fungera att göra standardlittera för alla möjliga kombinationer, detta skulle leda till ett ej hanterbart register. Det finns idag satta begränsningar, men det går att göra många olika kombinationer. Exempel på detta är det inte går att göra spåren hur djupa som helst och hur täta som helst och även att dimensioner är begränsade. Ytterskiktet kan göras lokalt tunnare eller tjockare. I standardutförandet har element en kulör och totalt två kulörer per hus. I tillvalspaket kan elementen ha två kulörer och fyra kulörer per hus. Tre olika färger finns det att välja mellan. Tunn och grov spritputs samt en färg som kan rollas på. Kan ändra balkongerna beroende på vädersträcken på en del hus dock ej alla. Det finns alternativa bottenvåningar där entrén är placerad på de olika sidorna av huset.

1.3 Projektledare, stomsystem

Kan du ge en nulägesbeskrivning av konceptet?

Svar: Stommen står för 30 % av totalkostnaden för projektet. Montaget tar runt 5 veckor. Ett våningsplan tar ungefär 2,5 dagar att sätta upp. I priset som stomsystem ger ingår 3 lyft till varje lägenhet. Körschemat är pressat och lastbilarna kommer och blir avlastade på 2h. Störningskänsligt alltså. Körschemat är planerat ned till varje kvart och färdigställt i lång tid innan. 5 lastbilar/dag. Maxvikten för elementen är runt 10 ton. 2 dagar tar det att sätta taket plus ett antal dagar för kompletteringar.

Använder ni littera idag?

Svar: Ja. Används i körschemat. I dag kan man urskilja mellan botten/normal/toppvåning, vilket vi i fortsättningen även vill kunna göra.

Hur ser en bra utformning av littera ut för dig?

Svar: Ska vara logiskt. Där kanske entréplan är numrerat 1 samt att normalplanet har 2 och takvåningen har 3. Ovanpåliggande väggar har samma som underliggande inom normalplanen. Anser att en logisk litterering ska underlätta för monteringen. Så få littera som möjligt. Vill kunna återanvända element som finns i konceptet. För att kunna kostnadsberäkna elementet måste

det finnas en kännedom om vad elementen innehåller t.ex. ett eller flera fönster då det leder till kostnader genom att armeringen ska klippas.

Påverkas ditt arbete genom att ni inte har standardlittera?

Svar: Ja. Måste mängda varje projekt.

Vilka fördelar ser du med att införa standardlittera?

Svar: Större mängder leder till minskade inköpskostnader.

Vilka fler egenskaper vill du kunna utläsa från standardlitterat?

Svar: Väggtyp, kulör, färg, vikt, dimension, antal dörrar och fönster.

Hanterar ni basmodellerna av husen?

Svar: Nej. Använder mig av sparade Excel-filer.

Hur drar ni lärdom av erfarenheter?

Svar: Genom Företagets interna återrapporteringsprogram.

Vid anbudsräkning görs alla kostnadsberäkningar och mängdningar om på nytt?

Svar: Kostnadsberäkningen görs om pga. uppdatering av priser. Mängdningen finns att hämta ifall huset har gjorts tidigare.

Sker det en uppstart i fabriken vid nytt projekt?

Svar: Ja. Konstruktör och projektledare åker till fabriken och har ett uppstart med arbetsledare och produktionsplaneraren. Pratar igenom förutsättningar och vad som är speciellt för projektet.

Vid ny produkt börjar du med ett blankt Excel-blad?

Svar: Ja.

1.4 Montagechef, stomsystem

Hur ser en bra utformning av littera ut för dig?

Svar: Vill att likadana element betecknas med samma littera, pga. att det blir för mycket tankeverksamhet vid lastningen samt monteringen. Montage behöver inte någon speciell litterering. Han vet inte vad littereringen står för i dag. Han bryr sig inte, bara det står samma på ritningen.

Vilka fördelar ser du med att införa standardlittera?

Svar: Samma element ska ha samma littera. Plockepinn, byggdelar från de olika typhusen. I min drömvärld ska exakt likadant hus ha exakt samma uppbyggnad på littereringen.

Hur skulle arbetet underlättas i montagefasen ifall standardlittera skulle bli verklighet?

Svar: Jag skulle slippa att göra om körschemat varje gång. Allt skulle vara färdigt för 8 våningar sedan skulle arbetet bestå av att klippa och klistra så att det passar till det specifika projektet.

Vid varje nytt projekt görs det nya beräkningar på alla saker som ska köpas. Detta ska finnas på en databas, som bara finns att hämta hem.

Montagegods ska finnas packade på lager, våning för våning, redo att användas.

Hur sker kontrollen av att ni har fått rätt element?

Svar: En person på bygget tar emot alla transporter och kontrollerar att det stämmer med körschemat. Litterat står skrivet på elementet med sprejffärg.

Hur sker återrapportering av feltillverkade element?

Svar: Ifall det är ett fel, ringer montageledaren direkt till fabriken. Kan vara dålig information från fabriken till bygget.

Kan ett element som passar i t.ex. en produkt även passa i en annan produkt inom Konceptet?

Svar: I min drömvärld så skulle det vara så, men jag tror inte det. Det hade varit guld värt ifall ett utbyte av element mellan andra projekt hade varit möjligt dvs. kunna låna från andra projekt.

1.5 CAD-ingenjör, teknikavdelningen

Standarlittera skall leda till en effektivare process. Vilka moment anser du är mest tidskrävande och kan effektiviseras?

Svar: Vissa saker är inte dokumenterat. Vilket har lett till att man får lägga mycket tid på att leta efter saker. A-handlingarna har inte alltid varit klara gällande spår m.m. Måste göra nya element om det är nya spår.

Vad anser du att standarlittera ska innehålla?

Svar: Vet ej. Ifall huset är identiskt går det att återanvända IMPACT-filerna. Tveksam kring legotänk. Standarlittera kräver att allt ritas om, pilotprojekt krävs för att få ordning på alla stora problem.

För- och nackdelar med det befintliga systemet?

Svar: Hon vill att alla i processen ska ha full koll på vad som gäller.

Hur skulle du vilja använda det i framtiden?

Svar: Vet inte riktigt, framtiden kanske kräver ett nytt system.

Vad innehåller TekniskPärm?

Svar: Nio olika pärmar där ett kapitel handlar om konceptet bl.a. om vindstabilitet, vilka lyft som ska användas m.m. Den är föråldrad, håller på att uppdatera den. TekniskPärm är inte fullt så utförlig så att konstruktören kan följa den, de måste göra lite själva.

Följer alla konstruktörer TekniskPärm?

Svar: Det är ett hjälpmedel.

Hur ser kontaktvägen ut mellan er konstruktörer och fabriken, sker det någon återkoppling?

Svar: Konstruktören får reda på om det är dåligt.

Hur lägger man in spår och mönster i elementen? Är det en linje eller ursparning (3D)?

Svar: Läger in dem för hand. Det är ursparningar.

Kan du hämta hem kompletta våningar från olika projekt för att kunna sätt in i ett annat projekt?

Svar: Vet ej. Kan kopiera våningar inom samma projekt.

Har du idag kunskapen att styra littereringen i IMPACT mot fastställda krav?

Svar: Ja. Kan litterera efter eget huvud. Det är enklast att styra litterat på sandwichelement.

Gör du export av UNITECHNIK-filerna och ELiPLAN-filen till fabriken?

Svar: Ja. Jag exporterar UNITECHNIK-filerna och ELiPLAN-filen till produktionsplaneraren i fabriken. Som i sin tur skickar dessa till de olika hallarna.

Vi har förstått att olika konstruktörer kan använda olika mycket armering, svetsplåtar mm mellan olika typhus. Har du någon kommentar?

Svar: Ja detta har inträffat, ska ej hända i framtiden.

Hur skulle Konceptet utformas så att dina arbetsmoment kan få en stor återupprepningseffekt?

Svar: Följa ett strikt koncept.

1.6 Produktionsledare, fabriken

Beskriv kortfattat processerna i fabriken idag.

Svar: I den nya fabriken sker det en formsättning för varje element som skall tillverkas. De flesta ursparningar tillverkas av plywood. Idag sker allt arbete krig spår manuellt vilket leder till avvikelser som skulle kunna undvikas, tror att det skulle vara bra att använda en fräs. Han har själv sett hur resultatet blir.

Alla element har ett id-nr som läggs in i en tillverkningsordning i datorn, vilken i sin tur har koll på var elementen finns i fabriken. Lasern får instruktioner från datorn att ett visst element är på ingång och projekterar då dess ytterkanter.

1 dag tar formning och gjutning. Sedan tar målningen och monteringen av fönster några dagar ytterligare. Varje element får en etikett med sitt id-nr och en streckkod. Dessa skrivs ut i slusket.

Fabriken vill att fasadskivan är uppåt i formen om man inte har en massa spår som ska göras. Om många spår ska göras tillverkas de med fasadskivan nedåt eftersom det blir då snyggare med listerna.

Tumstocken kommer aldrig att försvinna.

Idag har de tillverkat väggar med många olika spår. Det bäst skulle vara att ta bort spåren i fasaderna, detta skulle förenkla produktionen betydligt.

Att begränsa höjderna på elementen ger färre variationer.

En del element som har tillverkats i fabriken skulle kunna vara konceptelement. Eftersom resultat blev nästan detsamma.

Varje vägg som tillverkas är unik.

Standarlittera skall leda till en effektivare process. Vilka moment anser du är mest tidskrävande och kan tidseffektiviseras?

Svar: I och med införandet av standarlittera så har man inga problem. I dag är det omställningarna för höjder och längder och ursparningarna är olika. Men med standarlittera så vet vi vilka ursparningar som vi ska använda. Finns möjligheter att göra ursparningarna i stål när standarlitterat har införts.

Sparas några andra ursparningar förutom fönsterursparningarna?

Svar: Det finns i dag ett begränsat antal fönsterlittera men för varje nytt typhus kommer det nya fönster, vilket ger nya fönsterlitteror. Allt som går att använda igen sparas. Använder fortfarande ursparningar från det första

produkten. Ursparningarna byts ut när de är slitna. Ursparningarna är inte upp märkta i dag.

Finns det någon möjlighet att lagerhålla olika ursparningar för olika element?

Svar: Det finns möjlighet att lagerhålla ursparningar för varje element i pallar för återanvändning.

Hur lång framförhållning har ni på ursparningarna?

Svar: Ett par dagar. Det tar mellan 6-8 h att göra en fönsterursparning. Mindre ursparningar kan ta mellan 10 min och 1 h.

Vem planerar produktionen i fabriken? Görs det efter körschemat från montageledaren

Svar: Planeraren gör först en grov planering och utgår från montageledarens montageplan. I ELiPLAN finns det med datum för när de ska vara färdiga. Produktionsplaneraren finplanerar efter grovplaneringen.

Hur har ni koll på lagergården med alla färdiga element, logistikmässigt?

Svar: Transportavdelningen har en avropningslista från montageledaren för att planera lastningen från gården. Elementen märks med projektnummer, littera samt id-nummer. De har ett datasystem för att hålla reda på dem i lagret.

Finns det med kostnader för elementen i ELiPLAN-filerna?

Svar: I exporten från IMPACT får man inte med några kostnader. Man kan dock i ELiPLAN lägga in kostnaderna för de olika elementen, detta görs inte idag.

Strekkoden, vad innehåller den?

Svar: Har funderingar på att använda sig mer av strekkoder. Idag finns de med på elementen men de används inte till något speciellt. Han vet inte vad koden innehåller.

1.7 CAD-ingenjör, teknikavdelningen

Har du idag kunskapen att styra littereringen i IMPACT mot fastställda krav?

Svar: Det går men har idag inte fått någon anvisning om styrning.

I fall man ska använda samma littera från ett tidigare projekt krävs det då att man manuellt sätter litterat och att ingen tidigare har använt sig av litterat?

Svar: Ja.

Hur namnges filerna idag?

Svar: UNITECHNIK-filen namnges idag med: projekt.elementtyp.våning.id. Tanken är att man ska använda sig av: projekt.våning.ritningsnamn revidering.id.

Går det att återanvända redan använda styrfiler?

Svar: Det kan inte förekomma dubletter i Lite 2000. Måste skapa ett eget projektnummer. Ifall man lägger in en fil som redan finns i systemet kommer denna inte att läggas in.

Skiljer sig exporterna mellan Lite 2000 och ELiPLAN sig åt?

Svar: Exporterar ett helt projekt till ELiPLAN och enskilda element till Lite2000 vilket gör att de har olika filnamn. Från ELiPLAN generas en lista med id-nummer på de element som ska tillverkas i fabriken.

Är exportfilerna från IMPACT maskinläsbara?

Svar: Ja.

Följer alla konstruktörer TekniskPärm?

Svar: Ibland undrar man, avsteg sker pga. projektspecifika omständigheter.

Sker det ett utbyte av kunskap mellan er på kontoret och fabriken?

Svar: Kan bli bättre. Efter varje projekt ska projektledaren kalla till ett erfarenhetsåterföringsmöte. Det är inte alltid detta har gjorts. Vet ej ifall detta har gjorts vid något projekt.

1.8 CAD-ingenjör, utvecklare av tidigt skede

Standarlittera skall leda till en effektivare process. Vilka moment anser du är mest tidskrävande och kan tidseffektiviseras?

Svar: I Metoden (tidigt skede) finns det inga direkta tidskrävande moment.

Hur benämns filerna i tidigt och detaljerat skede? Sker det någon förändring?

Svar: Har man inte riktigt bestämt sig, idag har man en fil för varje disciplin. I framtiden kan alla discipliner finnas i en fil.

Har Metoden för tidigt skede används någon gång?

Svar: Ja. Först användes Metoden på ett färdigprojekterat hus, internt. Har dock inte använt det fullt ut.

Används bara Metoden till Konceptet?

Svar: Ja

Tanken med Metoden är att ha färdigprojekterade moduler i detaljerat skede. Vad menar ni med detaljerat skede?

Svar: Vi har samma klosstänk som i tidigt skede och generera detaljerat skede från Metoden. Motsvarande information i färdiggjorda block i IMPACT.

I fall standardelement med standardlittera blir verklighet, kan information kopplas till kuben så att en lista kan generas med vilka element som ska tillverkas för projektet?

Svar: Kan koppla standardlittera till kuben för att generera en lista för att slippa tillverka tillverkningsritningar.

1.9 Programutvecklare vid StruSoft

Hur sker uppritning av element?

Svar: Till modellen kopplas anslutningsdetaljer, hörn mm. Lyft, stag, randarmering, kvadratmeternät och öppningsarmering genereras per automatik sen måste dessa kompletteras med armeringsjärn. Allt som ges är bara förslag. Företaget kan själva bestämma vilka detaljer som skall användas och hur de skall kopplas samman. StruSoft levererar ett verktyg och en tom databas sen är det upp till Företaget hur de använder sig av programmet.

Är fönster/dörrar/lyft "objekt" som sätts in i elementet?

Svar: Det är komponenter som har fördefinierad värden på längd, bredd, radie och kanter. Kan kompletteras med andra komponenter som anslutningar, typändar, fönster, dörrar, elementtyper, ingjutningsgods, ingjutningsgodsmallar och armeringsmallar. Detta är färdiga enheter som kan sättas in och som tillhör företagets standarder.

Kan ritstämpeln ändras på ett ställe för att uppdatera alla ritningar i projektet?

Svar: I version 8 kan ändring av ritstämpel ske på ett ställe.

När får elementen id-nummer?

Svar: Id-nummret finns i IMPACT, kan välja att visa dem. Id-numret börjar om från början i ett nytt projekt. IMPACT återanvänder inga id-nummer i ett projekt dvs. letar inte efter lediga id-nummer. Borttaget är borttaget.

Vilka begränsningar har litterat och IMPACT vid omdöpningsprocessen av element?

Svar: Litterat måste vara unikt. Får inte finnas två olika element med samma littera t.ex. en pelare P1 och en vägg P1 i samma projekt. IMPACT känner av ifall elementen är lika inom projektet, om så är fallet får elementen samma littera. Finns ingen funktion för att döpa om element. Ifall en omdöpfung skall ske måste en förändring göras i elementet vilket leder till att man måste mängda om. Nästa steg blir att ta bort ändringen och därefter namnge elementet med nytt littera. Det är en tidkrävande process att döpa om element. Skulle kunna lösa detta.

Det finns idag en funktion som gör att IMPACT kan känna av ifall två element är snarlika. IMPACT ändrar ett av element så att båda blir lika. Toleranserna är idag väldigt små gällande: höjd, längd, bredd och komponenter. Kan ej sätta toleranserna.