



INSTITUTIONEN FÖR TEKNIK OCH BYGGD MILJÖ

MODULBYGGNATION AV BOSTADSHUS
En jämförande studie

Johannes Sundström

Juni 2009

Examensarbete i Byggnadsteknik, 15 poäng (B-nivå)

Handledare: Mia Björk

Examinator: Kjell Westberg

Förord

Jag vill tacka min handledare Mia Björk som har väglett mig under hela examensarbetet. Jag vill även tacka alla deltagare som ställt upp och svarat på frågorna vid intervjuerna.

Johannes Sundström

Gävle, 2009

Sammanfattning

De traditionella produktionsmetoderna av bostadshus leder ofta till fel och kvalitetsproblem i form av t ex fukt- och mögelskador som bland annat orsakas av byggfukt. Ett sätt att komma åt dessa problem kan vara att industrialisera byggprocessen. Syftet med föreliggande studie är att ge svar på vilka för- och nackdelar det finns med att industrialisera produktionen av småhus. Metoden som har använts för studien är intervjuer med öppna frågor till sammanlagt tre företag inom hustillverkning med volymelement. Datainsamling har skett genom en litteraturstudie som har pågått under större delen av arbetet.

Industrialiseringen av bostadsbyggandet är inget nytt fenomen utan har skett successivt under hela 1900-talet och har sin början redan under slutet av 1700-talet. Det första helt fabriksstillverkade huset visades på stockholmsutställningen 1930 vilket gav fart åt utvecklingen av monteringsfärdiga småhus. Något som är speciellt med modulbyggdhus är att volymelement är en förhållandevis stor byggnadskomponent, som tillverkas i en fabrik och sedan måste transporteras till byggplatsen. Transporten av volymelementen begränsas av vägverkets restriktioner med avseende på transportens bredd, längd, höjd och vikt. Storleksbegränsningarna påverkar till stor del planeringen och utseendet på slutprodukten. Resultatet av intervjuerna visade att standardiserade byggsystem för serietillverkning av bostadshus i form av modulsystem med volymelement, är en rationaliserad byggmetod som sker under kontrollerade förhållanden i en fuktfri miljö och leder till låga produktionskostnader. Det finns begränsningar till följd av modulernas dimensioner vilket leder till sämre flexibilitet i planlösningarna hos volymelementbyggda hus. Under byggprocessen vid modulprojektering är det särskilt viktigt med organisation och samordning av transporter, det kräver också ett tidigt samarbete mellan arkitekt och projektledare.

Nyckelord: Modul, volymelement, Byggsystem, prefabricerad, transport.

Abstract

The traditional production methods used on residential houses often lead to errors and quality related problems such as damage due to dampness and mould that are amongst other things, caused by initial moisture. One way to reach these problems could be to industrialize the construction process. The aim of the existing study is to answer the question as to which advantages or disadvantages are to be held from the industrialization of production methods used on residential houses. The method used for the study was interviews with open questions to a total of three independent manufacturers of houses with prefabricated box units. Data has been gathered through a literature study that has been in progress throughout most of the study.

The industrialization of house manufacturing is not a new phenomenon. The process has developed gradually throughout the twentieth century and goes back as far as the 1700's. The first completely factory manufactured house in Sweden was put on show at the Stockholm exhibition in 1930 which escalated the development of prefabricated residential houses ready for erection on in situ concrete slabs. What's special about modular houses is that the prefabricated box units are relatively large structural components that are manufactured in a factory and then must be shipped to the construction site. The shipping of box units is limited to the restrictions set by the Swedish road administration bearing upon factors such as the shipment's width, length, height and weight. These size limitations have a large effect on the planning and appearance of the finished product. The results from the interviews showed that standardized prefabrication systems for massproduction of box units is a rationalized method of construction that takes place under controlled circumstances in a moisture free environment and leads to low production costs. There are limitations due to the size restrictions of the modules which lead to lower flexibility of the plan layout of prefabricated box unit houses. Organization and co-ordination during the construction process of modular planning is of greatest importance and causes for an early cooperation between the architect and project manager.

Keywords: Module, box unit, system construction, prefabrication, shipment

Innehållsförteckning

Förord	2
Sammanfattning	3
Abstract	4
Innehållsförteckning	5
1 Inledning.....	6
1.1 Bakgrund	6
1.2 Syfte och mål.....	7
1.3 Frågeställning	7
1.4 Avgränsningar/Omfattning.....	7
2 Metod/genomförande	8
2.1 Datainsamling.....	8
2.1.1 Intervjuer	8
2.1.2 Ritningar.....	9
3 Industrialiseringsprocessen	10
3.1 Industrialiseringen av bostadsbyggandet	10
3.2 Modulprojektering.....	11
3.3 Transporter	13
4. Resultat.....	15
4.1 Byggsystem	15
4.2 Arkitektur och utformning	16
4.3 Byggprocessen	17
5 Slutsats /Diskussion.....	18
5.1 Metoddiskussion.....	18
5.2 Resultat diskussion.....	19
5.3 Allmän diskussion	19
5.4 Slutsats	20
6 Framtida studier.....	20
8 Referenser.....	21
8.1 Tryckta källor	21
8.2 Elektroniska källor	22
Bilagor.....	23

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Dagens produktionsmetoder av bostadshus är till stor del beroende av hantverksmässiga produktionsmetoder, detta leder till att samma fel och kvalitetsproblem ofta upprepas.¹ Ett vanligt sådant kvalitetsfel är fukt- och mögelskador som bland annat orsakas av byggfukt till följd av felaktig hantering av byggnadsmaterial och felaktigt utförda produktionsmetoder. Ett annat problem med dagens produktionsmetoder för bostadshus är höga produktionskostnader. Vi lever i en tid med bostadsbrist samtidigt som det blir allt dyrare att bygga hus. Enligt Boverket var det i januari 2008, bostadsbrist i 47 % av Sveriges kommuner. Invånarna i kommuner med bostadsbrist utgör 66 % av Sveriges befolkning. Den största bidragande orsaken till att det inte byggs fler bostadshus är enligt Boverket, höga produktionskostnader.² Ett sätt att komma åt dessa problem kan vara att förändra de traditionella produktionsmetoderna genom att industrialisera byggprocessen. Byggindustrin ligger dock långt efter den tillverkningsindustrin. Som en jämförelse till detta kostade den första Volvon 4800 kronor, samtidigt fanns det prefabricerade villor från småhusföretaget Boro att köpa till ett lägre pris. Idag kostar en villa från Boro ca: 1 350 000 kronor och den billigaste Volvon ca: 190 000 kronor. Omräknat till dagens valuta innebär detta att en bil har blivit ca: 50 % dyrare medan en villa har ökat i pris med ca: 1200 % på 80 år.³ Den största anledningen till denna prisökning är inflation men den beror även till stor del på den låga nivån på utvecklingen av industrialiserade byggprocesser jämfört med den traditionella industrin där bilindustrin länge har varit ledande i utvecklingen.¹

¹ Hyll Henrik (2003), Industrialisering av bostadsbyggandet under 1900-talet, Henrik Hyll Avd för Teknisk logistik LTH, Jerker Lessing Avd för Byggnadskonstruktion LTH Campus Helsingborg, (2003)

² Boverket (2008), Bostadsmarknaden 2008-2009 – med slutsatser av Bostadsmarknadsenkäten 2008, ISBN: 978-91-86045-23-4

³ Waern Rasmus (2009), Förtillverkade visioner, Arkitektur 2-2009.

1.2 Syfte och mål

Studien ämnar ge svar på vilka för- och nackdelar det finns med en industrialiserad byggmetod där volymelement i form av standardiserade moduler och modulsystem används vid byggnation av småhus. Det skall även göras en jämförelse mellan olika tillverkare/aktörer av modulbyggda bostadshus som är etablerade på marknaden idag.

1.3 Frågeställning

Vilka för- och nackdelar finns det med att industrialisera produktionen av småhus?
Finns det tydliga problemområden som bör belysas och möjligtvis förbättras?

1.4 Avgränsningar/Omfattning

Examensarbetet har avgränsats till att endast omfatta volymelement och modulsystem (se kap 3.2 Sid. 11) som byggsystem. Det finns flera alternativa metoder för prefabricering av byggnadsdelar så som plan- och ytelement, dessa tas inte upp i denna rapport. Arbetet innehåller inte heller några konstruktionslösningar. Ritningar och presentationsbilder som har framställts i samband med examensarbetet redovisas inte i rapporten.

2 Metod/genomförande

Studien har genomförts som en beskrivande empirisk studie med en kvalitativ ansats för att försöka förstå helheten. Referenstekniken som har använts i rapporten är notsystemet i löpande text med referenslista.⁴

2.1 Datainsamling

Insamling av data har i arbetets början skett genom en litteraturstudie som sedan har pågått under större delen av arbetet. Den litteratur som har använts är tidigare genomförda examensarbeten i ämnet, rapporter, tidskrifter, lagtexter, föreskrifter och böcker.

2.1.1 Intervjuer

Datainsamling har även gjorts med hjälp av intervjuer med öppna frågor. Intervjuerna bestod av 10 frågor med tillhörande följdfrågor, se bilaga A. Tre oberoende företag inom hustillverkning med volymelement intervjuades. De intervjuade företagen nämns inte med företagsnamn i studien utan benämns Företag nr.1, 2 och 3. Totalt kontaktades sju stycken företag som bedriver verksamhet inom hustillverkning med volymelement om möjligheten att bli intervjuade. Av de sju företagen som kontaktades var endast fem intresserade av att ställa upp på en intervju och av de fem var det endast tre som slutligen ställde upp på en intervju. Företagen kontaktades först med ett telefonsamtal som följdes upp med ett e-mail med en beskrivning av tillvägagångssättet på intervjun tillsammans med de frågor som skulle ställas, se bilaga B. Sedan bokades en tid för intervjutillfället. Intervjuerna spelades in med hjälp av en bandspelare med mikrofon. Företag nr. 1 intervjuades i person, företag nr. 2 intervjuades över telefon och företag nr.3 svarade på frågorna genom ett e-mail. Syftet med intervjuerna var att undersöka om det föreligger några tydliga för- eller nackdelar med produktionsmetoden och byggprocessen vid tillverkning av volymelementbyggda hus och om det finns några tydliga problemområden som bör belysas och möjligtvis förbättras. Intervjuerna lyssnades igenom och transkriberades noggrant. Materialet lästes igenom och meningsbärande delar plockades ut och analyserades. Allt material behandlades konfidentiellt.

⁴ Backman Jarl, *Rapporter och uppsatser*: (Lund: Studentlitteratur, 1998)

2.1.2 Ritningar

En del av examensarbetet har bestått av framställning av förslagsritningar till en serie typhus som är anpassade för att byggas med modulsystem. Arbetet med ritningarna gjordes i samarbete med ett modulhusföretag. Då ritningarna skall användas av modulhusföretaget redovisas inte ritningarna i denna rapport. Typhusen skulle vara i ”modernfunktisstil” med putsade fasader och pulpettak. Serien skulle bestå av två stycken tvåvånings enfamiljshus med en boarea på 125 m² respektive 189 m². Ritningarna framställdes i datorprogrammet Autocad architecture 2008 och består av planlösningar, fasader, sektioner och 3D vyer. Arbetet med ritningarna gjordes parallellt med litteraturstudien vilket visade sig vara mycket lärorikt. Många av problemområdena som nämndes i litteraturen som användes i litteraturstudien angående modulprojektering visade sig stämma väl överens med de problem och svårigheter som uppkom i verkligheten vid planeringen av planlösningarna till typhusen. Den största svårigheten var att skapa planlösningar som uppfyller dagens funktionskrav och samtidigt anpassas för produktion med modulsystem. Exempel på funktionskraven som skall uppfyllas är vändningsmåtten som krävs för en rullstol, som är 1300 mm inne i bostaden, med en manuell rullstol⁵. Detta är ett viktigt mått vid planering av utrymmen som hallen vid entrén eller t ex vid 90° sväng från en korridor till ett annat rum. Andra viktiga utrymmen som måste anpassas för att vara tillgängliga för alla är badrum, sovrum och kök. Eftersom rumsbredden begränsas av modulens bredd, blir planeringen och placeringen av rummen något svårare. Det var ändå möjligt att skapa planlösningar som uppfyller alla krav trots de svårigheter som uppkom. Ett sätt att lösa problemet med rumsbredden är att låta ena sidan på två moduler som skall anslutas till varandra vara öppen. Då kan bredare rum och öppna ytor skapas, denna metod ger dock synliga balkar intill taket med en lägre rumshöjd rakt under balken. Det kräver också att ytskikten inomhus som t ex golvsiktan sammanfogas på något sätt efter montering. Det är dock svårt att använda den metoden i badrum då dessa kräver särskilda tätskikt som skall vara homogena för att inte riskera fuktskador.

⁵ Bodin Anders, Hidemark Jacob, Martin Stintzing, *Arkitektens handbok*: (Stockholm: Addera förlag och författarna, 2008)

3 Industrialiseringsprocessen

3.1 Industrialiseringen av bostadsbyggandet

Industrialismen spred sig genom Europa under slutet av 1700-talet och kom till Sverige i mitten av 1800-talet. Industriellt byggande är inget nytt fenomen utan har funnits i olika former under hela 1900-talet. I början av 1900-talet industrialiserades produktionen av byggnadsmaterial. Det var bland annat denna utveckling som startade industrialiseringen av bostadsbyggandet. Ett exempel är Stockholms stadshus som börjades byggas 1911. Den är helt byggd av maskinjort tegel men uppförandet av byggnaden är gjord med traditionella hantverksmässiga metoder. Vid denna tid kom även pelare och däcksystemet som var möjligt tack vare utvecklingen av betong- och armeringstekniken som skedde i slutet på 1800-talet. Industrialismen har inte bara förändrat produktionsmetoderna i byggindustrin utan även förändrat efterfrågan på bostäder. Det uppstod ett stort behov av nya bostäder i och med urbaniseringen som blev till följd av att fabriker växte upp i städerna, befolkningen som tidigare till stor del hade varit mera utspridda i mindre byar på landsbygden flyttade in i städerna vilket ökade behovet av nya bostäder. År 1930 kom det första helt fabriksstillverkade huset, det visades på Stockholmsutställningen vilket gav fart åt utvecklingen av monteringsfärdiga småhus. Det blev även vanligare att ytterväggar i form av planelement förtillverkades med dörrar och fönster i fabrik, till en början konstruerades de som traditionella plankväggar. Med tiden ersattes plankväggarna med träregelverk som fylldes med värmeisoleringsmaterial, ofta träspån men senare även mineralull. Under 1940- och 1950-talen var det stor bostadsbrist i Sverige vilket ledde till att regeringen beslutade att en miljon bostäder skulle byggas under en tio års period, det så kallade ”miljonprogrammet”. Att bygga den mängd bostäder på så kort tid innebar att produktionen av bostäder behövde ökas från ca: 50-60 000 bostäder per år, till 100 000 bostäder per år. Produktionen av småhus dubblerades från år 1952-1977 och tillverkningen skedde även i husfabriker. Det fanns under denna period omkring ett 60-tal småhusfabriker i Sverige som producerade kompletta hus. Utvecklingen av mobila kranar gjorde det också möjligt att hantera allt större byggnadselement. Detta ledde till att fler småhustillverkare började producera hus byggda med volymelement. Efter 1975 försvagades byggbranschen vilket ledde till omstruktureringar i branschen och många fabriker fick läggas ner. Mycket av teknikutvecklingen som hade skett under miljonprogrammet fick därför ingen fortsättning och mycket kunskap gick förlorad.

Med industrialiseringen kom begreppet massproduktion, det visade sig att produktion i stora volymer ger högre produktivitet till skillnad från hantverksmässig produktion som inte drar några fördelar av större volymer. Detta fenomen har att göra med att det finns en inlärningskurva vid massproduktion samt de ställtider som blir i början av produktionen. Det går alltså snabbare att producera produkt nummer 100 än produkt nummer 1 samtidigt som kvaliteten ökar. Hantverksmässig produktion kräver också att varje hantverkare har en bred kunskap och klarar av många olika uppgifter i många olika situationer. Vid massproduktion kan lågutbildad, specialiserad arbetskraft användas i produktionen, då varje arbetare endast har ett fåtal uppgifter att klara av, samt att dessa uppgifter hela tiden upprepas. Upprepningseffekten bidrar även till en säkrare kvalitet på slutprodukten. För att fördelarna skall uppnås med upprepningseffekten krävs det att produkten som skall massproduceras standardiseras.⁶

Den typ av standardisering som tas upp i denna rapport är modulprojektering.

3.2 Modulprojektering

Modul: *”Standardiserad måttenhet, fackterm inom många tekniska och vetenskapliga områden.”*⁷

Modulprojektering innebär en ”samordnad måttstandardisering så att generellt användbara byggelement kan tillverkas industriellt och sammanbyggas med andra byggelement med minsta möjliga inpassningsarbeten och materialspill”⁸.

Med industrialiserad byggproduktion menas framställning av byggnadselement och byggsystem i serier där mått och funktioner upprepas. Ett sätt att göra detta är i modulutförande där flera material och komponenter är sammansatta till hela volymelement. Modulbyggandet liknar mer monteringsindustrin än en traditionell byggarbetsplats, detta medför särskilda krav på samordning av materialflöden och montörer. För att göra processen effektiv krävs det att ”just in time” principer tillämpas. Med ”just in time” menas att de varor som behövs för produktionen produceras och levereras precis i rätt mängd och vid den tidpunkt då de behövs för färdigställande.⁶

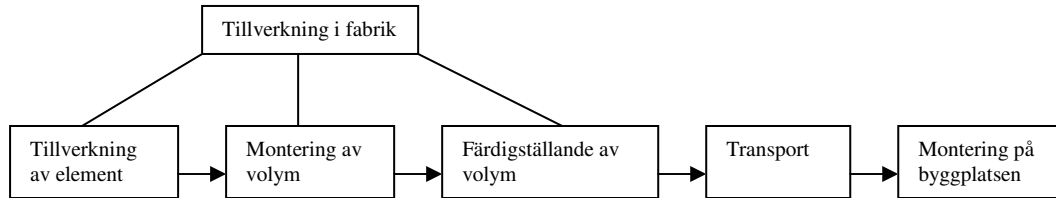
Volymelement definieras enligt TNC 95, plan- och byggtermer 1994 som: *”byggelement med huvudsaklig utsträckning i tre dimensioner och bestående av bjälklagsdel(ar) och två eller flera väggdelar som tillsammans omsluter ett utrymme”*. Något som är speciellt med

⁶ Hyll Henrik (2003), Industrialisering av bostadsbyggandet under 1900-talet, Henrik Hyll Avd för Teknisk logistik LTH, Jerker Lessing Avd för Byggnadskonstruktion LTH Campus Helsingborg, (2003)

⁷ Nationalencyklopedin, <www.ne.se>, sökord: modul. Datum: 2009-04-06

⁸ Boverket (2006), Bostäder byggda med volymelement, *En fall studie av Svenska bostadsprojekt - verklighet och vision*. ISBN: 91-7147-940-6.

volymelement är att det är en förhållandevis stor byggnadskomponent som tillverkas i en fabrik. Efter tillverkning i fabrik måste den transporteras till byggplatsen. Produktionsfasen av ett volymelementbyggt hus kan delas upp i fem faser. 80 % av produktionstiden av dessa fem faser sker i fabrik⁹.



Figur 1: Fem faser i produktionen av volymelementbyggda hus

Volymelementprojekt upphandlas ofta på totalentreprenad, det tycks även finnas en strävan efter att gå från enklast möjliga skiss eller funktionsbeskrivning av byggnaden direkt till produktion utan några mellansteg. Anledningen till dessa hopp i byggprocessen verkar ge den kortsiktigt bästa ekonomin och är minst krävande för stunden. Detta synsätt och agerande kan dock leda till sämre arkitektoniska värden och minskad möjlighet till långsiktiga fördelar.¹⁰ Förutom de arkitektoniska värdena riskerar värdefull erfarenhet från arbetet gå förlorad om nya konstellationer entreprenörer anlitas vid varje nytt projekt.



Figur 2: Exempel på hur tillverkningen av volymelement kan gå till i fabrik.⁸



Figur 3: Exempel på transport och montering av volymelement.⁸

⁹ Höök, M. (2005). *TimberVolume Element Prefabrication*. Luleå University of Technology. ISSN: 1402-1757

¹⁰ Boverket (2006), Bostäder byggda med volymelement, *En fall studie av Svenska bostadsprojekt - verklighet och vision*. ISBN: 91-7147-940-6.

3.3 Transporter

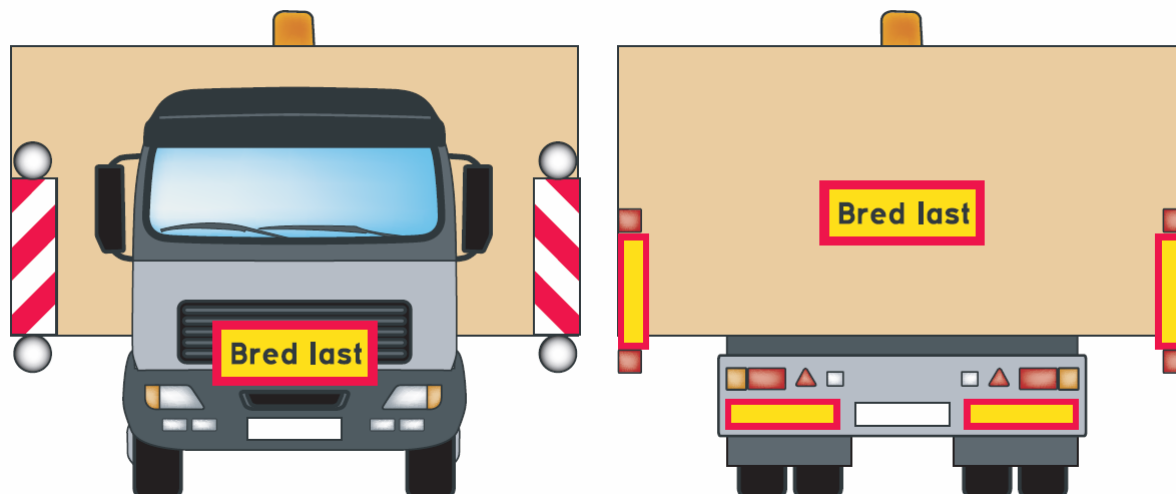
Vid transport av gods på Svenska vägar finns det särskilda bestämmelser om transportens dimensioner med avseende på faktorer som bredd, längd, höjd och vikt. Transport inklusive fordon med last som har en total bredd som överstiger 2.6 meter och/eller en total längd som överstiger 24 meter, kräver särskild dispens från vägverket. Högsta höjd på transporten beror främst på framkomligheten längs vägarna som kan begränsas av t ex broar, viadukter och elledning, den generellt högsta höjden på transporten är 4.5 meter. Bestämmelser om fordons vikt, bredd och längd finns i 4 kap. Trafikförordningen (1998:1276). Undantag får medges om det behövs av särskilda skäl och när transporten kan ske utan fara för trafiksäkerheten, skada på vägen eller någon annan avsevärd olägenhet.¹¹ En av förutsättningarna för att kunna ansöka om dispens är att det som skall transporteras är odelbart. Transporter som kräver dispens följs också av vissa tidsrestriktioner när transport får ske samt andra villkor så som krav på utmärkning, följebil, styrbara axlar och poliseskort. Nedan följer villkoren för långa och breda transporter.

Breddrestriktioner

Bredd:	261 – 310 [cm]	311 – 450 [cm]	Bredare än 450 [cm]
Tidsrestriktioner:	<ul style="list-style-type: none"> Inga 	<ul style="list-style-type: none"> Vid nedsatt sikt I mörker måndag till fredag kl. 06.00 – 09.00 och måndag till torsdag kl. 15.00 – 20.00 Fredag efter kl. 15.00 Dag före sön- och helgdag kl. 10.00 – 18.00 Sön- och helgdag kl. 12.00 – 20.00 Vid andra tillfällen då intensiv trafik kan förutses. 	<ul style="list-style-type: none"> I mörker När sikten är nedsatt Fredag efter kl. 15.00 Dag före sön- och helgdag kl. 10.00 – 18.00 Sön- och helgdag kl. 12.00 – 20.00 Vid andra tillfällen då intensiv trafik kan förutses.
Villkor:	<ul style="list-style-type: none"> Utmärkning 	<ul style="list-style-type: none"> Utmärkning Varnings bil 	<ul style="list-style-type: none"> Utmärkning Varnings bil Polis eskort

Tabell 1: Breddrestriktioner vid transporter på Svenska vägar.¹¹

¹¹ Vägverket (2007). Dispenstransporter, *Tunga -breda och långa transporter*. Best. nr 88170, utgåva 3, Maj 2007.



Figur 4: Exempel på utmärkning vid bred last.¹²

Längdrestriktioner

Längd:	24 – 30 [meter]	30 – 35 [meter]	Längre än 35 [meter]
Tidsrestriktioner:	<ul style="list-style-type: none"> När sikten är nedsatt 	<ul style="list-style-type: none"> I mörker När sikten är nedsatt Fredag efter kl. 15.00 Dag före sön- och helgdag kl. 10.00 – 18.00 Sön- och helgdag kl. 12.00 – 20.00 Vid andra tillfällen då intensiv trafik kan förutses. 	
Villkor:	<ul style="list-style-type: none"> Utmärkning 	<ul style="list-style-type: none"> Utmärkning Varnings bil Styrbara axlar 	<ul style="list-style-type: none"> Utmärkning Varnings bil Styrbara axlar Polis eskort

Tabell 2: längdrestriktioner vid transporter på Svenska vägar.¹²

Vägverkets transportrestriktioner begränsar möjligheten på modulernas storlek.

Storleksbegränsningarna påverkar till stor del planeringen och utseendet på slutprodukten.

Ytermåtten på modulen påverkar innermåtten på modulen, t.ex. om modulen har ett ytermått på 3,30 meter och en väggjocklek på 0,240 meter begränsas rumsbredden till 2,82 meter vilket är relativt lite för t.ex. ett sovrum avsett för två personer. Problemet med den låga rumsbredden går dock enkelt att kringgå genom att växla av övergången mellan två moduler med en balk. Denna metod kan dock ge arkitektoniska begränsningar då avvaxlingen ger synliga balkar intill taket som spänner sig längst hela öppningens bredd.

¹² Vägverket (2007). Dispenstranporter, *Tunga -breda och långa transporter*. Best. nr 88170, utgåva 3, Maj 2007.

4. Resultat

Här redovisas informationen som framkommit vid arbetet med intervjuerna.

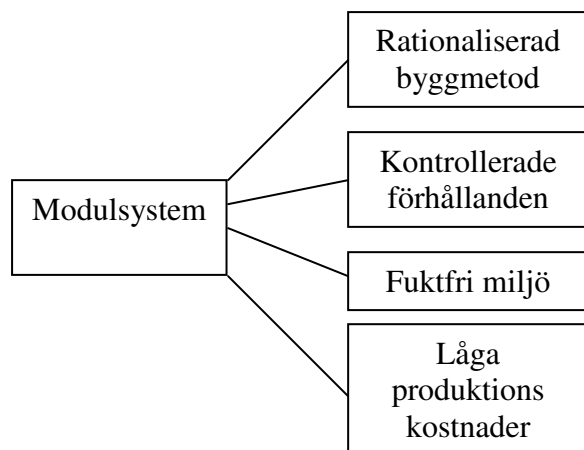
4.1 Byggsystem

Alla tre företagen uppgav att de har ett standardiserat byggsystem för serietillverkning av bostadshus i form av modulsystem med volymelement. Hustyperna som företagen bygger med modulsystem varierade mellan företagen, nedan följer en tabell som redovisar dessa.

Företag nr. 1	Företag nr. 2	Företag nr. 3
Fokuserar på olika koncept bl a. Kontor, skola, äldreomsorg, hotell och Enfamiljshus.	Bostäder i form av villor, parhus, kedjehus, och mindre flerfamiljs hus.	Enfamiljs småhus i 1 och 1,5 plan.

Tabell 3: Hustyper som tillverkas av respektive företag som deltog i intervjun.

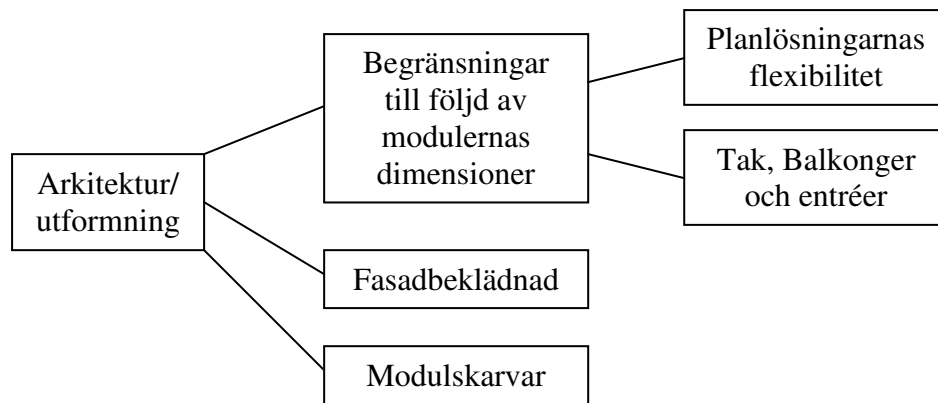
Vid frågan om varför företagen har valt just denna produktionsmetod med prefabricerade volymelement, framför traditionell platsbyggnation svarade alla tre väldigt lika. De byggnadstekniska fördelarna anses av företagen ligga i rationaliseringen av byggmetoden, eftersom färdigställande av husen till stor del sker i fabrik, företag nr. 2 uppgav att hela 80 % av byggnationen sker i fabrik. Fördelen med att så stor del av byggnationen som möjligt sker i fabrik anses av alla tre företagen vara de torra förhållandena, produktionen sker under kontrollerade förhållanden. Dessa faktorer anses minska osäkerheten så som väder och vind som finns vid platsbyggnation samt ökar kvaliteten på slutprodukten. Möjligheten till egenkontroller tycks vara större vid produktion i fabrik, företag nr.2 uppgav att alla moduler provtrycks innan de lämnar fabriken vilket anses öka möjligheten att påverka tätheten hos den färdiga byggnaden. Ekonomin har också en stor roll, alla tre företagen uppgav att produktionskostnaderna för ett volymelementbyggt hus är lägre än produktionskostnaderna vid platsbyggnation. Anledningen till den ekonomiska fördelen anses av företagen bero bl a på standardiseringen av mått och upprepningseffekten vid den industriella tillverkningsprocessen. Storleken på den ekonomiska vinsten framkom dock inte vid intervjuerna.



Figur 5: Grafisk redovisning av egenskaperna hos modulsystem som byggsystem.

4.2 Arkitektur och utformning

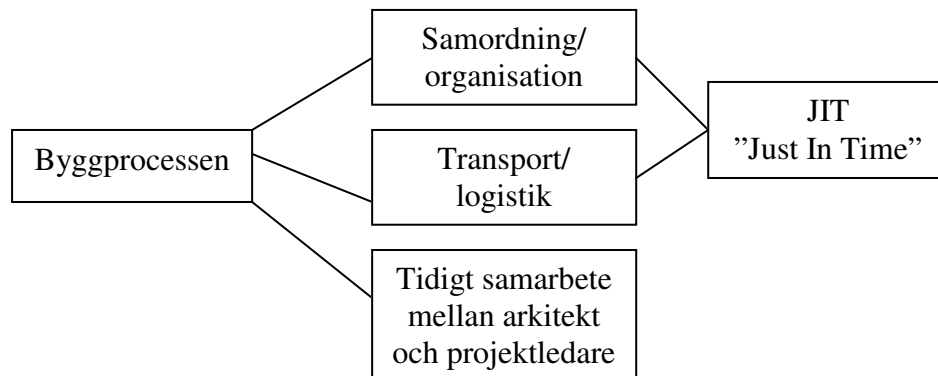
De flesta nackdelar som kommit fram vid intervjuerna har att göra med de arkitektoniska värdena samt aspekterna med begränsningar i utformningen av volymentelementbyggda hus. Det största problemet och mest frekventa nackdelen som framkom vid intervjuerna är dimensionerna på modulerna. Storleksmöjligheten på en modul är begränsad till vad som är möjligt att transportera. Det framkom tydligt av svaren vid intervjun att flexibiliteten vid planeringen av planlösningar inte är lika bra i volymentelementbyggda hus som vid platsbyggda hus på grund av begränsningarna med storleken på modulerna. Några av problemområdena visade sig vara placeringen av badrum/våtrum, då hela dessa måste inrymmas i samma modul. I detta fall är det främst bredden på modulen som skapar problem. De omkringliggande utrymmen måste också passas in vilket medför att flera aspekter av planeringen av planlösningen påverkas. Ett annat men liknade problem är placeringen av t ex trappor och att det oftare förekommer synliga balkar intill taket. Trots dessa problem ansåg alla tre företagen att det går att skapa tillräckligt flexibla planlösningar för att uppfylla moderna krav med deras respektive modulsystem. När det gäller den yttre utformningen av volymentelementbyggda hus svarade två av företagen att det inte förekommer några problem med t ex synliga skarvar i fasadbeklädnaden och att alla typer av fasadbeklädnad går att använda. Medan det tredje företaget svarade att det fanns tydliga brister i utformningen och valet av fasadbeklädnad och det ofta blev en kompromisslösning. Alla tre företagen uppgav att entréer, balkonger och tak inte kommer prefabricerade utan byggs på plats.



Figur 6: Grafisk redovisning av de arkitektoniska egenskaperna hos modulsystem som byggsystem.

4.3 Byggprocessen

Det som framkom vid intervjuerna när det gäller byggprocessen är att organisation och planering är viktigt. Transporten av modulerna mellan fabrik och byggplatsen är en mycket viktig del av processen vid modulprojektering. Också att arkitekten måste komma in i projekteringen i ett tidigt stadium då modultechniken kräver särskild planering, speciellt vid planeringen av planlösningar. Det framgår att det fungerar dåligt att använda modulsystem på ett redan färdigprojekterat projekt. Det positiva med transportfaktorn är att större delen av transporten av material till byggplatsen sker samordnad, det innebär att stora mängder material inte behöver lagras på byggarbetsplatsen. Hanteringen av allt material blir då mer effektiv, risken för skador och stölder minskar samt att det blir mindre spill.



Figur 7: Grafisk redovisning av viktiga punkter i byggprocessen vid modulbyggnation.(Egenbearbetning)

5 Slutsats /Diskussion

5.1 Metoddiskussion

Inledningsvis vill jag säga att datainsamlingsmetoden som användes till studien, där teoretisk insamling av data genom litteraturstudie, kombinerades med det praktiska arbetet med att producera förslagsritningar till typhusen, var en mycket lärorikprocess och enligt mig en bra metod. Mycket av de problem jag stötte på vid planeringen av planlösningarna och de frågor som dök upp gällande praktiska och tekniska lösningar på problem som skulle kunna inträffa vid tillverkningen och monteringen av de färdiga modulerna, besvarades i litteraturen. Med hjälp av de kunskaper som inhämtats vid litteraturstudien i kombination med ritningsarbetet blev det lättare att konstruera en meningsfull intervjuguide. Det visade sig dock vara svårt att få personer att ställa upp på intervjuerna. Som mål med minsta antal intervjuade företag hade jag fem stycken, sammanlagt kontaktades sju företag utifall någon inte ville ställa upp, men endast tre företag ställde slutligen upp på en intervju. När företagen kontaktades verkade de först mycket intresserade av att ställa upp på en intervju. Det visade sig dock att de personer som ansågs kunna svara på frågorna på ett tillfredsställande sätt var ofta mycket upptagna. Jag tror att detta är den största bidragande orsaken till att så få företag ställde upp på intervjun. Skulle jag göra en liknade studie i framtiden skulle jag söka deltagare till intervjuer i ett mycket tidigare stadium av arbetet och lägga mer tid på planeringen av intervjutillfället. Något jag tror i efterhand hade varit lärorikt är om studiebesök hade gjorts på dels en volymelementfabrik och också en byggarbetsplats där montering av volymelement sker. Det tror jag hade gett en djupare förståelse för processen och en mer praktiskt tillämpad och konkret kunskap i ämnet. Sammanfattningsvis är jag nöjd med metoden som använts i examensarbetet.

5.2 Resultat diskussion

De svar och de fakta som har kommit fram som resultat av intervjuerna stämmer ofta väl överens med det förväntade utfallet. Jag tror dock att det kan vara svårt för deltagarna att vid ett intervjutillfälle inte vara partisk, men det behöver inte vara något negativt. Företagen har trots allt lite att vinna på att berätta negativ fakta om deras respektive byggsystem och byggmetoder. Som exempel i kapitel 4.2 Arkitektur/utformning vid svaret om den yttre utformningen av volymelementbyggda hus uppgav två av företagen att det inte finns några brister jämfört med platsbyggnation medan det tredje företaget uppgav att det visst finns brister och att det förekommer kompromissade lösningar vad gäller t ex skarvar mellan moduler och fasadbeklädnader. Av detta har jag dragit slutsatsen att antingen har två av företagen bättre tekniska metoder för att lösa dessa problem eller så förskönar de sanningen en del.

5.3 Allmän diskussion

Industrialiserat byggande har funnits till stor del och i olika former i Sverige under hela 1900-talet. Utvecklingen av den industrialiserade byggprocessen har dock inte alltid följt den övriga och mer traditionella tillverkningsindustrin. Den har hela tiden legat snäppet efter och är inte alls lika sofistikerad och välutvecklad som t ex bilindustrin, trots att utvecklingen av båda dessa industrier startade ungefär samtidigt. En av de stora anledningarna till detta tror jag beror mycket på konjunktursvängningarna som har varit under 1900-talet. Vid de tillfällen då konjunkturer har gått upp har det ofta samtidigt varit bostadsbrist och efterfrågan på bostäder har varit högt. Vid dessa tillfällen är en mer industrialiserad process ett attraktivare alternativ eftersom det då är möjligt att producera stora volymer med kortare byggtider och dessutom till lägre kostnader än vid hantverksmässigt fokuserad produktion. Detta leder till en blomstring av industrialiserat byggande och till att utvecklingen av byggprocesserna och byggsystemen går framåt. När det sen återigen blir lågkonjunktur sker det motsatta. Efterfrågan på bostäder minskar och med detta minskar fördelarna med produktion i stora volymer. Det leder till att tillverkningen stannar av och med den utvecklingen. Trots dessa svängningar i konjunkturer tycks småhusindustrin klara sig bättre än t ex tillverkningen av flerbostadshus. Varför det är så vet jag inte.

5.4 Slutsats

Metoderna som används vid byggnation med volymelement och modulsystem fungerar bra och är välanpassade för tillverkning av småhus. Det finns som med det mesta både för- och nackdelar med denna metod. Fördelarna med modulbyggande uppnås genom standardisering av komponenterna samt rationaliseringen av byggmetoden. Detta ger en produkt med följande fördelar i punktform:

- Lägre produktionskostnader.
- Kvalitetsfördelar i form av minskad risk för fuktskador och tätare konstruktioner.
- Kortare byggtider.
- Samordnade transporter med effektivare hantering av material och minskad risk för skador och stölder.

Trots dessa fördelar finns en del nackdelar som bl a sämre flexibilitet på planlösningarna. Detta är dock inget stort problem och går oftast att övervinna.

6 Framtida studier

Vid flera tillfällen i arbetets gång har det framkommit att de ekonomiska fördelarna med volymbyggnation är större än vid platsbyggnation. Det har dock visat sig vara svårt att få fram siffror som visar att produktionskostnaderna är lägre. Det framgår också att produktion av bostäder i serier per m^2 är mer lönsamt än att tillverka en bostad per m^2 . Frågor som kan vara intressant att få svar på vid framtida studier är: Hur stor är kostnaden för produktionen av 1 m^2 bostad med volymbyggnation jämfört med 1 m^2 bostad med platsbyggnation? Var går gränsen för antalet tillverkade bostäder för att serietillverkning skall vara lönsamt? Det kanske är billigare att tillverka 50 serietillverkade bostäder per m^2 men är det lönsamt med en serie på t ex 5 bostäder?

8 Referenser

8.1 Tryckta källor

- Backman, J. (1998). *Rapporter och uppsatser*. Lund: Studentlitteratur, 1998.
- Bodin, A., Hidemark, J., Stintzing, M. (2008). *Arkitektens handbok*. Stockholm: Adderaförlag och författarna.
- Boverket. (2008). *Bostadsmarknaden 2008-2009 – med slutsatser av Bostadsmarknadsenkäten 2008*. Karlskrona: Boverket. ISBN: 978-91-86045-23-4.
- Boverket. (2006). *Bostäder byggda med volymelement, En fallstudie av Svenska bostadsprojekt - verklighet och vision*. Karlskrona: Boverket. ISBN: 91-7147-940-6.
- Fröjdfält, I. Leijon, A. (2008), *Prefabricerade byggelement, En koncept beskrivning*. Högskolan i Gävle.
- Hyll, H. (2003). *Industrialisering av bostadsbyggandet under 1900-talet*. Henrik Hyll Avd för Teknisk logistik LTH. Jerker Lessing Avd för Byggnadskonstruktion LTH Campus. Helsingborg.
- Höök, M. (2005). *TimberVolume Element Prefabrication*. Luleå University of Technology. Luleå. ISSN:1402-1757.
- Lander, P. Red. (2003), *Arkitekten*, November 2003.
- Plan- och byggtermer 1994*. TNC 94.
- Svensson, M. (2007). *Redovisning av tekniska lösningar för trävolymbyggande*. Luleå tekniska universitet. ISSN: 1402-1617.
- Vägverket. (2007). *Dispenstransporter, Tunga -breda och långa transporter*. Best. nr 88170, utgåva 3, Maj 2007.
- Waern Rasmus (2009), *Förtillverkade visioner, Arkitektur 2-2009*.

8.2 Elektroniska källor

Nationalencyklopedin, <www.ne.se>, sökord: modul. Datum: 2009-04-06

Bilagor

Bilaga A

Modulbyggnation av bostadshus – en jämförande studie.

Intervjufrågor till företag inom småhustillverkning med volymelement.

1) Har (Företagets namn) ett standardiserat byggsystem för serietillverkning av bostadshus?

Svar företag nr. 1:

Ja! Vi bygger i modulsystem.

Svar företag nr. 2:

Ett byggsystem, ja, det har vi. Vi använder vårt byggsystem för serietillverkning. Däremot har vi ingen serieproduktion vad det gäller, vad skall vi kalla det? Husmodeller. Men vi har ett byggsystem som vi använder ut i det fall vi bygger så att säga. Vi har inga egna husprodukter om det är så du menar? Inga villor eller sådana saker, utan vi bygger nya projekt hela tiden men vi använder vårt byggsystem

Svar företag nr. 3:

Ja.

2) Vilken typ av bostäder bygger ni med prefabricerade volymelement?

Svar företag nr. 1:

Vi har fokuserat på olika koncept och bla kontor, skola, förskola, äldreomsorg, hotell och vi bygger egentligen det kunden efterfrågar. Det finns ingenting vi inte klarar av, det mesta klarar man ju av. Fungerar det inte med bara modul så kan det vara en blandning mellan modul och vanlig platsbyggnation. Vi ser att det finns stora möjligheter vi har inte bundit oss till enbart det.

Svar företag nr. 2:

Ja, om du tar element, då har vi för det första en fabrik uppe i Arvidsjaur där vi bygger planelement och så har vi en fabrik i Kristinehamn som bygger volymelement. Men det vi kan säga är att det är hela tiden för bostäder, allt ifrån villor, parhus, kedjehus, och mindre flerfamiljshus.

Svar företag nr. 3:

Enfamiljs småhus i 1 och 1,5 plan.

3) Varför har (Företagets namn) valt denna produktions metod framför platsbyggnation?
Finns det några tydliga fördelar/nackdelar med avseende på. Tex.

– Byggnadsteknik

Svar företag nr. 1:

Ja så är det ju definitivt om du bygger i modul så bygger man i torra fabrikshallar och du vill bygga i en serieproduktion vilket då självklart ger en bättre totalekonomi än om du bygger platsbyggnation och det kan skilja sig mycket i slutpengen i jämförelse med platsbyggnation.

Svar företag nr. 2:

Den största fördelen det är att vi bygger inomhus under kontrollerade förhållanden, och att vi blir väldigt snabb på byggarbetsplatsen. Vi kan färdigställa till kanske 80% i fabrik och resterande del på byggarbetsplatsen, så att vi stör omgivningen mindre, det går mycket fortare och ja, framförallt att vi bygger inomhus i fabrik.

– Stommens material

Svar företag nr. 1:

Vi bygger självklart enligt dagens byggföreskrifter och kan ju bygga vad man vill där också det är egentligen igen skillnad, vi kan bygga det som krävs även när det gäller modul kontra platsbyggnation.

Svar företag nr. 2:

I sig är det i stort sett samma stomme material, principskillnaden är då på platsbyggeri där väder och vind spelar stor roll och vilka hantverkare du har och så får du inte heller den här serieeffekten utan där alla projekt är nya hela tiden. Själva byggsättet skiljer sig inte så mycket åt mot ett platsbyggeri som med volym tekniken.

– Arkitektur/utformning

Svar företag nr. 1:

Där finns det självklart begränsningar när det gäller modul framför allt storlekarna på de här blocken, de kan inte vara hur stora som helst pga. transport svårigheter, men det finns en väldigt stor flexibilitet och oftast så övervinner man de problemen iallafall men självklart det finns begränsningar så är det.

Svar företag nr. 2:

Ja. Vi blir begränsade arkitektoniskt i och med att vi skall transportera våra volymer efter vägarna och speciellt nu när de här mitträckena har kommit fram gör ju det att vi inte kan göra volymer som är mycket mer än 4.10 meter breda utvändigt. Det gör att vi blir begränsade, annars kommer det in synliga balkar och så vidare. Vid platsbyggeri eller planelement så har du större flexibilitet.

– Transport/logistik

Svar företag nr. 1:

Transport/logistik där har vi definitivt begränsningar när du skall transportera de här modul blocken så är det väldigt tydliga regler, du får inte ha högre än 4.50 i höjd och då är det inkluderat höjden på fordonet som transporterar modulen på också, egentligen är det kanske 3.30-3.40 som är max höjden på själva modulen, men det där går att undersöka vilka vägar(transport vägar) man kan ta och så vidare. Det finns möjligheter att få högre men det finns begränsningar. Så är det.

– Byggtider

Svar företag nr. 1:

Det är självklart att när du väl har byggt de här modulerna så är det en väldigt snabb montage ute på byggarbetsplatsen. Man brukar prata om att har du en väldigt bra organisation och en bra planering så en 24st moduler på en dag skall man kunna slå ihop. Det är ganska mycket du kan få på väldigt kort tid, om man tar ett bygg, jag kan inte exakt tider men självklart på ett par tre fyra veckor har du fått ihop en väldigt stor kåk, och skall du plats bygga en sån tar det väldigt långt tid så att det går inte att jämföra. Här är det mesta ligger inne i modulerna så det egentligen bara att koppla ihop de tekniska installationerna och det är ju väldigt enkelt smidigt. Om allting funkar, då är det en väldig väldig skillnad.

– Kvalitet (byggfukt mm.)

Svar företag nr. 1:

Här är det självklart att öppna moduler skall man inte montera när det regnar och man får helt enkelt hålla sig ifrån det, är det torrt och fint väder är det absolut inga problem, oftast så förbereder man även taket, man kan bygga taket på sidan och sen lyfter man upp det som täcker då slipper du den här byggfukten. Jag menar om du bygger platsbyggt och det börjar regna så finns det stor möjlighet att det kan komma in en hel del fukt i det hela, men det slipper du här. Det är en känslig produkt som sådant att den måste vara täckt under hela resan, det kräver en kontroll under byggnationen på ett helt annat sätt. Slutprodukten om det är ett torrt montage den är helt fri från fuktproblem.

Svar företag nr. 3: (inkl. följdfrågor)

Rationell byggmetod, eftersom det går att göra så mycket färdigt i fabrik. Sammanfogning, montering av takkonstruktion och ytskikt på byggplats. Det går att få stora upprepningseffekter. Produktionstekniken ger en del arkitektoniska begänsningar, ex. ytterpanelens utformning och fönsterplaceringar. Husvolymerna är anpassade för lastbilstransport. En del transporter går även med järnväg. Snabb byggtid på byggplats. Monteringstiden tills att huset är "träfärdigt" är 4-7 dagar. Torktid och tid för applicering av

ytskikt tillkommer. Bygga inomhus innebär torrt byggande. Endast några timmar Väderberoende tills underlagstaket är monterat.

- 4) Är det möjligt att få högre kvalitet och/eller lägre produktions kostnader med volymelement byggda hus och i så fall vilka kvalitetsfördelar finns det?

Svar företag nr. 1:

Som jag nämnde tidigare så är produktionskostnaderna betydligt billigare, det är den absolut största anledningen till att man bygger i modul. Men det kräver att det är en viss storlek på byggnationen. Bygger du ett mindre hus så är det säkert en fördel, alltså ett mindre projekt så är det en fördel med platsbyggnation för du behöver inte ha samma projektering på samma sätt och ställa in produktionen. Så fort det blir större produktion, större så att säga byggprojekt så är det definitivt fördel. Och jag menar kvaliteten den kan du ju bestämma här på precis samma sätt som platsbyggnation så att där är det väl ingen skillnad.

Svar företag nr. 2:

Den stora kvalitets skillnaden det är att man utför egenkontroll i fabriken, att man hela tiden gör samma arbete och får en rutin och en erfarenhet av det och som jag säger hela tiden kontrollerade former. Vi provtrycker hela volymen innan vi går ut så att vi har hela tiden större säkerhet och mindre fel än på plats byggeri så att det är den stora fördelen.

Svar företag nr. 3:

Ja och Ja. Uppreppningseffekter i fabrik. Standardiserade mått mm.

- 5) Finns det några begränsningar vid planeringen av planlösningar med moduler/volymelement. Går det att skapa tillräckligt flexibla system för att uppfylla moderna krav. I så fall vilka är begränsningarna?

Svar företag nr. 1:

Åter igen så är det storlekarna på modulerna som är begränsningen men det går att skapa väldigt öppna ytor och jobba fritt inom de ramarna som finns med modul, men det är ju klart att det finns begränsningar så är det ju, åter igen så är det transport logistiken som är problemet när du bygger med modul.

Svar företag nr. 2:

Det är transporter som ställer till det men vi får ändå till det. Vi är inte lika flexibla som ett planelement.

Svar företag nr. 3:

Fönster och våtrum hålls inom samma volym. Det går att få tillräcklig variation när man har många olika planlösningar.

6) Finns det svagheter med modulbyggnation när det gäller de estetiska, funktionella eller arkitektoniska aspekterna av slutprodukten? Tex.

– Husets form

Svar företag nr. 1:

Ja, där vill jag hänvisa till att ja mena varför inte blanda? Varför inte blanda så att säga vanligt konventionellt byggande med modulteknik så kan du få en väldigt fin produkt. Bara modul självklart där har du ju, där blir det ju block. Det är som att bygga med lego så är det ju. Det är klart att lego alltså, de blocken är ju svårt att få arkitektoniskt optimal kanske men, men om blandar så får du en optimal lösning.

– Övergången mellan moduler (skarvar)

Svar företag nr. 1:

Nej. Det är ju inget problem, det går att lösa, Det är inte synbart.

– Fasadbeklädnad

Svar företag nr. 1:

Nej. Definitivt inte. Det går att lösa.

– Takets utformning

Svar företag nr. 1:

Skall taket vara med på modulen då har du inte så många grader att jobba med utan det är en tre-fyra procent lutning som man har att jobba med. Det går återigen att jobba lite platsbyggt där eller ha några andra block bredvid(separat takmodul/volymelement) så kan du fixa till det. Oftast så gör man som så att man bygger (om man nu har ett sadeltak) så bygger man det på sidan och sen så lyfter man upp det så det blir ju lite modul form fast inte modul men ändå så är det prefabricerat.

– Entréer/balkonger

Svar företag nr. 1:

Bygger man separat, det kommer alltid till.

Svar företag nr. 2: (inkl. följd frågor)

balkonger och tak det spelar ingen roll för det görs på plats så att det har ingen betydelse utan det är åter igen samma fråga jag kan max komma upp i de här 4.15 och där har jag en begränsning. Inklädnader mellan volym till volym så kan man säga att det kan man göra på olika sätt. Anntingen sätter man de om vill göra det enkelt så kan man sätta upp en täckbräda, men man kan ju också gipsa igen och plats måla och då ser du ju inte heller skarvarna mellan volym till volym. Så att det är mer än prisfråga än en byggteknisk detalj.

Svar företag nr. 3: (inkl. följdfrågor)

Alla hus har samma djup, men det finns även vinkelhus, vilket ger variation. Standardiserade taklutningar. Man kan få till större variation med platsbyggda entréer, balkonger mm.

7) Ingår installationerna som en del av prefabriceringen av modulerna eller slutar den industrialiserade delen av byggandet med stommen? Finns risken att stommen och installationerna motverkar varandra (fördelarna med prefabriceringen går förlorad)?

Svar företag nr. 1:

Nej oftast så är det så att det ingår. Det är egentligen bara ihopkoppling ute på arbetsplatsen, så att det, det. Jag menar vissa grejer kan vara att man inte väljer att hänga på bara för att det skadas av transporten. Men generellt försöker man att få med så mycket av möjligt.

Svar företag nr. 2:

Nej. Vi har med oss alla installationer. Vi gör el, vs, vent, sprinkler. All installation görs i volymerna, Så att det är bara sammankopplingen emellan volymerna som görs på plats.

Svar företag nr. 3:

Installationerna ingår. Under lång tid inarbetat system.

8) Använder ni er av färdiga lösningar till kök och badrum eller går dessa att anpassas efter beställarens behov/krav?

Svar företag nr. 1:

Det går att anpassa, det finns inga. Det skall inte vara några problem.

Svar företag nr. 3:

I det stora hela färdiga lösningar för kök och badrum. Vissa standardiserade tillval finns.

Fungerar den traditionella byggprocessen för den här typen av byggande eller anser du att det finns ett behov att anpassa byggprocessen för att bättre passa en industrialiserad process?

9) Fungerar den traditionella byggprocessen för den här typen av byggande eller anser du att det finns ett behov att anpassa byggprocessen för att bättre passa en industrialiserad process?

Svar företag nr. 1:

Nej! Jag återknyter hela tiden till ekonomin där att du får en mycket bättre totalekonomi. Så är det här helt överlägset traditionellt byggande. Med det löpande bandet så är det ju bättre det. Då har du ju alltid koll på allting men så fort du skall ställa om, det är ju mycket ställ kostnader om du byter produktion ja menar gör du bara ett block så är det inte lönsamt riktigt, så fort du gör fler block som är liknade så finns det definitivt en lönsamhet, Var exakt den gränsen går det är jag lite osäker på. Men kommer du upp i en 40-50st moduler då är det väldigt lönsamt.

Svar företag nr. 2:

Byggprocessen spelar ingen roll det ända är att vi måste vara med tidigt tillsammans med arkitekten och speciellt om vi skall bygga med volymer just för att få in volym tekniken och det här med storleken på vad vi kan producera och transportera efter vägarna, vi måste få in det tidigt i ett tidigt stadium det går inte att, eller det är väldigt svårt att efter ett redan färdig projekterat projekt gå in och säga att man skall göra det i volymer. Det fungera sällan eller egentligen aldrig utan vi måste vara med tidigt. Men den övriga byggprocessen det spelar ingen roll

Svar företag nr. 3:

Fungerar bra i stort sätt. Viss förfining av byggmetoden görs då och då.

10) Finns det några nackdelar/fördelar vad gäller transporter/logistik vid hus byggnation med prefabricerade volymelement jämfört med platsbyggnation?

Svar företag nr. 1:

Ja definitivt. Det här är den stora Akilles hälen i modulproduktion de kan inte vara hur stora som helst och det ger begränsningar det finns många olika mått både på bredden och på höjden som gör att det blir problem. Du kan ha ganska breda mått ändå du kan ha, transporter

kan vara bredare än 4.50 men då måste du ju ha utmärkt bil, du måste ha varnings bil, du måste ha eskort alltså polis bil, det är alltså ganska krångligt och väldigt dyrt. Då tappar du den ekonomiska fördelen men om du kör med standard bredder på ja, 2.90-3.30 är helt OK. 3.10 tror jag den första gränsen är då måste du ha utmärkning. Går du över 3.10 måste du ha utmärkning och varnings bil, så att gränsen är väl egentligen att 3.10 är , under 3.10 då har du en optimal ekonomi där. Och så om man pratar om transporter så har du lång transport 24-30 meter då är det utmärkning, längre än 30 meter men högst 35 meter då är det utmärkning, varnings bil och styrbara axlar, längre än 35 meter då är det utmärkning, varnings bil, eskort och styrbara axlar. så att det blir ju optimal är det om man kan köra block som är under typ som de här manskapsbodarna typ 9 meter lång och under 3 meter bred då kan du ha två sådana per bil och du kan ju ha ett släp också. Du får du väldigt fin ekonomi.

Svar företag nr. 3:

Många fördelar vid transport, samlastningar, allt på en gång och effektivare hantering av material eftersom du slipper lagra stora mängder material på bygget. En nackdel är skrymmande transport med en del luft.

Övrigt att tillägga?

Svar företag nr. 1:

Ja det är som jag har påpekat hela tiden, de här mindre projekten där kan det vara mer lämpligt med platsbyggnation. Det kräver en projektering i större skala, någonstans går gränsen men det vet jag inte riktigt men som sagt kommer du upp i en serie över 20 st moduler så är det alla gånger så är det alltid fördel med modul.

Svar företag nr. 2:

Sen stora fördelen med att vi bygger i fabrik under väldigt kontrollerade former så vet vi ju exakt vad det kostar, ett platsbyggeri så har du ju väder och vind som kan spela stor roll och osäkerheten. Tyvärr så görs det mycket fel på plats också, på det viset så är det stora fördelar med att komma så mycket prefabricerat som möjligt istället för platsbyggeri.

Bilaga B

Hej.

Mitt namn är Johannes Sundström, jag läser tredje och sista året på byggnadsingenjör programmet med inriktning mot arkitektur och miljöanalys vid högskolan i Gävle. Som en del av mitt examensarbete genomför jag en jämförande studie om modulbyggnation av bostadshus där jag som en del i studien skall intervju ett antal tillverkare/företag av bostadshus tillverkade med prefabricerade volymelement/moduler. Intervjun kommer att genomföras per telefon vid ett på förhand tidsbestämt tillfälle och beräknas ta cirka femton minuter. Intervjun kommer att spelas in men alla medverkande kommer att vara anonyma, företagets namn eller namnet på de intervjuade kommer inte framgå i studien. Jag är väldigt tacksam om du väljer att medverka i studien. Bifogat finns frågorna som kommer vid intervju tillfället.

Tack på förhand.

Med vänlig hälsning

Johannes Sundström

Telefon: xxx-xxxxx

E-mail: xxxxxxxx@xxx.se