



HÖGSKOLAN
I HALMSTAD

Byggingenjör 180

EXAMENSARBETE



Bostadshus med trästomme - Prefabricering eller
Platsbyggnation?

En jämförelse med fokus på tid och kostnad

Anton Svensson

Byggteknik 15hp

Halmstad 2016-05-12

Abstract

This report describes the advantages and disadvantages that are associated with traditional construction and construction with prefabricated components, and how much time and money you can save by prefabrication. The report also describes the future and the development for respective building method and the essential differences between the methods and how they can learn from each other. The results in this study builds on previous studies and a self-study in the form of calculations, nine interviews with stakeholders in the construction industry and three site visits.

This study and previous studies indicates that prefabrication is a time and cost effective building system. The results from this study shows that the cost and the project time required decreased by using prefabrication. The costs decreased with about 3 percent and the project time decreased with 19 percent. There is a larger difference in previous researched studies, that difference may depend on the number of houses studied, the size of the projects and how applicable industrial construction are on the project, also influences comparisons in general.

Sammanfattning

I denna rapport beskrivs för och nackdelarna som finns vid platsbyggnation och vid byggnation med prefabricerade komponenter samt ges ett kalkylmässigt exempel på hur mycket tid och pengar man kan tjäna vid ett industriellt byggande med fokus på trähusbyggande. Vidare beskrivs hur framtiden och utvecklingspotentialen ser ut för respektive arbetsmetod samt vilka de väsentliga skillnaderna är mellan metoderna och hur de kan lära av varandra. Resultatet från studien bygger på tidigare studier samt en egen studie i form av kalkylberäkningar, nio intervjuer med aktörer inom byggbranschen och tre arbetsplatsbesök.

Tidigare forskning och studier tyder på att prefabricering ofta är den mest fördelaktigaste byggmetoden när det kommer till att reducera byggkostnader och den totala projekttiden samt att det genererar mindre spill än platsbyggda konstruktioner och har en hög kvalitet. Enligt egna beräkningar genomförda i samband med en fallstudie och med stöd från RO-Gruppen visade det sig att prefabricering blev ca 3 procent billigare och ca 19 procent snabbare än platsbyggnation. En jämförelse av det egna resultatet och en annan likvärdig studie visar på enhetliga resultat i det avseende att och tidsåtgången för projekteten minskade med prefabricering. Kostnaderna för bostadshusen i ovanstående studie reducerades med 20 procent i genomsnitt och projekttiden med 50 procent i genomsnitt vilket innebär att resultaten pekar i samma riktning. Procentdifferenserna kan bero på antal hus som undersökts, storleken på projekten samt hur applicerbart industriellt byggande är på projektet. Nackdelarna som är förknippat med prefabricering är höga toleranskrav, bristande flexibilitet samt att byggsystemet kräver en omfattad projektering.

Framtiden och utvecklingspotentialen för industriellt byggande bedöms vara ljusare än för platsbyggnation enligt tidigare studier. Det finns många områden som kan utvecklas i det industriella byggandet. Kommunikationen mellan de inblandade aktörerna ses exempelvis som en avgörande del för att systemet skall bli effektivare. I och med att industriellt byggande och prefabricering är ett tidseffektivt byggsystem kan detta eventuellt börja användas mer i framtiden på grund av den utbredda bostadsbristen i Sverige. Trots detta kommer platsbyggnation finnas kvar på grund av byggmetodens höga flexibilitet och kommer användas där prefabricering inte är applicerbart, exempelvis där arkitekter fått fria tyglar och gett byggnader en unik utformning. Utifrån den egna studien och tidigare studier är platsbyggnation flexibelt och tillgängligt men tidskrävande, kostsamt, genererar mer spillmaterial samt och är mer utsatt för väder och vind.

Vad det industriella byggandet eventuellt kan lära sig från det traditionella byggandet är att vara mer flexibel mot kund genom att erbjuda mer valmöjligheter. En hög flexibilitet är även ett av hindren som byggsystemet har då systemet gynnas av enformighet. I motsatt riktning kan platsbyggnation möjligtvis anamma processtänket och lean-filosofin för att nå en ökad effektivitet.

Förord

Detta examensarbete omfattar 15 högskolepoäng och är det avslutande arbetet i min utbildning till Byggnadsingenjör med inriktning på byggproduktion och projektledning vid Högskolan i Halmstad. Samarbetspartern under denna studie har varit RO-Gruppen AB.

Jag vill genom denna studie bredda uppfattningen om prefabricering och platsbyggnation samt genom den genomförda fallstudien utöka kunskapen inom ämnet.

Jag vill framförallt tacka min handledare John Lindgren på Högskolan i Halmstad, Dan Jakobsson, Mikael Knuse och Martin Claesson på RO-Gruppen som varit till stor hjälp i detta arbete. Vill även tacka intervjurespondenter vid arbetsplatsbesök som har varit givande för studien.

Halmstad maj 2016

Anton Svensson

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.1.1	Vilka är för och nackdelarna med prefabricering och platsbyggnation? ...	1
1.2	Trender	2
1.3	Problembeskrivning	3
1.4	Syfte och målsättning	3
1.5	Avgränsningar	3
1.6	Metod	4
2	Teoretisk referensram	5
2.1	Historia och definition	5
2.1.1	Prefabricering	5
2.1.2	Platsbyggnation	6
2.2	Fördelar och nackdelar	6
2.2.1	Prefabricering	6
2.2.2	Platsbyggnation	8
2.3	Kvalité	9
2.3.1	Prefabricering	9
2.3.2	Platsbyggnation	9
2.4	Projektering	9
2.4.1	Prefabricering	9
2.4.2	Platsbyggnation	10
2.5	Logistik och kommunikation	11
2.5.1	Prefabricering och platsbyggnation	11
2.6	Miljöpåverkan	12
2.6.1	Prefabricering och platsbyggnation	12
2.7	Utvecklingspotential och framtid	12
2.7.1	Prefabricering	12
2.7.2	Platsbyggnation	14
3	Metod	17
3.1	Litteraturstudie	17
3.2	Intervjuer	17
3.3	Kalkyler	18

3.4	Validitet och Reliabilitet	18
4	Fallstudie.....	21
4.1	Arbetsplatsbesök.....	21
4.1.1	Fyrbohus i Trosa – Referensobjekt för kostnadskalkylerna.....	21
4.1.2	Sven Johansson Bygg AB	22
4.1.3	Platsbyggd villa i Fristad, Borås.....	24
4.2	Kalkyler	25
4.2.1	Resultat.....	25
4.2.2	Framställning av byggelement.....	25
4.3	Intervjuer	26
4.3.1	För och nackdelar.....	26
4.3.2	Miljöpåverkan	28
4.3.3	Logistik	28
4.3.4	Projektering.....	29
4.3.5	Kvalité.....	29
4.3.6	Utvecklingspotential	30
4.3.7	När ska man använda vad?	31
4.3.8	Hur kan processerna lära av varandra?	31
4.3.9	Framtid.....	31
4.3.10	Sammanfattning av genomförda intervjuer.....	32
5	Diskussion	33
5.1	För och nackdelar.....	33
5.1.1	Prefabricering.....	33
5.1.2	Platsbyggnation.....	34
5.2	Kalkyler	34
5.3	Vilka är de väsentliga skillnaderna mellan processerna och hur kan de lära från varandra?.....	35
5.4	Metod	35
6	Slutsats	37
7	Förslag till fortsatta studier.....	39
8	Källförteckning.....	41
9	Bilagor	45
9.1	Intervjuguide.....	45

I Inledning

I.1 Bakgrund

Bostadsbristen i Sverige är ett välkänt problem. En orsak till den eskalerade befolkningsökningen är asylinvandring. Under 2015 så sökte totalt 162 877 män och kvinnor asyl i Sverige.¹ Till detta kan tilläggas att 82 procent av landets befolkning bor i kommuner som anser att de har ett underskott och en obalans av bostäder på bostadsmarknaden.² För tioårsperioden mellan år 2015 och år 2025 beräknade Statistiska centralbyrån att Sveriges befolkning kommer öka med mer än 1,1 miljoner invånare och i boverkets byggbehovsanalys beskrivs det att det behövs byggas 75 000 bostäder om året mellan åren 2015-2020 för att möta behovet. Vid granskning av relationen mellan de påbörjade bostäderna och befolkningsökningen kan slutsatsen dras att bostadsbehovet inte kommer kunna tillgodoses. Under de senaste 15 åren har Sverige legat under det europeiska snittet när det kommer till bostadsproduktion. I Sverige har det producerats omkring 1,5-3 lägenheter per 100 invånare och det är betydligt lägre än de 4 lägenheter per 100 invånare som producerats i andra europeiska länder där denna bostadsproduktion anses möta bostadsbehovet.³ Av den tydliga befolkningsstatistiken att döma, måste bostadsbyggandet öka.

Det har varit en utbredd bostadsbrist tidigare i Sverige, från år 1965-1975 löstes det dåvarande underskottet i form av miljonprogrammet. Under denna period hade staten hade full insyn i vad som byggdes och hur det byggdes. Fokus låg på effektivitet och produktionstakt och detta uppnåddes genom prefabricering av element och moduler.⁴ Totalt byggdes det 1 005 578 bostäder under denna period och inräknat i dessa var det allt från småhus till höghus. Det är ofta höghusen som många förknippar med miljonprogrammet då dessa utmärkte sig mest och är även de som fått mest kritik.⁵ Idag har miljonprogrammet och industrialiseringen av byggandet fått en negativ bild och det är förstälgt då bostadsområden från miljonprogrammet ofta ser tråkiga ut med sin robusta betong och med hus som knappt går att skilja från varandra. Det är viktigt att lärdomar tas från miljonprogrammet så det industriella byggandet inte får samma dåliga rykte som tidigare.

I.1.1 Vilka är för och nackdelarna med prefabricering och platsbyggnation?

De generella fördelarna som kan utläsas från tidigare forskning vad gällande prefabricering är att arbetsmetoden bidrar med reducerade projektkostnader, kortare projekt, ökad kvalitet på konstruktionen, en bättre optimering av materialen vilket leder till reducerat spill och mindre antal yrkesarbetare på byggsplatsen. ^{6 7 8 9 10}

¹<http://www.migrationsverket.se/download/18.7c00d8e6143101d166d1aab/1451894593595/Inkomna+ans%C3%B6kningar+om+asyl+2015+-+Applications+for+asylum+received+2015.pdf> Hämtad 2016-02-18

² <http://www.boverket.se/sv/samhallsplanering/bostadsplanering/bostadsmarknaden/laget-pa-bostadsmarknaden/riket/> Hämtad 2016-02-10

³ <http://www.boverket.se/sv/samhallsplanering/bostadsplanering/bostadsmarknaden/indikatorer-for-bostadsbyggande/> Hämtad 2016-02-10

⁴ Lidelöw H., Stehn L., Lessing J. och Engström D. (2014) Industriellt husbyggande

⁵ <http://www.boverket.se/sv/samhallsplanering/stadsutveckling/miljonprogrammet/> Hämtad 2016-02-10

⁶ Wajih Shahzad, Jasper Mbachu and Niluka Domingo. (2015) Marginal Productivity Gained Through Prefabrication: Case Studies of Building Projects in Auckland, Buildings Vol.5, Iss 1.

⁷ Vivian W.Y. Tama, C.M. Tamb, S.X. Zengc, William C.Y. Ngb (2007). Towards adoption of prefabrication in construction, Building and Environment vol.42, Iss. 10

Tidigare forskning visar även att några av de nackdelarna som finns med prefabricering och användandet av denna arbetsmetod är kostsamma transporter och krankostnader, det krävs lång ledtid för beställning och leverans av komponenterna, bristande möjlighet att skraddarsy designen under projekteringen, bristande estetik, höga initiala kostnader och bristande bakgrundsforskningsinformation.^{11 12 13 14}

Fördelarna vid traditionellt byggande är att det finns en möjlighet att skraddarsy sitt projekt, beställare och entreprenörer kan alltså bygga utifrån sitt eget tycke och smak utan att begränsa sig till byggelements mått och utformning. Vidare finns det en större möjlighet att utföra ändringar på byggnaden under projektets gång, byggsystemet är inte låst på samma sätt som vid prefabricerade byggelement.¹⁵ Nackdelarna för byggsystemet beskrivs som att det är ett kostsamt system, det ger en längre produktionstid, det genererar mer spillmaterial och ger generellt en sämre kvalitet.¹⁶

1.2 Trender

För att pressa tider och kostnader på byggprojekt har flertalet byggföretag på senare år valt att ta till sig filosofin industriellt byggande och prefabricering allt mer. Företag har valt att flytta in en del av produktionen i fabriker där företagen prefabricerar byggnadskomponenter i olika stor prefabriceringsgrad, allt från planelement till färdiga volymelement och moduler, Älvsbyhus och BoKlok är två lyckade exempel på detta. En anledning till denna utveckling kan vara det faktum att Sverige har väldigt dyr arbetskraft jämfört med andra länder, en byggnadsarbetare kostar 292,03kr/timme idag. Genom att använda sig av prefabricering kan entreprenören reducera antalet byggarbetare på byggplatsen.^{17 18 19} För ett medelstort bostadsprojekt på omkring 20 000 000kr ligger de indirekta kostnaderna för företagen på ungefär 50 000 kr/dag. Kostnaderna är tillexempel hyra av kranar, bodar, maskiner samt att platschef och platsledning räknas in.²⁰ De höga

⁸ Lara Jaillon & Chi
Management and Economics Vol. 28, Iss.10, 2010

⁹ Nick Blismas , Christine Pasquire & Alistair Gibb (2006) Benefit evaluation for off- site production in construction, *Construction Management and Economics* Vol. 24, Iss. 2, 2006

¹⁰ Zhang, Xiaoling;Skitmore, Martin (2012) INDUSTRIALIZED HOUSING IN CHINA: A COIN WITH TWO SIDES, *International Journal of Strategic Property Management* Vol.16, Iss.2, 2012

¹¹ Vivian W.Y. Tama, C.M. Tamb, S.X. Zeng, William C.Y. Ngb (2007). Towards adoption of prefabrication in construction, *Building and Environment* vol.42, Iss. 10

¹² Wajiha Shahzad, Jasper Mbachu and Niluka Domingo. (2015) Marginal Productivity Gained Through Prefabrication: Case Studies of Building Projects in Auckland, *Buildings* Vol.5, Iss 1.

¹³ Lara Jaillon & Chi
Management and Economics Vol. 28, Iss.10, 2010

¹⁴ Zhang, Xiaoling;Skitmore, Martin (2012) INDUSTRIALIZED HOUSING IN CHINA: A COIN WITH TWO SIDES, *International Journal of Strategic Property Management* Vol.16, Iss.2, 2012

¹⁵ Wajiha Shahzad, Jasper Mbachu and Niluka Domingo. (2015) Marginal Productivity Gained Through Prefabrication: Case Studies of Building Projects in Auckland, *Buildings* Vol.5, Iss 1.

¹⁶ Zhang, Xiaoling;Skitmore, Martin (2012) INDUSTRIALIZED HOUSING IN CHINA: A COIN WITH TWO SIDES, *International Journal of Strategic Property Management* Vol.16, Iss.2, 2012

¹⁷ Nick Blismas , Christine Pasquire & Alistair Gibb (2006) Benefit evaluation for off- site production in construction, *Construction Management and Economics* Vol. 24, Iss. 2, 2006

¹⁸ <http://www.scb.se/sv/Hitta-statistik/Statistik-efter-amne/Arbetsmarknad/Loner-och-arbetskostnader/Arbetskostnadsindex-for-arbetare-och-tjansteman-inom-privat-sektor-AKI/7967/7974/248027/> Hämtad 2016-02-18

¹⁹ http://www.svensktnaringsliv.se/fragor/fakta-om-loner-och-arbetstid/fola2015/7-internationella-loner-och-arbetskraftskostnader_619550.html

²⁰ RO-gruppen 2016-01-18 Borås

kostnaderna gör att projekten blir ekonomiskt känsliga för förseningar och komplikationer.

Ett mindre lyckat försök på att försöka industrialisera byggandet genom att flytta in det i fabrik var NCC Komplet som startade sin tillverkning 2006. Byggsystemet bestod av planelement i betong samt bjälklag av dubbel struktur i stål. Byggelementen levererades som platta paket och badrummen kom i färdiga moduler som lyftes in. En av anledningarna till att byggsystemet inte lyckades etablera sig på marknaden var den höga flexibilitet som det hade mot kund. Eftersom byggsystemet inte lyckades hålla produktionstakten i fabriken ledde detta till att platsbyggande behövde genomföras som i sin tur höjde kostnaderna. NCC Komplet avslutades 2008 och producerade totalt 300 lägenheter.²¹

1.3 Problembeskrivning

I och med den utbredda bostadsbristen i Sverige och den förväntade befolkningsökningen måste bostadsbyggandet öka. En relevant fråga är därför om prefabricering/industriellt kan byggande vara framtidens byggmetod med grund i dess höga produktionseffektivitet. Från att projekt varit helt platsbyggda har nu utvecklingen gått mot en mer effektiviserad produktion med hjälp av prefabricering men är prefabricering alltid det bästa och självklara alternativet? Hur mycket tid och pengar tjänar man egentligen på att använda sig av prefabricering?

1.4 Syfte och målsättning

Syftet med rapporten är göra jämförelse mellan platsbyggnation och ett byggande där man arbetar med hög prefabriceringsgrad. Jämförelseanalysen innefattar följande frågor:

- Hur skiljer sig traditionell bostadsproduktion från bostadsproduktion med hög prefabriceringsgrad med avseende på ekonomi och produktionstid?
- Vilka är för och nackdelarna vid respektive process och hur ser framtiden och utvecklingen ut?
- Vilka är de väsentliga skillnaderna mellan processerna och hur kan de lära från varandra?

1.5 Avgränsningar

Den ekonomiska jämförelsen avgränsas till projektering och produktion, från projektering tills att nyckeln till det huset lämnas till den nya ägaren, förvaltning av husen exkluderas i denna jämförelse. Att jämföra den ekonomiska aspekten är en naturlig avgränsning eftersom den är en av anledningarna till att välja ett industriellt byggande. Den teoretiska jämförelsen avgränsas utöver detta till följande områden: (i) Kvalité eftersom det kan förekomma en väsentlig kvalitetsdifferens mellan byggmetoderna. (ii) För och nackdelar för att se när respektive byggmetod är

²¹ Lidelöw H., Stehn L., Lessing J. och Engström D. (2014) Industriellt husbyggande

applicerbar. (iii) Projekteringspåverkan och logistik då det är allmänt vedertaget att det finns en betydande skillnad mellan processerna. (iv) Framtid och utvecklingspotential för att se vilken av byggmetoderna som eventuellt kommer användas mest i framtiden. (v) Miljöpåverkan då detta är en betydande aspekt att ta hänsyn i alla typer av byggnationer och att miljön är ett aktuellt diskussionsområde både i nutidens byggnationer men framförallt i framtidens byggande. Till sist har arbetsmiljöaspekter (vi) tagits med då detta är ett område som är viktigt att ta hänsyn till när man avgör valet av byggmetod.

1.6 Metod

En kvalitativ metod har använts för att kartlägga produktionskedjorna och detaljstudera de olika processerna och deras steg samt göra en tids och kostnadskalkyl för respektive process. Nyproduktion av fem flerbostadshus i Trosa har varit det projekt som använts i tids och kostnadsjämförelsen. Vidare har tre arbetsplatsbesök gjorts för att få en bättre uppfattning hur byggmetoderna går till. Nio intervjuer har genomförts med olika aktörer i byggbranschen för att få en uppfattning av vad branschen tycker om respektive byggmetod.

2 Teoretisk referensram

I detta avsnitt beskrivs vad tidigare forskning och studier tagit upp om prefabricering och platsbyggnation. Vad prefabricering och platsbyggnation är, dess historia, för och nackdelar, kvalitet i respektive byggmetod, inverkan på projektering, logistik, miljöpåverkan och dess utvecklingspotential.

2.1 Historia och definition

2.1.1 Prefabricering

Definitionen av prefabricering enligt nationalencyklopedin är:

”Förtillverkning av delar på en annan plats än där den färdiga produkten tar form.”²²
Alltså prefabricering innebär att produkten helt eller delvis förtillverkas utanför byggplatsen och fraktas dit för montage.²³

Den som var först med prefabricering i Sverige så som den ses idag var arkitekten Fredrik Blom och hans syfte med prefabricering av byggnader var flyttbarhet. Han ville kombinera hållbarheten hos ett hus med ett lättrest tält. Det restes två hus med denna teknik på 1820-talet åt den svenska kungen Karl XIV Johan, ett på Ladugårdsgärde som är ett militärt övningsområde i Stockholm och ett på Djurgården på Rosendals slott. De som först i Sverige med att introducera typhus i kataloger var Fogelfors bruk i Småland som ägnade sig åt prefabricerade bostäder med trästomme. År 1907 presenterade de sina första typhus. Ritningarna och beskrivningar standardiserades och blev senare översatt till tyska, engelska och franska. Idag finns företaget inte kvar då de gick i konkurs 1984.²⁴

Det stora startskottet för prefabricering var efter 1960-talet då det rädde en utbredd bostadsbrist i Sverige. Denna period fick namnet miljonprogrammet, under en 10årsperiod byggdes omkring 1 miljon bostäder där av namnet miljonprogrammet. Fokus hos den svenska staten låg främst på produktionseffektivitet vilket vidare har lett till att det industriella byggandet fått en dålig stämpel. I och med att produktionseffektivitet låg i fokus valdes generellt alltid standardlösningar vilket har lett till att byggnaderna och de nya bostadsområdena som byggdes under denna period fått bristande estetik. Utmärkande för bostadsområdena är husen i betong som knappt går att skilja från varandra.²⁵ Jämfört med hur prefabricering såg ut under miljonprogrammet och hur det ser ut idag så har utvecklingen för den moderna prefabriceringen gått framåt, nya konstruktionsmetoder har utvecklats med nya materialval, den övergripande kvalitén har ökat samt att den arkitektoniska utformningen har blivit mer flexibel.²⁶

²² <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/prefabricering>

²³ Lidelöw H., Stehn L., Lessing J. och Engström D.(2014) Industriellt husbyggande

²⁴ Lidelöw H., Stehn L., Lessing J. och Engström D.(2014) Industriellt husbyggande

²⁵ http://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2006/bostader_byggda_med_volymelement.pdf

²⁶ http://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2006/bostader_byggda_med_volymelement.pdf

I dagsläget motsvarar prefabricerade konstruktioner 70 procent av alla byggnader som byggs i vissa länder i Europa så som vårt grannland Finland. Detta beror på att byggsystemet är effektivt med snabb montering av huset på plats och har ökad kvalitet.²⁷

2.1.2 Plastbyggnation

Lösvirkeshus innebär att en regelkonstruktion uppfört av virke byggs på plats med hjälp av fallande längder som levereras och kapas på plats.²⁸ Historiskt sett så är platsbyggnation den byggmetod som använts mest vid bostäder med tanke på att prefabricerade byggelement introducerats i byggbranschen relativt sent. Under 1800-talet slut skedde dock ett bakslag för större platsbyggda konstruktioner i trä som förbjuds då flera omfattande bränder i städerna förekommit i samband med industrialiseringen och inflyttning till städerna. Detta förbud som gällde i över 100 år bidrog med att den generella kunskapen om större platsbyggda hus i trä blev sämre samt att forskningen kring denna byggmetod delvis avstannade på grund av den bristande efterfrågan. Under denna period utvecklades armerad betong och blev allt mer populärt i branschen. Det var inte förrän i samband med att Sverige gick med i EU och förbudet mot trähus med fler än två våningar bröts som byggsystemet började ta fart igen. I och med det utdragna förbudet har den negativa uppfattningen om byggsystemet levt kvar, att lösvirkeshus är brandfarligt, lyhört och omodernt. För att få fart på utvecklingen och öka konkurrensen inom byggbranschen togs ett politiskt initiativ som innebar att den svenska regeringen införde den nationella träbyggnadsstrategin år 2005.²⁹

2.2 Fördelar och nackdelar

2.2.1 Prefabricering

I en studie av Shahzad, Mbachu and Domingo (2015) tas skillnader i tid och kostnader upp mellan traditionellt byggande och byggande med prefabricerade komponenter.³⁰ Huvudsyftet med studien har varit att belysa dessa två aspekter och hur fördelarna som prefabricering bidrar med ändras beroende på byggnadstyp. Författarna har genomfört en fallstudie i Auckland i Nya Zeeland där de undersökt 66 byggnadsprojekt var av 33 av undersökningsobjekten var bostadshus. Av dessa 66 projekt som undersöktes utgjorde planelement majoriteten av den prefabriceringsgrad som undersöktes med 45 procent av byggprojekten 30st. Författarna har samlat in information i form av kostnader och annan data som berör de enskilda byggnaderna och sedan applicerat ett industriellt byggande på respektive byggnad för att de potentiella kostnads- och tidsdifferenserna som uppkommer. Resultatet från studien visar att med prefabricering kan kostnaderna för

²⁷ Amir Faghirinejadfarda, Amir Mahdiyara, Abdul Kadir Marsonoa, Saeed Reza Mohandesa, Hossein Omranya, Sanaz Tabatabaee, Masine Md Tapb (2015) ECONOMIC COMPARISON OF INDUSTRIALIZED BUILDING SYSTEM AND CONVENTIONAL CONSTRUCTION SYSTEM USING BUILDING INFORMATION MODELING, *Jurnal Teknologi* Vol.78, Iss.1 2015

²⁸ <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/l%C3%B6svirkeshus> 2016-04-16

²⁹ <http://webbutik.skl.se/bilder/artiklar/pdf/7585-016-0.pdf> hämtad 2016-04-16

³⁰ W. Shahzad, J. Mbachu and N. Domingo. (2015) Marginal Productivity Gained Through Prefabrication: Case Studies of Building Projects in Auckland, *Buildings* Vol.5, Iss 1.

bostadshusen reduceras med 20 procent i genomsnitt, reducera projekttiden med 50 procent och en få en ökning i effektivitet med 11,1 procent i genomsnitt. I genomsnitt över de 66 projekten så minskade kostnaderna med 19 procent, tiden med 34 procent och effektiviteten ökade med 7 procent med hjälp av prefabricerade komponenter. Vidare så belyser studien att byggnadstypen påverkar genomföringstiden för projektet när entreprenören bygger med prefabricerade komponenter. Tiden för projektet kan bli kortare med prefabricering gentemot traditionellt byggande beroende på byggnadstyp. Var gällande kostnadsaspekten och produktiviteten så påverkas inte dessa beroende på vilken typ av byggnad som upprättas. Slutsatser som kan utläsas av denna studie är att användning av prefabricerade komponenter bidrar med snabbare genomföring av projekt, lägre projektkostnader och en högre produktivitet. De resterande fördelarna som belyses i artikeln förutom de senast nämnda är att byggmetoden bidrar med en ökad konstruktionskvalité, reducerat spill på arbetsplatsen och bättre hälsa och säkerhet på arbetsplatsen, detta grundar författarna på den tidigare forskningen som finns inom ämnet. Utöver de fördelar som beskrivs i artikeln tas även nackdelar upp. De problem och nackdelar som är relaterade till byggmetoden är estetiska brister, bristande designflexibilitet, leveranstider och kostsamma transporter och krankostnader.

Spill är en oerhört viktig aspekt att ta i hänsyn oavsett byggnadsmetod och är en av de huvudsakliga faktorerna som har en negativ påverkan på miljön inom byggbranschen. I en studie av Tama, Tamb, Zengc, and Ngb (2007) belyser författarna hur spill kan reduceras med hjälp av prefabricerade komponenter och de generella för och nackdelar med prefabricering.³¹ Vidare har resultatet i studien tagits fram genom 200 enkäter som skickats ut till statliga myndigheter, utvecklare, konsulter, huvudentreprenörer och underleverantörer där 64 enkäter skickats tillbaka fullständiga. De generella fördelarna som tas upp är att prefabricering kan reducera byggkostnaderna, korta konstruktionstiden, spillreducering och en bättre kvalité genom tester före installation. Vidare beskrivs de generella nackdelarna vid användning av prefabricering som att projektet får en högre initial kostnad, bristande flexibilitet för ändringar, bristande information om prefabricering och att det är ett tidskrävande byggsystem i projekteringsskedet. Resultatet från studien visar att upp till 84,75 avfallet kan reduceras med prefabricerade komponenter när det kommer till byggande med betong, armering, puts och tegel.

Enligt en studie Zhang & Skitmore (2012) beskrivs de generella hindren med industriellt byggande och prefabricerings som brist på kranar med tillräcklig krankapacitet, brist på standardkomponentstillverkare, höga initiala kostnader, skickliga yrkesarbetare med höga löner och bristande design flexibilitet.³²

³¹ Vivian W.Y. Tama, C.M. Tamb, S.X. Zengc, William C.Y. Ngb (2007). Towards adoption of prefabrication in construction, *Building and Environment* vol.42, Iss. 10

³² Zhang, Xiaoling;Skitmore, Martin (2012) INDUSTRIALIZED HOUSING IN CHINA: A COIN WITH TWO SIDES, *International Journal of Strategic Property Management* Vol.16, Iss.2, 2012

I en studie av Jaillon & Poon (2010) har författarna haft ett liknade tillvägagångssätt som i de ovanstående studierna där enkäter skickats ut och intervjuer hållits med ingenjörer, entreprenörer och arkitekter för att analysera de för och nackdelar som finns med prefabricering.³³ De fördelarna som lyfts fram är en ökad kvalitetskontroll, reducering av byggavfall, förbättrad hälsa och säkerhet för yrkesarbetarna, reducering av materialanvändning, minskad arbetskraft och reducering av konstruktionstid samt de totala projektkostnaderna. Vidare så är nackdelarna med prefabricering enligt studien höga initiala kostnader, framkomligheten vid transporter, transporter, bristande flexibilitet, längre projektering och bristande kunskap av prefabricerade komponenter.

Genom läsning och granskning av vad tidigare forskning belyser inom ämnet ses att resultaten är enhetliga, vilket gör att de återkommande och generella för och nackdelarna med prefabricering och användandet av denna byggmetod kan säkerställas till följande utan inbördes ordning:

Fördelar: 1. Reducerad projekttid 2. Lägre projektkostnader 3. Förbättrad kvalitet 4. Reducering av spillmaterial 5. Förbättrad hälsa och säkerhet för yrkesarbetarna 6. Mindre arbetskraft

Nackdelar: 1. Bristande flexibilitet 2. Transporter 3. Höga initiala kostnader 4. Kunskap om prefabricering 5. Längre projekteringstid 6. Framkomlighet

2.2.2 Platsbyggnation

I de nackdelar som beskrivs för prefabricering i ovanstående avsnitt har platsbyggnation några av sina fördelar. Vid lösvirkeshus finns möjligheten att anpassa byggnaden helt efter kundens önskemål eftersom du inte är låst till några mått eller några specifika byggelement. I och med den höga flexibilitet som systemet har finns möjligheten att göra sena ändringar i en större utstäckning än vid prefabricering där sena ändringar i stort sett inte går att genomföra huvudtaget. Transporter och logistik blir inte ett lika kritiskt moment eftersom en byggvaruhandlare ofta finns närmare än en prefableverantör vilket innebär att vid lösvirkeshus kan materialinköp planeras utifrån byggarens eget tyckande utan att behöva ta hänsyn till leveranstider och långa transporter som kan förekomma vid prefabricering. Projektering och planeringen vid ett lösvirkeshus är därför mer förlåtande på grund av den höga flexibilitet som systemet har. Skulle leveransen av byggelementen vara försenad eller inte dyka upp vid ett hus med prefabricerade komponenter så stannar hela bygget upp men detta problem förekommer inte på samma sätt vid platsbyggnationer.

Vänder man på det och ser till alla fördelar som finns med prefabricering så finns i stort sett alla nackdelar för lösvirkeshus där. Själva uppförandet av huset tar längre tid, generellt ger platsbyggnation högre projektkostnader eftersom det är en utdragen

³³ L. Jaillon & C.S Poon (2010) Design issues of using prefabrication in Hong Kong building construction, *Construction Management and Economics* Vol. 28, Iss.10, 2010

process. Generellt ger byggmetoden en sämre kvalitet eftersom byggaren inte har samma kvalitetskontroller som vid framställning i fabrik. Vidare genererar lösvirkeshus mer spillmaterial och du behöver mer arbetskraft än vid ett projekt som använder sig av byggelement.

Fördelar: 1. Hög flexibilitet

Nackdelar: 1. Högre projektkostnader 2. Längre produktionstid 3. Generellt sämre kvalitet 4. Genererar mer spill 5. Ökad arbetskraft

2.3 Kvalité

2.3.1 Prefabricering

Hög kvalitetssäkring är en av de största fördelarna som prefabricering medför genom att de byggs inne i fabrik. Med skydd från väder och vind framställs byggelementen i en fuktsäkermiljö. Den effektiva monterings tiden av exempelvis ett modulhus som enbart kan ta en arbetsdag bidrar till att ett tätt hus nås på motsvarande tid, vidare sker monteringen under goda väderförhållanden för att minimera att fukt inte byggs in i konstruktionen.³⁴ Genom en strikt och genomtänkt planering uppnår byggaren en fuktsäkerhet genom att transporter, montage och eventuella väderskydd fungerar på som planerat.³⁵ För att garantera att byggelementen inte påverkas av fukt eller andra yttre omständigheter under transport paketeras dem väl inne i fabriken och emballaget bryts endast i samband med monteringen.³⁶ För att uppnå en hög täthet i huset och låg energiåtgång krävs det att skarvar och fogarna mellan byggelementen utformas på ett bra sätt för att säkerställa att krav och funktion uppfylls.³⁷

2.3.2 Platsbyggnation

Generellt sett är allt trähusbyggande känsligt för fukt och lösvirkeshus är särskilt känsligt på grund av den relativt långa tiden det tar att resa huset och nå tätt hus. Genom ett väderskydd kan entreprenören både se till att en fuktsäker konstruktion uppnås samt att entreprenören kan hålla sin tidsplan lättare eftersom byggnationen inte blir lika beroende av yttre omständigheter i form av väder och vind vilket innebär att arbetarna kan arbeta oavsett väder.³⁸

2.4 Projektering

2.4.1 Prefabricering

Uppfattningen av hur projektering och planering ändras vid byggnation med prefabricerade element är inte enhetlig mellan ingenjörer, entreprenörer och arkitekter. Enligt en studie av Jaillon & Poon (2010) beskrivs att projektering är

³⁴ <http://www.traguiden.se/planering/planera-ett-trabygge/byggsystem/volymelement/volymelement-projekterings--och-produktionsaspekter/?previousState=10100> hämtad 2016-04-08

³⁵ <http://webbutik.skl.se/bilder/artiklar/pdf/7585-016-0.pdf>

³⁶ <http://www.traguiden.se/planering/planera-ett-trabygge/byggsystem/volymelement/volymelement-projekterings--och-produktionsaspekter/?previousState=10100> hämtad 2016-04-08

³⁷ <http://webbutik.skl.se/bilder/artiklar/pdf/7585-016-0.pdf>

³⁸ Lidelöw H., Stehn L., Lessing J. och Engström D.(2014) Industriellt husbyggande

något som skiljs åt drastiskt beroende på yrke.³⁹ Den förlängda och omfattande projekteringen som byggmetoden medför ser arkitekterna och ingenjörerna som en stor nackdel gentemot uppfattningarna hos entreprenörer. Förklaringen till detta beror på att projekteringen inte hamnar på entreprenörernas bord på samma sätt som hos de två andra aktörerna då entreprenörernas huvuduppgift är framställning av byggnaden. Detta förutsätter att entreprenören använder sig av någon annan entreprenadform än totalentreprenad annars uppfylls inte detta.

En förutsättning till att byggaren skall nå kortare byggtider med industriellt byggande som är en av byggsystemets största fördelar kräver att beställaren väljer en utformning på huset som gynnar industriellt byggande. Projektering och planering är i och med detta ett kritiskt moment för att byggsystemet skall fungera felfritt. Ju högre grad av prefabricering beställaren vill ha desto viktigare är beställarens planering och projektering. Vidare är samverkan och kommunikationen mellan arkitekter och konstruktörer samt att de kommer in tidigt i projektet av yttersta vikt.⁴⁰

Även fast byggsystemet bidrar med höga initiala kostnader vid inköp av elementen så leder byggsystemet till att totalkostnaden för projektet blir lägre.⁴¹

2.4.2 Platsbyggnation

Den stora skillnaden mellan traditionellt byggande och industriellt byggande är processtänket som finns vid industriellt byggande. I traditionellt byggande ses varje projekt som ett enskilt projekt och länkar inte tidigare projekt till varandra på samma sätt som vid ett industriellt byggande. I det industriella byggandet investeras i en mer ingående dokumentering där förbättringsmöjligheter och arbetssätt tas vara på för att senare implementeras i kommande projekt för att nå en ökad effektivitet. Vid ett projektbaserat bygge betalar kunden inte för utvecklingskostnaden som finns vid ett industriellt bygge eftersom varje projekt ses som unikt, istället står kunden för projekteringskostnaden. Att varje projekt ses som unikt ger stor designflexibilitet eftersom byggaren inte är låst till några speciella mått eller en strikt utformning som vid prefabricering. Men eftersom byggbranschen överlag är konservativ kan detta innebära att entreprenören oftast bygger som den alltid gjort utan att utnyttja lärdomarna från kollegor och andra projekt vilket gör att entreprenören börjar från början på varje nytt projekt. Detta innebär i sin tur att byggaren inte vet exakt hur mycket bygget kommer kosta eller hur lång tid det kommer ta. Detta innebär dock inte att ett industriellt byggande och prefabricering alltid är billigare då detta arbetssätt har en kostsam och utdragen projektering.⁴² Under projekteringen vid ett

³⁹ L. Jaillon & C.S Poon (2010) Design issues of using prefabrication in Hong Kong building construction, *Construction Management and Economics* Vol. 28, Iss.10, 2010

⁴⁰ <http://webbutik.skl.se/bilder/artiklar/pdf/7585-016-0.pdf>

⁴¹ Amir Faghirinejadfarda, Amir Mahdiyara, Abdul Kadir Marsonoa, Saeed Reza Mohandesa, Hossein Omranya, Sanaz Tabatabaee, Masine Md Tapb (2015) ECONOMIC COMPARISON OF INDUSTRIALIZED BUILDING SYSTEM AND CONVENTIONAL CONSTRUCTION SYSTEM USING BUILDING INFORMATION MODELING, *Jurnal Teknologi* Vol.78, Iss.1 2015

⁴² Lidelöw H., Stehn L., Lessing J. och Engström D.(2014) Industriellt husbyggande

trähusbyggande är det viktigt att ett väderskydd räknas in i budgeten eftersom detta är en förutsättning för att kunna bygga relativt torr och fuktsäkert.⁴³

2.5 Logistik och kommunikation

2.5.1 Prefabricering och platsbyggnation

I och med att byggaren övergår från platsbyggnation till prefabricerade komponenter blir arbetsplatsen mer en montageplats där allt måste flyta på så bra som möjligt för att byggaren skall kunna dra nytta av alla fördelar som byggsystemet bidrar med.⁴⁴ Genom att byggnaden framställs på en annan plats än själva arbetsplatsen där byggnaden skall stå ställer detta höga krav på att logistiken fungerar. Vidare att kapning och formning av material inte behöver ske på arbetsplatsen underlättar byggsystemet inte bara för trängsel utan detta bidrar till att produktiviteten och effektiviteten ökar.⁴⁵

Flödet till och från fabriken samt flödet till och från arbetsplatsen bör ske genom Just In Time för att produktionen skall bli så optimerad som möjlig. Just In Time innebär att material eller byggnadsdelar levereras i rätt tid, i rätt mängd, i rätt kvalitet, på rätt plats och med rätt utrustning. Just In Time systemet utvecklades i Japan av Taiichi Ohno på 1950-talet i samband med biltillverkaren Toyota. Detta system visade sig vara revolutionerande då det ledde till att bilarna fick en bättre kvalitet, produktiviteten ökade och kostnaderna relaterade till lagerhantering minskade samt att Toyota kunde frigöra yta med hjälp av de planerade leveranserna. För att Just In Time ska bli framgångsrikt måste avfallsreducering, ett oavbrutet arbetsflöde, kvalitetskontroller och att yrkesarbetarna anammar filosofin gås igenom. Just In Time leder till reducerad lagring på plats, lägre produktionskostnader, en förbättrad kvalitet och en ökad effektivitet.⁴⁶

För att effektivisera försörjningskedjan i processen kan materialflödeseffektiviteten ökas eller/och skapa långsiktiga relationer mellan aktörerna. För att detta skall fungera krävs ett bra samarbete och kommunikation mellan projektörer, leverantörer, tillverkare och entreprenörer.⁴⁷ Något som är viktigt vid byggande med prefabricerade komponenter är att byggföretag bevakar materialförsörjningen, speciellt vid högkonjunktur då dessa kan ha långa leveranstider. Flera av de större företagen granskar därför utländska alternativ för att kunna producera byggnader i tid.⁴⁸

I och med att framtidens byggnader blir allt mer komplexa bör regelbundna erfarenhetsåterföringsmöten genomföras, speciellt vid prefabricering för att byggsystemet skall kunna fungera optimalt.⁴⁹ Utifrån en studie av B. Larsson & L.

⁴³ <http://webbutik.skl.se/bilder/artiklar/pdf/7585-016-0.pdf>

⁴⁴ <http://webbutik.skl.se/bilder/artiklar/pdf/7585-016-0.pdf>

⁴⁵ Sullivan, G., Barthorpe, S och Robbins, S. (2010) Managing Construction Logistics

⁴⁶ Low Sui Pheng & Mok Sze Hui. (1999) The application of JIT philosophy to construction: a case study in site layout, *Construction Management and Economics* Vol. 17, Iss. 5, 1999.

⁴⁷ Lidelöw H., Stehn L., Lessing J. och Engström D.(2014) Industriellt husbyggande

⁴⁸ B. Larsson & L. Söderling. (2009) Framtidens byggande – Platsbyggande eller industriellt byggande?, *Samhällsbyggaren* Vol 5, 2009.

⁴⁹ B. Larsson & L. Söderling. (2009) Framtidens byggande – Platsbyggande eller industriellt byggande?, *Samhällsbyggaren* Vol 5, 2009.

Söderling. (2009) går det utläsa från författarnas undersökning bestående av 35 personliga intervjuer med huvudaktörerna i byggbranschen att respondenterna föredrar en samverkan med en öppen dialog mellan aktörerna gentemot en ren utförandeentreprenad oberoende av arbetsmetod. Detta beror på att flera av respondenterna upplever att bygherrarnas tekniska kunskap har blivit sämre de senaste åren.⁵⁰

2.6 Miljöpåverkan

2.6.1 Prefabricering och platsbyggnation

Industriellt trähusbyggande och lösvirkesbyggande är relativt skonsamt mot miljön. Eftersom trä har hög hållfasthet i förhållande till sin egen vikt behövs inte mängder av material för att producera en stomme. Vidare kommer trä från skogen vilket gör att det är ett av få förnybara byggmaterial som finns tillgängligt inom byggbranschen. Att trä binder koldioxid under hela sin livslängd gör att över tid kan fastigheten binda mer koldioxid än vad som producerats vid tillverkningen vilket gör trä till ett miljövänligt alternativ.⁵¹ Långa och kostsamma transporter vid prefabricering vara ett problem om fabriken som framställer elementen ligger långt ifrån byggplatsen. Detta kan göra att utsläppen vid prefabricering i form av transporter kan bli högre gentemot platsbyggnation om det är stora avstånd.

Med hjälp av prefabricering kan energisparande göras i produktionsprocessen. I en studie av Zhang & Skitmore (2012) beskrivs att det är möjligt att reducera 20 procent i energisparande per kvadratmeter och vidare kan producenten genom att prefabricera byggnaden i fabrik reducera spillmaterialet med 30 procent på grund av den effektiva materialanvändning som finns i fabriken.⁵² Enligt studien reduceras även risken för skador på material som annars kan uppkomma vid platsbyggnation genom att huset tillverkas i fabrik.

2.7 Utvecklingspotential och framtid

2.7.1 Prefabricering

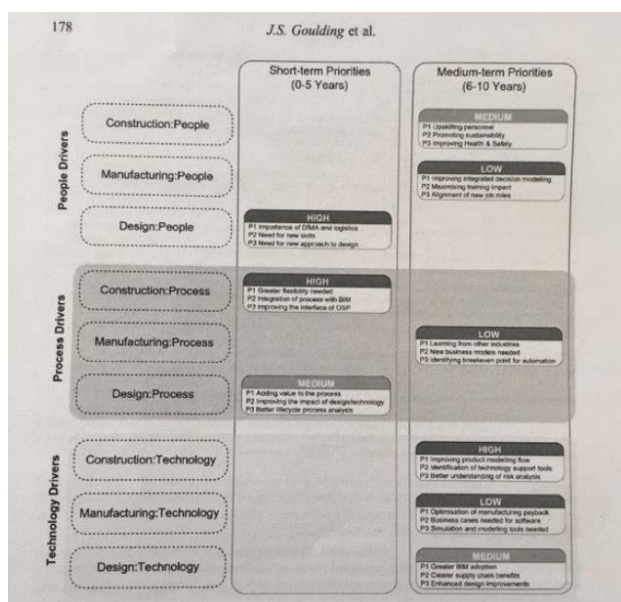
I en studie av Goulding, Rahimian, Arif and Sharp (2015) belyser författarna de möjliga utvecklingsområden som finns vid byggnation med prefabricerade byggelement.⁵³ I nedanstående tabell redovisas den kommande utvecklingen utifrån ovanstående studie. Utvecklingen har delats in i tre huvudgrupper (människor, processer och teknik) vidare har dessa delats upp i tre undergrupper (byggande, tillverkning och design). Författarna har gett dessa undergrupper en prioritering (P1-P3) och när de behöver utföras, antingen kortsiktiga prioriteringar som är inom 0-5 år eller medellångsiktiga prioriteringar som är inom 6-10 år.

⁵⁰ B. Larsson & L. Söderling. (2009) Framtidens byggande – Platsbyggnation eller industriellt byggande?, Samhällsbyggaren Vol 5, 2009.

⁵¹ <http://webbutik.skl.se/bilder/artiklar/pdf/7585-016-0.pdf>

⁵² Zhang, Xiaoling; Skitmore, Martin (2012) INDUSTRIALIZED HOUSING IN CHINA: A COIN WITH TWO SIDES, *International Journal of Strategic Property Management* Vol.16, Iss.2, 2012

⁵³ J.S Goulding, F. Pour Rahimian, M. Arif & M.D. Sharp (2015) New offsite production and business models in construction: priorities for the future research agenda, *Architectural Engineering and Design Management* Vol.11, Iss.3 2015



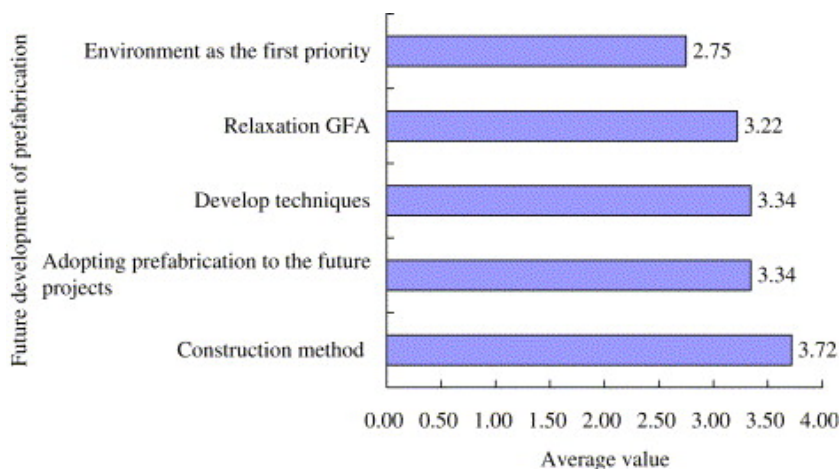
Figur 1. ur J.S Goulding, F. Pour Rahimian, M. Arif & M.D. Sharp (2015)

De kategorier som viktats högst enligt tabellen och bör genomföras inom en snar framtid är Design:People och Construction:Process. Det primära som behöver utföras inom kategorin Design:People är DfMA (design for manufacture and assembly) och logistik, detta innebär att den som konstruerar elementen tar montering av elementen i hänsyn för att minimera komplikationer vid detta arbetsmoment. Detta ses som en viktig aspekt för att reducera produktionstider och sänka den totala tidsåtgången genom att känna igen de problemen som uppkommit tidigare och för att minimera omarbeten. Vidare bör husets design anpassas för att passa prefabricering samt att den generella kunskapen om prefabricerade element bör vidgas. Utvecklingen inom kategorin Construction:Process, alltså byggandet i sig är flexibiliteten och lösningen till detta är en bättre projektering samt en ökad kommunikation mellan de inblandande aktörerna. Vidare för att minimera lösningarna på plats ses integrationen av BIM som en väsentlig del. Genom att kollisioner och problem kan ses i ett tidigt skede finns möjligheten att göra rätt från början. Construction:Technology har fått den högsta prioriteringen, inom denna kategori är det primära att utveckla och förbättra produktmodelleringsflödet. Sedan är identifikation av tekniska verktyg viktigt, i detta fall syftar författarna på BIM. Avslutningsvis är en bättre förståelse av riskerna viktigt så att problem kan undvikas i ett tidigt stadie i byggprocessen.”

I en studie av Tama, Tamb, Zengc, Ngb (2007) tas fem utvecklingsområden upp.⁵⁴ Eftertanken på valet av byggmetod i planeringsstadiet för att möjliggöra standardisering i projektet viktas högst, detta för att underlätta användningen av byggelement. Därefter kommer godkännandet av prefabricering för framtida projekt genom en ökad miljömedvetenhet och utveckling av konstruktionsmetoder för

⁵⁴ Vivian W.Y. Tama, C.M. Tamb, S.X. Zengc, William C.Y. Ngb (2007). Towards adoption of prefabrication in construction, Building and Environment vol.42, Iss. 10

prefabriceringsapplikationer. I tabellen nedan ses hur varje område viktats beroende på dem svar som enkäterna gett i studiens fallstudie.



Figur 2. ur Vivian W.Y. Tama, C.M. Tamb, S.X. Zengc, William C.Y. Ngb (2007).

Framtiden för industriellt trähusbyggande beskrivs som ljus, genom att trä är ett förnybart och miljövänligt material ses detta som en stor fördel gentemot andra system med andra material. Genom att hela byggnaden i stort sett produceras i en fabrik och senare skall transporteras till montageplatsen uppstår förändrade roller för de inblandande aktörerna. Systemet medför att planering och projektering blir ett kritiskt moment för att det skall fungera fullt ut vilket ställer höga krav på entreprenörer, konstruktörer och arkitekter.⁵⁵

2.7.2 Platsbyggnation

Framtiden för platsbyggnation kommer trots alla fördelar som industriellt byggande har att leva kvar på grund av att projektet måste lämpa sig för prefabricering och industriellt byggande. Faktorer som husets planform, tomtförutsättningar och arbetskraftssituationen kommer vara några av de parametrar som kommer påverka valet av byggmetod. Men för att möta de krav som ställs på framtidens byggande exempelvis en kort projekttid behöver platsbyggandet gå mot en mer industrialisering.⁵⁶

Väderskydd är en viktig del i platsbyggnations utveckling och framtid för att skapa en god miljö att framställa byggnaden i. Med hjälp av väderskydd kan logistiken förbättras, få bättre lyftanordningar, bättre säkerhetsanordningar och bättre försörjning av el, vatten och tryckluft. Genom den ökade effektiviteten som väderskyddet bidrar med kan byggaren nå ett tätt hus snabbare. Med hjälp av väderskydden kan projektet få en förbättrad logistik, det finns möjlighet att lagra material i byggnaden eftersom det nu ligger under tak vilket skulle innebära att det

⁵⁵ <http://webbutik.skl.se/bilder/artiklar/pdf/7585-016-0.pdf>

⁵⁶ Bengt Larsson & Lars Söderling. (2009) Framtidens byggande – Platsbyggande eller industriellt byggande?, Samhällsbyggaren Vol 5, 2009.

behövs mindre yta för eventuella materialcontainrar samt att materialet kan lastas av vid valfri tid på dygnet med hjälp av de inbyggda traverserna i väderskyddet.⁵⁷

2.8 Arbetsmiljö

2.8.1 Prefabricering

I prefableverantörers fabriker är arbetsmiljön generellt sett god. Vid framtagandet av byggelementen så har arbetstagarna tillgång till hjälpmedel och utrustning som främjar en effektiv produktion samt bidrar till en god arbetsmiljö.⁵⁸ Ett hjälpmedel som gör att tunga lyft kan undvikas är de traverser och lyftanordningar som finns att tillgå inne i fabrikerna. Lyftanordningarna gör att arbetet inte blir lika påfrestande för kroppen vilket gör att arbetstagarnas ergonomi blir bättre.⁵⁹

Vid framställning av prefabricerade byggelement i fabrik är arbetstagaren i viss utsträckning utsatt för risker som kan påverka arbetstagarens hörsel på ett negativt sätt exempelvis ett plötsligt impulsljud i form av ett hammarslag kan vara väldigt skadligt. Ljudnivåerna i fabrikerna är generellt sett behagliga men för att minimera risken för hörselskador bör hörselskydd användas regelbundet. Risken för hörselskador kan delas upp i tre olika påverkande faktorer: styrka, frekvens och tid. Vid arbete i fabrik är det framförallt tiden som har störst påverkan då arbetstagaren befinner sig i en bullrig arbetsmiljö mestadels av arbetsdagen. Den statliga arbetsmiljökommissionen gjorde år 1989 en undersökning var gällande buller vid industriarbete där resultatet från undersökningen visade att 25-50 procent av arbetstagarna "för jämn utsätts för öronbedövande buller".⁶⁰ Att döma av detta tydliga resultat är arbete i fabriker utan hörselskydd inte tänkbart.

2.8.2 Platsbyggnation

Oavsett vilken byggmetod som används är väderskydd ett sätt för att förbättra arbetsmiljön. Vid lösvirkeshus eller vid andra platsbyggda konstruktioner kan väderskydd vara att föredra med anledning av den långa projektid som kan förekomma vid platsbyggnationer. Genom att yrkesarbetarna arbetar i en kontrollerad miljö där de inte är lika utsatta för väder och vind reduceras även genomförningstiden. I en studie genomförd av SBUF där fyra praktikfall undersökts där väderskydd använts visade resultaten att efter att yrkesarbetarna arbetat under väderskydd var respektive yrkesarbetare övertygad att det var så man önskade att arbeta framöver då arbetsklimatet förbättrades.⁶¹

2.9 Ekonomi

2.9.1 Prefabricering och platsbyggnation

Grunden till ett lyckat byggprojekt är att det finns en genomarbetad produktionskalkyl att luta sig tillbaka på för att se hur projektet ligger till i

⁵⁷ Bengt Larsson & Lars Söderling. (2009) Framtidens byggande – Platsbyggande eller industriellt byggande?, Samhällsbyggaren Vol 5, 2009.

⁵⁸ Lidelöw H., Stehn L., Lessing J. och Engström D. (2014) Industriellt husbyggande

⁵⁹ SJB 2016-03-14

⁶⁰ Zanderin L. (2005) Arbetsmiljö, Studentlitteratur AB

⁶¹ <http://vpp.sbuf.se/Public/Documents/InfoSheets/PublishedInfoSheet/f0681218-4742-44d5-b86c-b6d62a2dc74c/06.21.pdf>

förhållande till projektets budget under projektets gång. En förutsättning för att nå projektets uppsatta mål och utnyttja resurserna maximalt är att det sker en noggrann planering i ett tidigt skede. Otillfredsställande projektresultat beror oftast på att planeringen varit undermålig, beställarens inblandning samt att riskerna vid projektet inte uppskattats på ett korrekt sätt. För att förebygga några av problemen kan fler standardlösningar eller standardprodukter användas.⁶² Ett problem som ofta förekommer är att entreprenören inte hinner projektera färdigt på grund av den hårda konkurrensen i byggbranschen. Detta leder senare till att platsledning får tillämpa "löses på platslösningar" vilket inte alltid är optimalt i en ekonomisk synpunkt.⁶³

Större byggprojekt är i regel känsliga för förseningar då de indirekta kostnaderna kan vara väldigt höga, skulle projektet av någon anledning stanna upp finns det risk att det blir svårt att hålla budgeten. Vid projekt som använder sig av prefabricering på något sätt är seriestorleken är en faktor som påverkar projektets totalkostnad. Byggs det flera hus av samma typ finns det möjlighet att sänka produktionskostnaderna då producenten som framställer huset eller delar av huset i en fabrik får en inkörning som bidrar med att komponenterna blir billigare.^{64 65}

Vädskydd är något som förespråkas av många inom byggbranschen men trots alla fördelar som ett vädskydd medför används dock inte detta alltid. Andledningen till detta är att kostnaderna sägs vara för höga samt att intäkterna/fördelarna som detta bidrar med inte är tydligt kalkylerbara. I normalfallet är totalkostnaden på vädskyddet 1-3 procent av produktionskostnaden för byggnaden, i kostnaden inräknas montering, hyra och underhåll. Trots den höga investeringen som ett vädskydd innebär tyder en studie från SBUF att vädskyddet ändå bär sina egna kostnader på kort sikt.⁶⁶

⁶²<http://vpp.sbuf.se/Public/Documents/ProjectDocuments/324446E8-24C1-4851-882A-4513FB469D27%5CFinalReport%5CSBUF%2011920%20Slutrapport%20Sammanfattning%20Ekonomistyrningens%20betydelse%20f%C3%B6r%20produktiviteten%20p%C3%A5%20projektniv%C3%A5.pdf>

⁶³RO-Gruppen 2016-03-30

⁶⁴RO-Gruppen 2016-03-21

⁶⁵SJB 2016-03-14

⁶⁶ <http://vpp.sbuf.se/Public/Documents/InfoSheets/PublishedInfoSheet/f0681218-4742-44d5-b86c-b6d62a2dc74c/06.21.pdf>

3 Metod

I detta avsnitt beskrivs tillvägagångssättet för den genomförda studien. Inläsning på det valda ämnet har gjorts genom en litteraturstudie. Det har arbetats fram en kostnadskalkyl för respektive byggmetod i kalkyleringsprogrammet Wikells Sektionsdata. Den första kalkylen som tagits fram är för hur projektet i Trosa hade sett ut om det byggts på traditionellt vis, alltså enbart med lösvirke. Därefter har kalkylen för hur projektet hade sett ut om det byggts med prefabricerade komponenter tagits fram. Resultaten från kalkylerna har sedan analyserats för att kunna dra slutsatser för att se vilket arbetsätt som är det mest lönsamma. För att få en bättre inblick i hur projektet i Trosa ser ut och hur de prefabricerade byggelementen framställs samt hur platsbyggnation går till har tre arbetsplatsbesök genomförts. Vidare har nio intervjuer med olika aktörer i byggbranschen genomförts för att se hur deras uppfattning ser ut var gällande platsbyggnation och prefabricering. Litteraturstudien och intervjuerna har legat till grund för att genomföra en jämförelse mellan byggmetoderna. Nedan beskriver jag de olika momenten i studien mer ingående.

3.1 Litteraturstudie

Det insamlade materialet i litteraturstudien kommer först och främst från vetenskapliga artiklar och studentlitteratur. Insamlingen av artiklarna har skett via Högskolan i Halmstads databaser och Google Scholar. Artiklarna avgränsades till endast vetenskapliga artiklar som publicerats år 2000 och framåt för att få så nya och uppdaterade artiklar som möjligt. I takt med att abstracts och artiklar lästs så har anteckningar tagits för att få en översikt på vad artikeln handlar om och vilka områden den berör. De sökord som använts är: prefab*, industrial building, just in time, off site production, conventional building system och pre-assembly.

3.2 Intervjuer

För att kunna jämföra materialet i litteraturstudien med uppfattningen om platsbyggnation och prefabricering i byggbranschen har nio intervjuer genomförts med aktörer som är insatta i ämnet. Intervjuerna är fördelaktiga då de ger en möjlighet att gå in på djupet med följdfrågor om de två olika processerna och ta del av personens kunskaper, erfarenheter och upplevelser som berör ämnet.⁶⁷ Något som är viktigt att ta hänsyn till är i vilken eller vilka av de två arbetsätt den intervjuade är verksam i då personen eventuellt kan vara partisk och färgad från sitt yrke vilket gör att källkritik är av stor vikt.⁶⁸ Intervjuerna har genomförts med hjälp av en semistrukturerad mall där frågor och följdfrågor ställs för att ge intervjupersonen chansen att utforma sina svar med frihet och på sitt individuella sätt.⁶⁹⁷⁰ Se bifogad intervjuguide för frågorna. För att säkerställa att det som sägs i intervjun inte efterkonstrueras så kommer intervjun att spelas in och transkriberas. Detta gör att

⁶⁷ Fägerborg, E. (2011). Intervjuer. I: L. Kaijser & M. Öhlander (Red.), *Etnologiskt fältarbete* (s.88). Lund: Studentlitteratur

⁶⁸ Fägerborg, E. (2011). Intervjuer. I: L. Kaijser & M. Öhlander (Red.), *Etnologiskt fältarbete* (s.97). Lund: Studentlitteratur

⁶⁹ Bryman, A. (2011). *Samhällsvetenskapliga metoder* (sid.430). Malmö: Liber AB

⁷⁰ Patel, R., & Davidson, B. (2011). *Forskningsmetodikens grunder: Att planera, genomföra och rapportera en undersökning* (sid.82) Lund: Studentlitteratur

allt fokus kan läggas på intervjurespondenten vilket gör att man som intervjuare inte blir låst till att ständigt anteckna det som sägs och materialet kan i efterhand analyseras i olika synvinklar.⁷¹ För att säkerställa att frågorna i intervjuerna är relevanta, ställda på ett korrekt sätt och för att se om någon väsentlig fråga saknas så har en pilotintervju genomförts med en platschef. De som aktörer som intervjuats i denna studie är tre platschefer, en projektledare, en fabrikschef, två konsulter, en entreprenadchef, en entreprenadingenjör, och en affärsområdeschef där respondenterna i majoritet har anknytning till RO-Gruppen. Med hänsyn till respondenterna har respektive namn inte skrivits ut.

3.3 Kalkyler

Kalkylerna har tagits fram med stöd från RO-gruppen tillsammans med den kalkylansvarige för projektet i Trosa, vilket bör bidra till att kalkylerna får en god reliabilitet då denne har full insyn i projektet. Tillvägagångssätten har gått till enligt följande. I kalkyleringsprogrammet Wikells Sektionsdata har yrkesarbetarnas lön satts till 400kr/tim. Jag har fått tillgång till en mall som används vid tidigare projekt där alla byggdelar som kan tänkas finnas i ett hus är med. I denna mall har sedan byggdelars uppbyggnad ändrats för att matcha de ritningar som jag fått tillgång till som finns för Trosa-Projektet. Genom mängdning från ritningar har sedan rätt mängd förts in i kalkylen för att få en slutgiltig kostnad och tidsåtgång för just den byggnadsdelen. Vidare har detta gjorts för varje byggnadsdel för att få en slutgiltig kostnad och tidsåtgång för hela huset. Information i form av kostnader och tidsåtgång för ett hus har sedan förts in i en sammanställningskalkyl med alla omkostnader och anbud från underentreprenörer relaterat till projektet i Trosa som jag tagit del av. Detta gör att man får en överblick på vad hela projektet kostar och antalet timmar som krävs. I sammanställningskalkylen har husens mängd sedan satts till 5 hus för att likna det bostadsprojekt som är i Trosa vilket består av fem hus. Materialet i kalkylerna för prefabricering och platsbyggnation är identiska förutom att kalkylen för prefabhusen innehåller en prefabbyggsatts bestående av: ytterväggar i trä, bärande innerväggar i trä, betongbjälklag, trätakstolar och brandväggar i trä.

De enskilda kalkylerna som tagits fram i studien har inte bifogats som bilagor i rapporten eftersom uppgifter i dessa anses känsliga.

3.4 Validitet och Reliabilitet

Validitet

Intern validitet innebär hur väl en forskare kan finna en god överensstämmelse mellan de genomförda observationerna och de framtagna teoretiska teorierna i studien.⁷² Den genomförda studien har en hög relevans och validitet då bostadsbristen är ett problem som måste lösas inom en snar framtid och prefabricering/industriellt byggande har en eventuell möjlighet att bidra till lösningen av detta problem i och med byggsystemets produktionseffektivitet.

⁷¹ Fägerborg, E. (2011). Intervjuer. I: L. Kaijser & M. Öhlander (Red.), *Etnologiskt fältarbete* (s.105). Lund: Studentlitteratur

⁷² Bryman, A. (2011). *Samhällsvetenskapliga metoder*. Malmö: Liber AB

Extern validitet innebär hur väl resultaten från den genomförda studien kan generaliseras till andra sociala situationer och miljöer.⁷³ Det är svårt att generalisera resultaten från de genomförda kalkylerna till andra projekt. Att prefabricering/industriellt byggande i slutet både är mer kostnadseffektivt och tidseffektivt än platsbyggnation i den genomförda studien betyder inte resultatet att detta alltid uppfylls, utan som jag poängterar beror det på ett antal faktorer. Resultatet från de genomförda intervjuerna kan möjligtvis generaliseras då det stämmer väl överens med tidigare forsknings resultat.

Reliabilitet

Extern reliabilitet belyser i hur utsträckning en enskild studie kan upprepas.⁷⁴ Den genomförda studien kan i högsta grad upprepas men iaktta att resultat från intervjuer kan skilja sig beroende på respondenternas roll i byggbranschen.

Intern reliabilitet berör den mån ett forskarlag kan komma överens om hur ett resultat skall tolkas i den genomförda studien.⁷⁵ Den interna reliabiliteten var gällande de framtagna kalkylerna kan anses som hög då dem tagits fram med stöd från kalkylansvarig på RO-Gruppen AB. I och med att de framtagna resultaten i övrig är framtagna från dels granskade vetenskapliga artiklar och studentlitteratur bidrar detta till ett resultat med en hög reliabilitet.

⁷³ Bryman, A. (2011). *Samhällsvetenskapliga metoder*. Malmö: Liber AB

⁷⁴ Bryman, A. (2011). *Samhällsvetenskapliga metoder*. Malmö: Liber AB

⁷⁵ Bryman, A. (2011). *Samhällsvetenskapliga metoder*. Malmö: Liber AB

4 Fallstudie

Fallstudien syfte har varit att ta fram en kalkyl för respektive arbetsmetod för att se skillnader i slutkostnad och tid samt att genomföra intervjuer med olika aktörer inom byggbranschen för att undersöka hur uppfattningen ser ut om platsbyggnation och prefabricering. Vidare har tre arbetsplatsbesök genomförts för att bilda en bättre uppfattning om hur respektive byggmetod går till.

4.1 Arbetsplatsbesök

4.1.1 Fyrbohus i Trosa – Referensobjekt för kostnadskalkylerna

Bostadsprojektet i Trosa består av 5 bostadshus med 4 lägenheter i varje hus, där av namnet Fyrbohus. Projektet byggs utanför centrala Trosa intill befintlig bebyggelse vilket gör att oljud och buller från maskiner och andra byggarbetsplatsrelaterade ljud kan vara ett problem för dem som bor i området. RO-Gruppen har försökt att reducera denna påverkan och möta detta problem genom att genomföra de arbetsmoment som genererar mest buller och oljud under de timmarna då de flesta av dem som bor intill är på arbete eller dylikt. Husets stomme är byggd med prefabricerade planelement i trä där ytterväggarna är färdiga fram till installationsskitet med fönster installerade. De bärande innerväggarna är även i trä och levereras färdigreglade med gips på ena sidan. Anledningen till att el och rördragningar inte görs färdigt i fabrik i detta fall är att RO-Gruppen har styrt det på det här viset för att säkerställa att det inte byggs in fukt och att om det skulle ske mindre ändringar så skulle det bli lättare att genomföra dessa på plats. Vidare så är bjälklaget i prefabricerad betong, detta materialval har gjorts då man ansett att det är lättare att säkerställa att ljud inte transporteras mellan lägenheterna. Taket är uppbyggt med prefabricerade takstolar, när dessa är monterade byggs det på traditionellt sätt med en takbeklädning av takpannor. I bilden nedan ses ett stomresthus med strö och bärläckt påspikat.



Bild 1 Stomrest Fyrbohus i Trosa

Arbetslaget som skötte montaget bestod av en kranförare, montagehjälp från Sven Johansson Bygg AB och två montörer. Uppfattningen var att det behövs stor erfarenhet och bra kommunikation mellan kranförare och montör för att montaget skall bli så effektivt som möjligt. Normalt sett så tar montage av undervåning och bjälklag omkring 10 timmar varav bjälklaget 2-3 timmar enligt montagehjälpen från Sven Johansson Bygg AB och totala montaget 2-3 dagar beroende på erfarenhet och förutsättningar enligt Sven Johansson Bygg ABs fabrikschef. I bilden nedan ses monteringen av betongbjälklaget.



Bild 2 Montering av betongbjälklag

4.1.2 Sven Johansson Bygg AB

Arbetsplatsbesök har gjorts i Dals-Ed i träprefableverantören Sven Johansson Bygg ABs fabrik. SJB är huvudleverantören av stomelementen som används i Trosaprojektet. De tillverkar och levererar ytterväggar, bärande innerväggar, brandväggar och gavelspetsar och bjälklag. Dessa kan fås helt färdiga utvändigt och invändigt med gips samt med förberedelse för eldragning eller så levereras dem i olika grad av färdigställande utifrån kundens önskemål. Framställningen av elementen sker via löpandebandteknik där olika de momenten sker i stationer. Plåtarbeten och målning sker inne i den egna verkstaden. För att säkerställa att lärdomar efter projekt tas vara på så hålls interna erfarenhetsmöten där potentiella förbättringar utreds. I miljösynpunkt så optimeras förbrukningen av material för att reducera spillet till lägsta möjliga grad. Det överblivna spillmaterialet från trä säljs vidare till avfallshanteringsföretaget RAGN-SELLS och det överblivna gipset som blir slängs då detta är svårt att ta vara på. För att säkerställa att elementen inte skadas av eventuell fukt vid lastbilstransporten så plastas dessa in noggrant, vidare för att garantera att planelementen är av hög kvalitet görs egenkontroller inne i fabriken innan leverans. Detta gör att SJB kan hålla en hög kvalitetssäkring. I bilderna nedan ser man hur löpandebandet ser ut samt hur elementen packeteras in.



Bild 3 Löpande band inne i fabriken



Bild 4 Inplastade träbjälklag

4.1.3 Platsbyggd villa i Fristad, Borås

Det har gjorts ett arbetsplatsbesök i Fristad där en tvåvåningsvilla i trä skulle uppföras. Syftet med detta besök var att bredda min kunskap om platsbyggda konstruktioner. Villan byggdes utan väderskydd vilket ökar risken för att eventuell fukt byggs in i konstruktionen. I samtal med yrkesarbetarna vid arbetsplatsbesöket säger dem att de nått tätt hus på fyra veckor och att man haft tur med vädret och att fukt i det här fallet inte skall vara ett problem. Förvaring av material på arbetsplatsen har skett under presenning och delvis under tak i det intilliggande garaget. Uppfattningen från arbetsplatsen var att den var välorganiserad och att arbetslaget som upprättade fastigheten hade god kunskap om byggsystemet och dess för och nackdelar. Något som uppmärksammandes var att yrkesarbetarna var väldigt noggranna och mån om slutresultatet. Genom detta besök har jag fått uppfattningen att kvalitén som byggmetoden medför kan vara likvärdig eller bättre än vid prefabricering.



Bild 5 Platsbyggt lösvirkeshus i Fristad



Figur 6 Platsbyggt lösvirkeshus i Fristad

4.2 Kalkyler

4.2.1 Resultat

Resultatet och sammanställningen av kalkylerna visar att användning av prefabricerade planelement ger en reduktion i projektkostnader med omkring 3 procent. En reduktion i arbetstimmar med ca 37 procent vilket innebär 2 månaders reduktion på projektets totala produktionstid vilket är en reduktion på 19 procent. Denna reduktion i form av 2 månader 19 procent har uppskattats tillsammans med RO-Gruppens kalkylansvarige för Trosa projektet baserat på dennes erfarenhet från tidigare projekt.

I de framtagna kalkylerna visar det sig att materialet är 8,4 procent dyrare och att underentreprenörerna är 1,2 procent dyrare vid prefab men att det är en signifikativ skillnad på arbetstiden som är 37 procent lägre vid prefab. Den reducerade tiden vid prefab bidrar till att omkostnaderna blir 17 procent lägre vilket innebär att lön till yrkesarbetare och platsledning blir mindre. Vidare behövs inte arbetsbodar lika lång tid samt att de andra genomsamma kostnaderna inte blir lika stora och på så sätt leder detta till att prefab i det här fallet både går snabbare och blir billigare i slutändan. Detta resultat förutsätter att byggnationen vid respektive arbetsmetod sker utan större komplikationer och förseningar.

4.2.2 Framställning av byggelement

För att få en uppfattning hur mycket snabbare tillverkningen av huset går i fabrik jämfört med ute på plats har enhetstider för olika byggnadsdelar tagits fram vid samtal med fabrikschefen på Sven Johansson Bygg AB. Enligt den platsbyggda

kalkylen som tagits fram tillsammans med RO-Gruppen tar brandväggen som skiljer lägenheterna åt 1,46 tim/kvm att lösvirkes bygga och motsvarande vägg i fabriken skulle ta 0,92 tim/kvm att framställa i fabriken alltså går detta moment 37 procent snabbare. Om en entreprenör skulle platsbygga motsvarande yttervägg som tillverkas i fabriken alltså från ytskiktets 22mm profilspondade panel till installationsskiktet 45x45 regler så skulle denna vägg ta 1,5 tim/kvm att bygga på plats och i fabriken skulle denna ta 1 tim/kvm alltså går detta moment 30 minuter snabbare per kvadratmeter i fabriken. Generellt sett så går allt arbete i fabriken betydligt snabbare än ute på plats på grund av de verktyg, maskiner och traverser som finns att tillgå inne i fabriken samt att dem som jobbar inne i fabriken kan få en hög intjäningsstid vid upprepning av samma eller liknande byggelement.

4.3 Intervjuer

I detta avsnitt beskrivs vad som tagits upp i de nio intervjuerna som genomförts. Svaren och åsikterna i studien har generellt varit enhetliga. Överlag har åsikterna om prefabricering varit fler än åsikterna om platsbyggnation.

4.3.1 För och nackdelar

4.3.1.1 Prefabricering

Fördelar

Något som tas upp hos alla respondenter är att prefabricering är en tidseffektiv byggmetod. Dem beskriver att detta är en av de absolut största fördelarna eftersom monterings tiden av byggelementen är kort vilket leder till att tätt hus nås snabbare jämfört med en platsbyggd konstruktion. I och med att tätt hus nås på omkring 2-3 dagar beroende på projektets storlek så kan en fuktsäker konstruktion hållas. Att byggelementen tillverkas inne i fabrik ses som en stor fördel eftersom elementen kronrolleras på flera olika ställen. Initialt inne i fabriken, där dem fukt mäts och kontroll av diagonaler genomförs samt paketeras. Därefter sker även kontroller på byggplatsen för att säkerställa att konstruktionen är fri från fukt. Vidare tyckte majoriteten att den övergripande kvalitén var bättre med prefabricerade komponenter var av en tyckte att kvalitén var bättre vid en platsbyggd konstruktion.

Två av respondenterna såg att ett mindre behov av arbetskraft var en fördel vid prefabricering. Genom att monteringen av elementen kräver mindre arbetskraft så finns möjligheten att frigöra yrkesarbetare. Ur en miljöaspekt upplever flertalet av respondenterna att spillmaterialet reduceras vid prefabricering gentemot den platsbyggda tekniken vidare var även uppfattningen från respondenterna att renhållningen på plats var bättre. Majoriteten hade svårt att avgöra skillnader i kostnader mellan de två olika byggmetoderna och kände att totalt sett skulle dem vara likvärdiga, var av två upplevde att totalkostnaderna med prefabricerade komponenter skulle vara lägre.

Nackdelar

Framkomlighet ser alla respondenter som en nackdel. Det som beskrivs är att vid svåråtkomliga platser är prefabricerade byggelement och frakten som dessa kräver

inte alltid optimalt. Lastbilarna som elementen fraktas på är tunga och kräver bra underlag samt att det behövs yta för avlastning och svängradie för lastbilarna.

De högre toleranskraven som byggmetoden kräver är en nackdel som belyses hos respondenterna. Alla trycker på att detta kan vara ett stort problem. Blir det fel någonstans så blir dessa fel omfattande och tidskrävande. Ett exempel som beskrivs hos en hos respondenterna är om den gjutna bottenplattan inte är i plan, är för stor eller för liten blir detta ett kritiskt moment att åtgärda vid användandet av byggelement och är inte lika förlåtande som en platsbyggd konstruktion. Flexibiliteten och möjligheten att göra ändringar i projektet ses som en av de största nackdelarna med byggmetoden. När ritningarna är lästa hos fabriken så är ändringar i stort sett ogenomförbara. En av respondenterna säger: "har man väl valt prefab då har man valt också hur det kommer bli". Vidare kan elementen enbart kombineras på ett visst antal sätt vilket begränsar den arkitektoniska utformningen. Likformigheten och de estetiska bristerna ser fyra av respondenterna som en nackdel och då syftar dem framförallt på kvarteren från miljonprogrammet som i stor utsträckning hade hög likformighet samt på de skarvar som uppkommer mellan elementen vid prefabbyggnation.

Vidare tycker de intervjuade att leveranstiderna som byggmetoden har kan vara en faktor som påverkar valet av denna byggmetod. Vid pressade tider och långa leveranstider av byggelementen kan platsbyggnation vara att föredra. Att byggsystemet kräver en lägre och mer omfattad projektering och planering gentemot platsbyggnation ser flera som en nackdel.

Fördelar: 1. Tidseffektivt 2. Tätt hus nås snabbt 3. Kvalitetssäkring 4. Mindre spill 5. Mindre arbetskraft 6. Reducerade byggkostnader.

Nackdelar: 1. Framkomlighet 2. Högre toleranskrav 3. Bristande flexibilitet 4. Leveranstider 5. Estetiska brister 6. Mer omfattad projektering

4.3.1.2 Platsbyggnation

Fördelar

De största och i princip de enda fördelarna som tagits upp i intervjuerna är flexibiliteten och tillgängligheten som byggmetoden medför, att möjligheten finns för ändringar i konstruktionen och att toleranskraven inte är höga. Vidare tyckte en att den övergripande kvalitén blir bättre vid platsbyggnation och två såg en fördel i att man har en möjlighet att börja bygga snabbare från det att kontrakt med entreprenören skrivits.

Nackdelar

Att platsbyggnation kräver mer timmar på arbetsplatsen ser alla respondenter som en stor nackdel, att det är en tidskrävande byggmetod gentemot prefabricering. Vidare att det krävs större yta för lagring av material och spillmaterial på arbetsplatsen ser flertalet som en stor nackdel. Uppfattningen från intervjuerna är att respondenterna tycker att byggmetoden genererar mer spill jämfört med prefabricering. Den största

nackdelen som beskrivs under intervjuerna är risken för yttre faktorer så som regn och snö, vidare att entreprenören har svårt att säkerställa att byggfukt inte byggs in i konstruktionen. Majoriteten förespråkar därför ett väderskydd för att minimera den här risken. De belyser vikten av att räkna in ett väderskydd i budgeten för att säkerställa att kvalitén inte blir bristfällig.

Fördelar: 1. Flexibelt 2. Tillgänglighet 3. Snabb byggstart

Nackdelar: 1. Tidskrävande 2. Risk för väder och vind 3. Spillmaterial

4.3.2 Miljöpåverkan

4.3.2.1 Prefabricering

Genom granskning av intervjuerna ses att alla respondenter upplever att det blir mindre spill vid användning av prefabricerade komponenter jämfört med platsbyggnation men att de inte var helt säkra på hur mycket spill det blev inne i fabriken. Vid observation i Sven Johansson Bygg ABs fabrik var uppfattningen att de hade en väldigt optimerad produktion där slutprodukten resulterade i väldigt begränsat spillmaterial och vid samtal med motsvarande fabrikschef intygade han att spillet blir mindre genom produktion inne i fabrik. Vidare kunde man se att det var en viss osäkerhet hos respondenterna var gällande antal transporter jämfört mellan de olika byggmetoderna. Att detta var personrelaterat och berodde på hur väl byggaren genomfört sin planering. Men något som var enhetligt hos de tillfrågade var att generellt så blir transporterna längre vid prefabricering och på så sett skulle detta leda till mer utsläpp dels i form av koldioxid och andra växthusgaser. Även denna aspekt är relativt beroende på var närmaste prefableverantör har sin verksamhet.

4.3.2.2 Platsbyggnation

Uppfattningen av undersökningen är att respondenterna tycker att det blir mer spill ute på arbetsplatsen vid platsbyggnation och att det är sämre källsortering än i en fabrik. I ren transportsynpunkt tycks platsbyggnation vara ett miljövänligare val än prefabricering då oftast en byggvaruhandlare ligger inom en mindre radie från arbetsplatsen än en prefableverantör. Vidare beror antal transporter till arbetsplatsen på platschefens planering och möjligheten till lagring av material på plats.

4.3.3 Logistik

4.3.3.1 Prefabricering

Den övergripande logistiken vid prefabricering tycker respondenterna kräver mer planering än vid platsbyggda konstruktioner. Det ställs högre krav i form av just in time leveranser eftersom byggaren inte vill eller kan lagra byggelementen på plats, vidare att leveranserna kommer vid utsatt tid är en förutsättning för att byggsystemet skall fungera optimalt. I och med de höga kostnaderna på kranar och kostnaderna på leveranserna i sig kräver byggsystemet att allting flyter på som det ska för att hålla den planering som är satt. Mellanlager beskrivs som något som helst skall undvikas i största möjliga mån för att byggsystemet skall bli så kostnadseffektivt som möjligt.

Långsiktiga relationer ses som en viktig aspekt framförallt hos prefableverantören som tecknar års avtal med sina leverantörer till fabriken.

4.3.3.2 Platsbyggnation

Uppfattningen hos respondenterna om hur logistiken ser ut vid en platsbyggd konstruktion var att det krävs mer lagring av material på plats gentemot prefabricerade konstruktioner. Att platsbyggnation kräver en större yta för att möjliggöra lagringen, exempelvis vid innerstadsprojekt var uppfattningen att det är svårt med platsbyggnation eftersom det är svårt att få plats med materialet vilket skulle leda till väldigt många transporter till arbetsplatsen. Om en platsbyggd konstruktion trots detta ändå väljs upplever respondenterna att en optimering av leveranser är avgörande för att byggmetoden skall lyckas. Vidare tyckte majoriteten att platsbyggnation var ett mer förlåtande byggsystem i hänsyn till leveranser av material där detta inte krävde lika mycket planering gentemot prefabricering.

4.3.4 Projektering

4.3.4.1 Prefabricering

Projekteringen vid prefabricering upplevs av respondenterna som längre, mer kostsam och omfattande på grund av de striktare toleranskrav som byggsystemet kräver. Att planeringen stämmer vid produktion och montering av huset är en förutsättning att entreprenören skall kunna dra nytta av de eventuella tids och kostnadsvinsterna. God kommunikation mellan konstruktörer och prefableverantörer ses som en väsentlig del för att konstruktionen skall uppfylla alla bärighetskrav. En aspekt som belyses hos flertalet respondenter att man inte alltid hinner projektera färdigt alla detaljer innan byggstart på grund av tidspress vidare leder detta till att platsledning får mer press på sig genom att tillhandahålla platslösningar.

4.3.4.2 Platsbyggnation

Två av respondenterna upplevde att från det att kontrakt skriv med ett byggföretag var gällande byggnation av endast en villa var deras uppfattning att huset blir klart snabbare på grund av de generellt långa leveranstider och utdragna projekteringstider som det är vid prefabricering.

4.3.5 Kvalité

4.3.5.1 Prefabricering

Uppfattningen hos respondenterna var att dem tyckte att vid byggnation med prefabricerade komponenter är man inte lika väderberoende eftersom montering sker under så kort tid och man ser till att monteringen sker under goda väderförhållanden. Att byggelementen byggs inne i fabrik där dem är skyddade från väder och vind ses som en stor fördel samt att man genomför fuktmätningar både i fabriken samt ute på arbetsplatsen vilket ger en hög kvalitetssäkring. Den slutgiltiga kvalitén på slutprodukten beror vidare på erfarenhet och noggrannhet hos montörerna.

4.3.5.2 Platsbyggnation

För att uppnå en god kvalitet vid platsbyggnation ses väderskydd som helt avgörande hos respondenterna. Att ett väderskydd räknas in i budget är en väsentlig del för att byggsystemet skall lyckas uppnå god kvalitet och en fuktsäker konstruktion. Under senare år beskriver två av respondenterna att vid byggnation åt kommun och landsting kräver dessa ofta om inte alltid att ett väderskydd används oavsett byggmetod.

4.3.6 Utvecklingspotential

4.3.6.1 Prefabricering

Det har varit ett spritt resultat var gällande utvecklingspotentialen hos båda byggsystemen. De aspekter som belystes vid prefabricering är att systemet möjligtvis kan öka ännu mer i prefabriceringsgrad och enbart arbeta med volymelement och moduler men att detta hela tiden skall ställas mot att det skall vara ekonomiskt lönsamt. Vidare tycker en av respondenterna att Sverige skall tillåta att ett mer normlöst byggande vilket då skulle innebära att entreprenörer skulle kunna bygga containerliknade moduler staplade på varandra för att på så sett kunna möta den utbrädda bostadsbristen som råder i landet. Detta är en aspekt som en annan respondent tycker är viktigt att beakta att om man skall öka graden av färdigställande så måste den likformiga arkitektur som rådde under miljonprogrammet frångås då detta byggsystem skulle kunna leda till att hus och områden skulle få estetiska brister. Överlag så är uppfattningen hos respondenterna att prefabricering kommer vara det ledande byggsystemet framöver och att det har mest utvecklingspotential. En tror att i och med att prefabricering kommer bli allt mer populärt kommer det finnas mer producenter på marknaden vilket skulle leda till högre konkurrens och vidare skulle den leda till att nya lösningar och innovationer uppkommer i jakten på att bli mer effektiv och kostnadseffektiv.

Att dela med sig av lösningar och idéer mellan företag är en aspekt som tas upp men att detta inte är relaterat till byggsystem utan mer ses som ett branschproblem då dessa kan vara företags huvudsakliga konkurrenskraft. Att övergå till att projektera i 3D är en aspekt som belyses hos några hos respondenterna men denna åsikt fanns inte bland majoriteten av de som medverkade i undersökningen och 3D projekteringen skulle i så fall vara en utveckling för respektive byggsystemen.

4.3.6.2 Platsbyggnation

Åsikterna och kommentarerna till hur vida platsbyggnation har någon utvecklingspotential i huvudtaget varierande hos respondenterna, hos en del var uppfattningen att platsbyggnation inte har någon utvecklingspotential i huvudtaget men hos andra var fanns det vissa aspekter hos byggsystemet som gick att förbättra och utveckla. Att byggaren genom färdigkapat material kan reducera en del av produktionstiden var aspekt sedan att använda sig av nyutvecklade material och komponenter så som lättviktsbalkar som har ökade spännvidder vilket skulle leda till nya möjligheter vid utformning av planlösning. På senare år har även nya isoleringsalternativ kommit i form av lösullsisolering vilket skulle leda att konstruktionen och

installationsskiktet inte blir läst av isoleringen där du exempelvis har möjligheten att dra elen hur man vill då lösullsisoleringen lägger sig runt dessa installationer.

4.3.7 När ska man använda vad?

Att husets utformning tillåter att byggaren kan använda prefabricering är en förutsättning för byggsystemet. Detta innebär att vid prefabricering blir det svårt att utnyttja fördelarna som systemet bidrar med om det är ett arkitekt ritat hus med många speciallösningar. Grad av standardisering på huset är därför en viktig parameter för val av byggnadsmetod. Vid större fastigheter där entreprenören är tidspressad är platsbyggnation i stort sett uteslutet eftersom byggsystemet är så pass tidskrävande. Vid otillgängliga platser där transporter eventuellt har svårt att komma fram på grund av tyngd på lastbilar och storlek på elementen kan det vara svårt att använda sig av prefabricering. Beroende på vilken tidsplan och budget beställaren har avgör för valet av byggsystem. Vid pressade tider väljs generellt prefabricering på grund av den potentiella tidsvinsten som byggsystemet har. Men detta beror även på vilket typ av projekt det är och hur stort projektet är. Skall exempelvis enbart en villa byggas är det inte säkert att beställaren tjänar kostnadsmässigt och tidsmässigt på att prefabricera den beskriver några av respondenterna utan att det möjligtvis är först när entreprenören börjar producera flera av samma typ som prefabricering blir lönsamt. De mest förekommande svaren är att tid, budget och kundens önskemål är de parametrarna som är avgörande för vilket av byggsystemen som i slutändan väljs.

4.3.8 Hur kan processerna lära av varandra?

Hur vida byggsystemen kunde lära något från varandra var överlag den frågan som svårast att svara på hos respondenterna, det var få som svarade med konkreta förslag. Det som togs upp var att platsbyggnation kunde lära sig av den leanfilosofin som finns inne i fabrik, att ett processtänk anammas framför ett produkttänk för att produktionen skall bli mer effektiv och optimerad. Ett förslag på hur detta skulle gå till var att entreprenören redan i materialinköpsskedet exakt köper länder och mått på material för att slippa stå och säga upp regler på arbetsplatsen exempelvis. Ett annat förslag var att byggaren upprättar en slags minifabrik på arbetsplatsen där väggar reglas upp på backen då detta uppskattningsvis borde gå snabbare. Det som var överförbart i riktningen från platsbyggnation till prefabricering var att prefableverantörerna kunde lära sig vara mer flexibla mot kund.

Vidare var ordning och reda på arbetsplatsen och i projekten en förutsättning för att båda byggsystemen skall fungera som planerat. Kombinationen av de olika byggmetoderna såg flera som en möjlig framtid, att inte läsa sig till enbart ett system utan istället kombinera för att få ut det mesta av båda metoderna.

4.3.9 Framtid

Majoriteten av respondenterna tror att prefabricering kommer ta över allt mer och kommer vara den ledande byggmetoden och kommer fasa ut platsbyggnation allt mer i framtiden dels på grund av att det är tidseffektivt system men även att det totalt sett är prisvärt. Var av vissa tror att kombinationen mellan de två tillvägagångssätten kommer vara framtiden, att vissa delar i konstruktionen som anses vara enkla

prefabriceras och vid de svårare delarna utnyttjar byggaren platsbyggnationens flexibilitet. Flera tror att vid större byggnationer och nybyggnationer att prefabricering kommer vara det huvudsakliga systemet som kommer användas men att vid ombyggnationer och vid specialbyggnationer så som arkitektritade villor där prefabricering inte lämpar sig kommer platsbyggnation att leva kvar.

4.3.10 Sammanfattning av genomförda intervjuer

Sammanfattningsvis så upplever majoriteten av respondenterna att fördelarna som finns vid prefabricering/industriellt byggande vägs tyngre än de nackdelar som är förknippat med byggmetoden och därför skulle vara det generellt fördelaktigaste byggsystemet av de två byggsystemen.

Prefabricering

Fördelar: 1. Tidseffektivt 2. Tätt hus nås snabbt 3. Kvalitetssäkring 4. Mindre spill 5. Mindre arbetskraft 6. Reducerade byggkostnader.

Nackdelar: 1. Framkomlighet 2. Högre toleranskrav 3. Bristande flexibilitet 4. Leveranstider 5. Estetiska brister 6. Mer omfattad projektering

Platsbyggnation

Fördelar: 1. Flexibelt 2. Tillgänglighet 3. Snabb byggstart

Nackdelar: 1. Tidskrävande 2. Risk för väder och vind 3. Spillmaterial

5 Diskussion

Huruvida man skall välja den ena eller den andra byggmetoden skulle jag hävda beror på i huvudsak hur applicerbart industriellt byggande är på ett projekt. Skall en större lagerhall upprättas som inte har en unik eller avvikande utformning så är industriellt byggande i högsta grad applicerbart. I ett sådant läge skulle det vara dumdrigt att i huvudtaget överväga en platsbyggnation då detta skulle bli en lång och utdragen process. Om istället en villa skall upprättas och kunden har oerhört mycket idéer och önskemål kan det vara så att industriellt byggande och prefabricering inte är det mest fördelaktiga i varken en tids eller kostnadsaspekt. I detta fall kan platsbyggnation vara det val som bör anses mest lämpligt.

5.1 För och nackdelar

5.1.1 Prefabricering

Fördelar utifrån tidigare forskning: 1. Reducerad projekttid 2. Lägre projektkostnader 3. Förbättrad kvalitet 4. Reducering av spillmaterial 5. Förbättrad hälsa och säkerhet för yrkesarbetarna 6. Mindre arbetskraft

Fördelar utifrån genomförda intervjuer: 1. Tidseffektivt 2. Tätt hus nås snabbt 3. Kvalitetssäkring 4. Mindre spill 5. Mindre arbetskraft 6. Reducerade byggkostnader.

Nackdelar utifrån tidigare forskning: 1. Bristande flexibilitet 2. Transporter 3. Höga initiala kostnader 4. Kunskap om prefabricering 5. Längre projektering 6. Framkomlighet

Nackdelar utifrån genomförda intervjuer: 1. Framkomlighet 2. Högre toleranskrav 3. Bristande flexibilitet 4. Leveranstider 5. Estetiska brister 6. Mer omfattad projektering

Vid jämförelse av de för och nackdelar som lyfts fram från tidigare forskning kring prefabricering och de resultat som tagits fram utifrån de intervjuer som gjorts i denna studie kan ses att dem liknar varandra i högsta grad. Resultaten från avsnitten visar att projekt kan få en reducerad projekttid alltså att det är ett tidseffektivt byggsystem, reducerade byggkostnader, bättre kvalitet genom hög kvalitetssäkring, reducerat spillmaterial genom optimering i fabrik, att byggsystemet kräver mindre arbetskraft samt att tätt hus nås snabbt. Att tätt hus nås snabbt är inte utskrivet som en fördel i avsnitten från den tidigare forskningen men det är en följd av att byggsystemet är tidseffektivt.

Något som skiljer åt är att resultatet från den tidigare forskningen beskriver att man kan uppnå en förbättrad hälsa och säkerhet för yrkesarbetarna men detta var inget som belystes i dem nio intervjuer som genomförts. Detta beror på att fokus under

intervjuerna inte låg på att belysa de arbetsmiljömässiga skillnaderna mellan byggsystemen. Känslan är att majoriteten upplever att det är en bättre arbetsmiljö i fabriker på grund av de hjälpmedel som beskrivits i intervjuerna. Vid granskning av nackdelarna från de båda resultaten ses att dem är enhetliga. Både den tidigare forskningen och det som kunnat utläsas från intervjuerna beskriver att den bristande flexibiliteten och de höga toleranskraven som byggsystemet har är en nackdel. De höga toleranskraven kan även ses som en fördel då byggaren får en hög kvalitetssäkring. Vidare är den omfattande projekteringen samt kostsamma transporter och framkomligheten vid dessa en återkommande nackdel.

5.1.2 Platsbyggnation

Fördelar utifrån tidigare forskning: 1. Hög flexibilitet

Fördelar utifrån genomförda intervjuer: 1. Flexibelt 2. Tillgänglighet 3. Snabb byggstart

Nackdelar utifrån tidigare forskning: 1. Högre projektkostnader 2. Längre produktionstid 3. Generellt sämre kvalitet 4. Genererar mer spill 5. Ökad arbetskraft

Nackdelar utifrån genomförda intervjuer: 1. Tidskrävande 2. Risk för väder och vind 3. Spillmaterial

Ser man på vad som tagits upp under intervjuerna och vad som belysts i tidigare forskning ser för och nackdelarna vid platsbyggnation likvärdiga ut. Den största och i princip enda fördelen som platsbyggnation har är en stor flexibilitet. Den höga flexibiliteten bidrar till att arkitekten har möjligheten att utforma huset med en unik design, entreprenören kan göra mindre ändringar i konstruktionen under byggnationens gång och är inte begränsad av stora transporter eller långa leveranstider som kan förekomma vid prefabricering. Man kan se att nackdelarna hos byggsystemet är fler än de fördelar som förekommer. Det är tidskrävande, kostsamt, genererar mer spillmaterial och är mer utsatt för väder och vind.

5.2 Kalkyler och ekonomi

Resultatet från de egna beräkningarna tyder på att vid användning av prefabricerade komponenter kan projektkostnaderna reduceras med ca 3 procent och projekttiden med ca 19 procent. Detta resultat visar endast kalkylmässiga skillnader, den faktiska skillnaden beror i sin tur på om allting i projektet blir som planerat vilket inte alltid är verkligheten.

Jämförs detta resultat med resultatet från en studie av Shahzad, Mbachu and Domingo (2015) där en likvärdig studie genomförts ser man att resultaten pekar i samma riktning. Resultaten är enhetliga i den grad att kostnaderna och tidsåtgången för projekteten minskade med prefabricering. Det visade sig att kostnaderna för bostadshus i ovanstående studie minskade 20 procent i genomsnitt och projekttiden med 50 procent i genomsnitt. Det är svårt att generalisera exakt hur mycket pengar

och tid man kan tjäna in med prefabricering eftersom projekt oftast skiljer sig mycket från varandra. Resultatet från den egna fallstudien visar inte lika drastiska skillnader men detta kan bero på en rad olika faktorer exempelvis antal hus som undersökts, storleken på projekten samt hur applicerbar industriellt byggande är på projektet.

En faktor som påverkar hur effektivt och lönsamt ett byggprojekt i slutändan kommer bli är hur väl entreprenören genomfört sin planering och projektering. Finns det inte en kalkyl att luta sig tillbaka på är det svårt att uppskatta hur man ligger till i förhållande till projektets budget.

5.3 Vilka är de väsentliga skillnaderna mellan processerna och hur kan de lära från varandra?

Den mest väsentliga och mest uppenbara skillnaden mellan de två olika processerna är att vid prefabricering/industriellt byggande tillverkas stora delar av byggnaden i fabrik och vid platsbyggnation byggs allt på plats. Projektering är än mer utdragen process vid industriellt byggande. Kommunikation och logistik mellan de berörda aktörerna i ett industriellt byggande är ett mer kritiskt moment jämfört med ett traditionellt byggande. Om det förekommer en bristfällig kommunikation och logistik vid ett industriellt byggande riskerar byggnationen att tillfälligt stanna eller stanna helt.

I riktningen från industriellt byggande till platsbyggnation är processtänktet något som möjligtvis är överföringsbart. Erfarenhetsåterföring i form av ökad dokumentation kan vara något som kan tillämpas vid platsbyggnationer för att entreprenören skall kunna ta lärdommar och lösningar från tidigare projekt. Ser man i motsatt riktning kan industriellt byggande eventuellt lära sig vara mer flexibel mot kund och erbjuda större valmöjligheter men samtidigt är detta svårt då framställande av komponenter i fabrik gynnas av likformighet och ett begränsat utbud.

5.4 Metod

Det har valts ett kvalitativt tillvägagångsätt där personliga intervjuer genomförts. Detta har valts för att kunna få en insikt i respondenternas personliga åsikter och uppfattningar om de två olika byggmetoderna. För att få ett bredare och mindre vinklat resultat kunde fler intervjuer med fler företag genomförts. Var gällande intervjuguidens utformning kan eventuellt mer än en pilotintervju genomförts för att ytterligare säkerställa kvalitén på frågorna. Alternativt kunde ett kvantitativt tillvägagångsätt valts för att få ett bredare resultat med mer svar i form av enkäter. Detta valdes inte eftersom enkäter ofta utformas på ett sådant sätt som inte ger respondenten möjlighet att svara på ett personligt vis utan istället tvingas välja mellan olika svaralternativ.

6 Slutsats

Kalkyler genomförda inom fallstudien tyder på att prefabricering är ca 3 procent billigare och 19 procent snabbare än vid platsbyggnation. Vid jämförelse av det egna resultatet och resultatet från studien av Shahzad, Mbachu and Domingo (2015) ses att resultaten är enhetliga i den grad att kostnaderna och tidsåtgången för projekteten minskade med prefabricering. Kostnaderna för bostadshusen i ovanstående studie minskade med 20 procent i genomsnitt och projekttiden med 50 procent i genomsnitt. De drastiska procentskillnaderna i den undersökta studien jämfört med den egna kan bero på antalet hus som undersökts, storleken på projekten samt hur applicerbart industriellt byggande är på projektet. Några av de faktorer som eventuellt skulle kunna påverka prefabricering negativt är en undermålig projektering och kommunikation, långa transporter och leveranstider.

Den egna studien och tidigare studier visar på att prefabricering genererar mindre spill än platsbyggnation och ger en hög kvalitet. Utifrån de genomförda arbetsplatsbesöken och de intervjuer som har genomförts dras slutsatsen att kvalitén på slutprodukten beror på yrkesarbetarnas erfarenhet. Prefabriceringens nackdelar är de höga toleranskraven, den bristande flexibiliteten vilket kan leda till estetiska brister samt att byggsystemet kräver en omfattad projektering för att fungera som planerat.

I och med den utbredda bostadsbristen i Sverige kommer prefabricering troligtvis ta över allt mer i framtiden på grund av att det är ett tids- och kostnadseffektivt byggsystem. I och med platsbyggnations höga flexibilitet kommer byggsystemet att finnas kvar och användas där prefabricering är mindre applicerbart, exempelvis där arkitekter fått fria tyglar och gett byggnaden en unik utformning. Slutsatsen angående platsbyggnation är att byggsystemet är flexibelt och tillgängligt men är tidskrävande, kostsamt, genererar mer spillmaterial och är mer utsatt för väder och vind.

Vad det industriella byggandet eventuellt kan lära sig från det traditionella byggandet är att vara mer flexibel mot kund genom att erbjuda mer valmöjligheter. Men en hög flexibilitet är även ett av hindren som byggsystemet har då systemet gynnas av enformighet. I motsatt riktning kan platsbyggnation möjligvis anamma processtänket och lean-filosofin för att nå en ökad effektivitet.

7 Förslag till fortsatta studier

Något som kan undersökas ytterligare är skillnaderna i arbetsmiljön mellan de två olika byggmetoderna samt att gå mer djupgående i miljöaspekten för att se hur mycket utsläpp det skiljer sig mellan processerna. Fler vetenskapliga artiklar kan analyseras för att se vilka resultat man uppnått vid tidigare projekt. Fler projekt än projektet i Trosa kan ha analyserats för att möjligtvis kunna ge en generell bild på hur mycket tid och pengar man eventuellt kan spara med prefabricering/industriellt byggande. För att få en bättre och djupare kunskap och förståelse om hur byggmetoderna fungerar kan någon form av praktik genomföras utöver de tre arbetsplatsbesök som gjorts.

Ett intryck är att kvaliteten mellan de olika byggmetoderna inte alls behöver vara i industriellt byggandes favör utan att kvalitén kan vara minst lika bra eller bättre vid ett lösvirkeshus, utan förefaller bero på arbetslagets erfarenhet. Att undersöka om arbetslagets erfarenhet påverkar slutresultatet kan eventuellt vara något som kan undersökas vidare i kommande studier. I studier är bevisligen industriellt byggande det mest fördelaktiga i en tidsaspekt men detta betyder inte alltid att detta uppfylls i praktiken. Vid en undermålig projektering och planering vid ett industriellt byggande skulle platsbyggnation möjligtvis kunna gå snabbare beroende på byggnadstyp. Jag skulle vilja påstå att tidseffektiviteten i högsta grad är relaterad hur väl exempelvis platschefen har utfört sin planering och projektering. Skulle exempelvis planeringen angående logistiken vara bristfällig kan detta möjligtvis leda till oväntade kostnader och förlängd projekttid. En fråga att undersöka är därför hur stor inverkan har planering och projektering på ett industriellt byggandes projekttid och totalkostnader?

Bostadsbristen är ett aktuellt problem som måste lösas inom en snar framtid men att lösa detta problem genom att ställa upp barackliknade bostäder ser jag inte som en långsiktig eller hållbar lösning. Jag kan tycka att det vore synd om alla kommande byggprojekt anammar ett industriellt byggande då jag anser att städers arkitektur skulle gynnas av unika byggnader som ofta kräver någon form av platsbyggnation. Med detta i åtanke skulle jag säga att en eventuell kombination mellan de två olika byggmetoderna både skulle kunna lösa den rådande bostadsbristen utan att städers arkitektur sätts i andra hand. Byggnadsdelar med en enkel utformning skulle kunna prefabriceras och byggnadsdelar som kräver mer arbete eller inte gynnas av att prefabriceras skulle möjligtvis kunna platsbyggas. Eventuellt skulle kommande studier undersöka hur en kombination skulle fungera rent praktiskt.

I och med åldersskiftningen som håller på att ske i byggbranschen, att äldre yrkesarbetare och arbetsgivare går i pension kan möjligtvis den allmänt vedertagna konservatismen som råder i branschen även gå mot ett slut. Detta skulle innebära att

den yngre generationens visioner och idéer får en möjlighet att träda fram allt mer. Kanske kommer nya utvecklade IT-system exempelvis BIM (Building information modeling) att få större genomslag och kartan för hur projektering går till ritas om. Ett förslag till fortsatta studier i den här aspekten skulle kunna vara att kommande studier undersöker hur uppfattningen kring prefabricering och platsbyggnation skiljer sig åt beroende på antal verksamma år inom byggbranschen.

8 Källförteckning

Vetenskapliga artiklar

Blismas N., Pasquire C. & Gibb A. 2006 Benefit evaluation for off-site production in construction. *Construction Management and Economics* Vol. 24, Iss. 2, 2006

Faghirinejadfarda A., Mahdiyara A., Marsonoa A.K., Mohandesa S.R., Omranya H., Tabatabaee S., Tapb M. Md.. 2015. Economic comparison of industrialized building system and conventional construction system using building information modeling. *Jurnal Teknologi*, Vol.78, Iss.1 2015

Goulding J.S, Rahimian F. Pour, Arif M. & Sharp M.D. 2015. New offsite production and business models in construction: priorities for the future research agenda. *Architectural Engineering and Design Management* Vol.11, Iss.3 2015

Jaillon L. & Poon C.S. 2010. Design issues of using prefabrication in Hong Kong building construction. *Construction Management and Economics* Vol. 28, Iss.10, 2010

Larsson B. & Söderling L. 2009. Framtidens byggande – Platsbyggande eller industriellt byggande?. *Samhällsbyggaren* Vol 5, 2009.

Pheng L.S & Hui M.S. 1999 The application of JIT philosophy to construction: a case study in site layout. *Construction Management and Economics* Vol. 17, Iss. 5, 1999.

Tama Vivian W.Y., Tamb C.M., Zengc S.X., Ngb William C.Y. 2007. Towards adoption of prefabrication in construction. *Building and Environment* vol.42, Iss. 10

Shahzad W., Mbachu J. and Domingo N. 2015. Marginal Productivity Gained Through Prefabrication: Case Studies of Building Projects in Auckland. *Buildings* Vol.5, Iss 1.

Zhang Xiaoling & Skitmore Martin 2012. Industrialized housing in china: a coin with two sides. *International Journal of Strategic Property Management* Vol.16, Iss.2, 2012

Elektroniska källor

Migrationsverket Hämtad 2016-02-18

<<http://www.migrationsverket.se/download/18.7c00d8e6143101d166d1aab/1451894593595/Inkomna+ans%C3%B6kningar+om+asyl+2015+-+Applications+for+asylum+received+2015.pdf>>

Boverket Hämtad 2016-02-10

<<http://www.boverket.se/sv/samhallsplanering/stadsutveckling/miljonprogrammet/>>

Boverket Hämtad 2016-02-10

<<http://www.boverket.se/sv/samhallsplanering/bostadsplanering/bostadsmarknaden/laget-pa-bostadsmarknaden/riket/>>

Boverket Hämtad 2016-02-10

<<http://www.boverket.se/sv/samhallsplanering/bostadsplanering/bostadsmarknaden/indikatorer-for-bostadsbyggande/>>

Statistiska Centralbyrån Hämtad 2016-02-18

<http://www.scb.se/sv_/Hitta-statistik/Statistik-efter-amne/Arbetsmarknad/Loner-och-arbetskostnader/Arbetskostnadsindex-for-arbetare-och-tjansteman-inom-privat-sektor-AKI/7967/7974/248027/>

Svenskt näringsliv Hämtad 2016-02-18

<http://www.svensktnaringsliv.se/fragor/fakta-om-loner-och-arbetstid/foia2015/7-internationella-loner-och-arbetskraftskostnader_619550.html>

National Encyklopedin Hämtad 2016-02-18

<<http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lang/prefabricering>>

Boverket 2006, Bostäder byggda med volymelement. En fallstudie av svenska bostadsprojekt – verklighet och vision Hämtad 2016-04-10

<http://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2006/bostader_byggda_med_volymelement.pdf>

National Encyklopedin Hämtad 2016-04-16

<<http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/l%C3%B6svirkeshus>>

Sveriges Kommuner och Landsting 2013, Mod att bygga med trä. Modernt industriellt träbyggande Hämtad 2016-04-16

<<http://webbutik.skl.se/bilder/artiklar/pdf/7585-016-0.pdf>>

Träguiden Hämtad 2016-04-08

<<http://www.traguiden.se/planering/planera-ett-trabygge/byggsystem/volymelement/volymelement-projekterings--och-produktionsaspekter/?previousState=10100>>

SBUF Hämtad 2016-06-01

<<http://vpp.sbuf.se/Public/Documents/InfoSheets/PublishedInfoSheet/f0681218-4742-44d5-b86c-b6d62a2dc74c/06.21.pdf>>

SBUF Hämtad 2016-06-01

<<http://vpp.sbuf.se/Public/Documents/ProjectDocuments/324446E8-24C1-4851-882A-4513FB469D27%5CFinalReport%5CSBUF%2011920%20Slutrapport%20Sammanfattning%20Ekonomistyrningens%20betydelse%20f%C3%B6r%20produktivitet%20p%C3%A5%20projektniv%C3%A5.pdf>>

Litteratur

Bryman, A. (2011). *Samhällsvetenskapliga metoder*. Malmö: Liber AB

Fägerborg, E. (2011). Intervjuer. I: L. Kaijser & M. Öhlander (Red.), *Etnologiskt fältarbete* Lund: Studentlitteratur

Lidelöw H., Stehn L., Lessing J. och Engström D. (2014) *Industriellt husbyggande*

Patel, R., & Davidson, B. (2011). *Forskningsmetodikens grunder: Att planera, genomföra och rapportera en undersökning* Lund: Studentlitteratur

Sullivan, G., Barthorpe, S och Robbins, S. (2010) *Managing Construction Logistics*

Zanderin L. (2005) *Arbetsmiljö*, Studentlitteratur AB

9 Bilagor

9.1 Intervjuguide

- Vad heter du?
- Vad jobbar du med och vad är din arbetstitel?
- Hur länge har du arbetat inom yrket?
- Vad är din huvudsakliga uppgift i byggprocessen?
- Vilka/vilket av arbetssätten platsbyggt och prefab har du arbetat med?
- Vilken av byggmetoderna föredrar du att arbeta med och varför?
- Upplever du att det finns några tidsmässiga skillnader mellan byggmetoderna?
- Upplever du att det finns några kostnadsmissiga skillnader mellan byggmetoderna?
- Vad ser du för och nackdelar med platsbyggt/prefab?
- Vilka parametrar påverkar valet av byggnadsmetod?
- Hur säkerställer ni att ni uppnår en god kvalitet med er byggmetod?
- Vilka är de mest förekommande problemen i er byggmetod?
- Hur tycker du att projekteringen påverkas av er byggmetod?
- Hur påverkas den övergripande logistiken med er byggmetod?
- Vad tar ni för ställning på er byggmetods påverkan på miljön?
- Hur kan processerna lära av varandra?
- Vad ser du för hinder för ökad effektivitet hos platsbyggt/prefab?
- Vad ser du för utvecklingspotential hos platsbyggt/prefab?
- Vilket av dessa byggmetoder tror du kommer användas mest i framtiden och varför?

Anton Svensson
Byggingenjör - Byggproduktion och
projektledning



Besöksadress: Kristian IV:s väg 3
Postadress: Box 823, 301 18 Halmstad
Telefon: 035-16 71 00
E-mail: registrator@hh.se
www.hh.se