

# CHALMERS



## Jämförelse av två metoder för småhus- produktion med prefabricerade huselement

- intern fälthfabriksproduktion och extern industriproduktion

*Examensarbete inom civilingenjörsprogrammet Väg- och Vattenbyggnad*

CHRISTIAN ERIKSSON

MAGNUS MELLBERT

Institutionen för bygg- och miljöteknik  
*Byggnadsekonomi*

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Göteborg 2007  
Examensarbete 2007:22



EXAMENSARBETE 2007:22

# Jämförelse av två metoder för småhusproduktion med prefabricerade huselement

- intern fältfabriksproduktion och extern industriproduktion

*Examensarbete inom civilingenjörsprogrammet Väg- och Vattenbyggnad*

CHRISTIAN ERIKSSON

MAGNUS MELLBERT

Institutionen för bygg- och miljöteknik  
*Byggnadsekonomi*

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Göteborg, 2007

Jämförelse av två metoder för småhusproduktion med prefabricerade huselement  
- intern fältfabriksproduktion och extern industriproduktion

*Examensarbete inom civilingenjörsprogrammet Väg- och Vattenbyggnad*

CHRISTIAN ERIKSSON

MAGNUS MELLBERT

© CHRISTIAN ERIKSSON OCH MAGNUS MELLBERT, 2007

Examensarbete 2007:22

Institutionen för bygg och miljöteknik

Byggnadsekonomi

Chalmers tekniska högskola

412 96 Göteborg

Telefon: 031-772 10 00

Chalmers Repro/ Institutionen för bygg- och miljöteknik  
Göteborg 2007

Comparison of two methods for smallhouse production with prefabricated house elements - fieldfactory production and industrial line production

Master's Thesis in Civil Engineering

CHRISTIAN ERIKSSON

MAGNUS MELLBERT

Department of Civil and Environmental Engineering

Building Economics and Management

Chalmers University of Technology

## **ABSTRACT**

This is a study, which are comparing two different ways of building houses in a large Swedish building company, Skanska House, Gothenburg.

Traditionally, houses were built on site at the construction area. Today, a house is, often partly prefabricated, and these parts are then transported to the construction site for assembly. Prefabrication of parts can be carried out either in an external factory (industrial line production), or at the construction site in temporary factories, (field-factories). The aim of this study is to analyse and discuss these two different ways of building/constructing from five focus areas using Lean Thinking as a theoretical perspective. The five focus areas are: *knowledge-feedback*, *delivery-precision*, *customer satisfaction*, *waste disposal* and *transports and logistics*. The study has been carried out at Skanska House Gothenburg on four of their construction projects. Skanska House, Gothenburg, Sweden is using both external and internal factories for building houses with prefabricated parts.

The main result of the study is that field-factories have more benefits than external factories, for example more effective knowledge-feedback and high customer satisfaction.

A recommendation for the contractors, Skanska House Gothenburg is to bring more effectiveness to the field-factories through a distinct pull-system, which means for example that no stocks are accepted. Another recommendation concerns how work with external factories can be more efficient. Skanska House Gothenburg and the supplier, who run the external factories, need close interaction, such as a partnership, for a common work with standardizations and continuous improvements. A final recommendation is that Skanska House Gothenburg should work more with internal production in a bigger industrial factory striving for long-term production goals. This production would improve common solutions, standardizations and a more efficient and sustainable housing process.

**Key Words:** prefabrication, housing, lean, lean thinking, construction, field-factory



Jämförelse av två metoder av småhusproduktion med prefabricerade huselement  
- intern fältfabriksproduktion och extern industriproduktion

*Examensarbete inom civilingenjörsprogrammet Väg- och Vattenbyggnad*

CHRISTIAN ERIKSSON

MAGNUS MELLBERT

Institutionen för bygg- och miljöteknik

Byggnadsekonomi

Chalmers Tekniska Högskola

## SAMMANFATTNING

Småhusproduktion sker oftast genom att ett hus ingående delar prefabriceras till olika huselement, så som vägg-, bjälklags- och takelement som endast monteras på byggarbetsplatsen. Med det byggnationssättet erhålls ett snabbt montage, vilket bidrar till att huset blir tätt under en kort tidsperiod. Prefabriceringsgraden kan variera från endast stomelement till helt kompletta huselement. Prefabriceringen kan ske dels på en intern fältfabrik och dels på en för entreprenören extern industriproduktion, där produktionen bedrivs av en hustillverkare.

Den här studien syftar till att jämföra de två nämnda produktionssätten utifrån fem fokusområden, *kunskapsåterföring, tillförlitlighet, kundtillfredsställelse, avfall i byggprojekt och transporter och logistik*. Syftet är att analysera och diskutera de två produktionssätten utifrån ett Lean Thinking perspektiv. Lean Thinking är sättet att tänka, för att minimera slöseri som för den slutliga kunden ej är värdehöjande.

Studien har bedrivits på Skanska Hus Göteborg där fyra projekt har studerats. Två av projekten producerade hus med interna fältfabriker och två av projekten producerade hus med externa hustillverkare. Varje projekt har studerats i en fallstudie, med tyngdpunkten i kvalitativa intervjuer. För en mer ingående förståelse har även de två hustillverkare som berörs i studien besökts. Även här skedde intervjuer och observationer.

Studiens slutsats är att produktion med fältfabrik med avseende på valda fokusområden har fler fördelar än motsvarande produktion med externa hustillverkare, sett utifrån projektens avgränsning samt det teoretiska perspektiv Lean Thinking. Rekommendation till Skanska Hus Göteborg är därför att behålla båda produktionssätten, då fältfabriksproduktion inte alltid är motiverat på grund av rådande omständigheter så som plats för stationering, investeringar och rätt byggkompetens.

Dock borde de två produktionssätten effektiviseras enligt tre rekommendationer; Fältfabriksproduktion bör effektiviseras genom att produktionen ständigt strävar efter en dragande process (pull). Produktion med hustillverkare bör effektiviseras genom att Skanska Hus Göteborg utökar sin samverkan med ett fåtal hustillverkare, likt partnerskap. För det tredje föreslås ett produktionssätt som nyttjar delar av de tidigare nämnda produktionssätten, Skanska Hus Göteborg bör bedriva intern produktion i en större industrianläggning i Göteborgstrakten utifrån långsiktiga produktionsmål. Här bör produktion ske med flera projekt involverade för att på så vis uppnå arbete över

gränser där både yrkesarbetare och tjänstemän tar del av varandras kompetenser för en effektivare process. Med idén erhålls ett produktionssätt som siktar mot gemensamma lösningar, standardiserade arbetssätt och en effektivare byggprocess.

Nyckelord: Fältfabrik, prefabricering, huselement, hustillverkare, lean, lean thinking



# Innehåll

ABSTRACT	I
SAMMANFATTNING	III
INNEHÅLL	V
FÖRORD	IX
1 INLEDNING	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte och avgränsningar	2
1.3 Ämnesområden och valda fokusområden	2
2 METOD OCH FORSKNINGSDSIGN	3
2.1 Arbetsgång	3
2.2 Kvalitativa undersökningar och fallstudiemetodik	4
2.3 Litteraturstudier	4
2.4 Intervjuer	5
2.5 Observationer	5
2.6 Reflektion över analysverktyg	5
3 ÄMNESOMRÅDEN OCH FOKUSOMRÅDEN	7
3.1 Produktionseffektivitet	7
3.1.1 Fokusområde: Ständig förbättring genom kunskapsåterföring	8
3.1.2 Fokusområde: Tillförlitlighet	10
3.2 Kvalitet	12
3.2.1 Begreppet kvalitet	12
3.2.2 Kvalitet från <i>inspektion</i> till <i>kvalitetsledning</i>	12
3.2.3 Kvalitetsledningssystem - ISO 9000	13
3.2.4 Fokusområde: Kundtillfredsställelse	14
3.3 Miljöarbete	15
3.3.1 Bakgrund	15
3.3.2 Fokusområde: Avfall i byggprojekt	15
3.3.3 Fokusområde: Miljöbelastning vid transporter	16
4 PRODUKTION AV SMÅHUS	19
4.1 Bakgrund	19
4.2 Företagspresentation – <i>Skanska Hus Göteborg</i>	19
4.3 Fältfabriksproduktion	20
4.3.1 Fältfabrik 1	22
4.3.2 Fältfabrik 2	24

4.4	De externa hustillverkarnas slutna industriproduktion	27
4.4.1	Hustillverkare 1	27
4.4.2	Hustillverkare 2	28
4.4.3	Styrkor och svagheter med hustillverkare	29
5	FALLSTUDIE: PROJEKT A	31
5.1	Bakgrund och fakta om projektet	31
5.2	Produktionsskede	31
5.3	Resultat av intervjuer	33
5.3.1	Tillförlitlighet	33
5.3.2	Kunskapsåterföring	34
5.3.3	Kundtillfredsställelse	34
5.3.4	Avfall i byggprojekt	35
5.3.5	Miljöbelastning vid transporter	36
5.4	Reflektioner från projektet	37
6	FALLSTUDIE: PROJEKT B	38
6.1	Bakgrund och fakta om projektet	38
6.2	Produktionsskede	38
6.3	Resultat av intervjuer	39
6.3.1	Tillförlitlighet	40
6.3.2	Kunskapsåterföring	40
6.3.3	Kundtillfredsställelse	41
6.3.4	Avfall i byggprojekt	42
6.3.5	Miljöbelastning vid transporter	43
6.4	Reflektioner från projektet	44
7	FALLSTUDIE: PROJEKT C	45
7.1	Bakgrund och fakta om projektet	45
7.2	Produktionsskede	46
7.3	Resultat av intervjuer	46
7.3.1	Tillförlitlighet	47
7.3.2	Kunskapsåterföring	48
7.3.3	Kundtillfredsställelse	48
7.3.4	Avfall i byggprojekt	49
7.3.5	Miljöbelastning vid transporter	50
7.4	Reflektioner från projektet	51
8	FALLSTUDIE: PROJEKT D	52
8.1	Bakgrund och fakta om projektet	52
8.2	Produktionsskede	53
8.3	Resultat av intervjuer	54
8.3.1	Tillförlitlighet	55

8.3.2	Kunskapsåterföring	56
8.3.3	Kundtillfredsställelse	56
8.3.4	Avfall i byggprojekt	58
8.3.5	Miljöbelastning vid transporter	58
8.4	Reflektioner från projektet	59
9	LEAN THINKING: <i>TEORETISKT PERSPEKTIV FÖR ANALYS OCH DISKUSSION</i>	60
9.1	Vad är egentligen Lean?	60
9.2	Varför applicera Lean i vår studie?	61
9.3	Lean Thinking	61
9.3.1	Effektivisering utifrån <i>Lean Thinking</i>	63
9.4	Toyota Production System, TPS	64
9.4.1	14 ledningsprinciper för implementering av TPS	65
9.5	Lean i byggindustrin	67
9.6	Finns det några nackdelar med Lean?	68
10	ANALYS OCH DISKUSSION	69
10.1	Produktionseffektivitet - Kunskapsåterföring	69
10.2	Produktionseffektivitet - Tillförlitlighet	71
10.3	Kvalitet - Kundtillfredsställelse	72
10.4	Miljöarbete - Avfall i byggprojekt	73
10.5	Miljöarbete – Miljöarbete vid transporter	74
10.6	Sammanfattning av analys och diskussion	75
11	SLUTSATS OCH REKOMMENDATION	77
11.1	Fältfabrik – slutsats och rekommendation	77
11.2	Inköp från hustillverkare – slutsats och rekommendation	78
11.3	Kombinerad rekommendation – en idé!	78
12	REFERENSER	80
	APPENDIX	84
	Bilaga 1: Materialflöden	84
	Bilaga 2: Bildspel av en montering	86



## Förord

Vår studie är ett examensarbete som ingår som obligatoriskt moment i civilingenjörsutbildningen Väg- och vattenbyggnad på Chalmers Tekniska Högskola. Examensarbetet omfattar 20 poäng och har utförts i samarbete med Skanska Hus Göteborg, med handledning från Institutionen Bygg- och Miljöteknik, Byggnadsekonomi.

Idén till examensarbetet kommer från eget initiativ, som tillsammans med våra två handledare på Skanska Hus Göteborg, Sten-Åke Ottoson och Folke Ekholm, har fastlagts till examensarbetets slutliga inriktning.

Vi vill tacka följande:

- Pernilla Gluch, vår handledare vid Chalmers Tekniska Högskola, som har visat ett stort engagemang och lotsat oss genom arbetsprocessen.
- Sten-Åke Ottoson och Folke Ekholm, våra handledare på Skanska Hus Göteborg, som har bistått med arbetsplats, projekt och ett stort intresse i vår arbetsprocess.
- Produktionsledningarna och yrkesarbetarna i de projekt som har studerats med intervjuer och studiebesök.
- Personal vid de två hustillverkare som studerats, vilka har ställt upp på intervjuer och med besök.

Göteborg, april 2007



Christian Eriksson



Magnus Mellbert



# 1 Inledning

---

*I detta kapitel beskrivs varför småhusproduktion utifrån en prefabricerad produktionsmetod är ett aktuellt studieområde. Vidare presenteras syftet och avgränsningar till studien.*

---

## 1.1 Bakgrund

Produktion av småhus kan ske på en rad olika sätt Burstrand (1998). Den traditionella produktionsmetoden för småhus sker ute på arbetsplatsen med lösvirke för att successivt resa huset på plats. Den arbetsmetoden är emellertid tidskrävande och är idag ovanligt hos Skanska Hus Göteborg som utgör grunden för den här studien (*Skanska Hus Göteborg presenteras under kapitel 4.1*). Vanligt är istället att prefabricera husets olika delar i huselement, exempelvis vägg-, bjälklag- och takelement som sedan endast monteras på byggarbetsplatsen. På det sättet sparas tid och möjligheter finns till en effektivare byggprocess. Prefabriceringens förädlingsgrad varierar beroende på vad som avses att göra, och kan variera från endast stomelement till helt kompletta huselement.

Prefabriceringen kan utföras på arbetsplatsen i en så kallad fältfabrik. En fältfabrik kan ses som en tillfällig lokal anpassad för sitt specifika ändamål. Storlek, utförande och mekaniseringsgrad varierar fältfabriker emellan. Prefabriceringen kan också utföras av en för entreprenören extern leverantör (hustillverkare), där huselementen transporteras till arbetsplatsen för montage. Idag finns det en uppsjö av hustillverkare som har olika koncept och lösningar som erbjuds. Det kan vara allt ifrån tillverkning och montering av nyckelfärdiga hus till prefabricering av enskilda delelement som kunden själv monterar. Huselementen tillverkas i en sluten industrimiljö och transporteras till byggarbetsplatsen. Hustillverkarnas produktion varierar mellan olika mekaniseringsgrader. Beroende av projektstorlekar, d.v.s. antal hus, och olika bedömningar använder Skanska Hus Göteborg idag både fältfabriksproduktion och inköp av färdiga huselement från hustillverkare. Bedömningar i det avseendet handlar främst om ekonomiska överväganden och kommande projekt i området runt den tänkta stationeringen för fältfabriken. Platsbyggnation är emellertid relativt ovanligt och sker endast i undantagsfall. De hus som Skanska Hus Göteborg uppför kan ses som unika arkitekturtridade hus i relativt små serier, vilket ställer höga krav på flexibiliteten.

För att möta upp mot dagens konkurrenssituation i byggindustrin och framgång i specifika projekt krävs att många parametrar är uppfyllda. Parametrar såsom kvalitet, produktivitet, flexibilitet, leveranssäkerhet, miljökrav, kostnad m.fl. är viktiga att beakta för att uppnå framgång i respektive projekt. Eftersom varje projekt och hus är unika ställs stora krav på de entreprenörer som får uppdraget att uppföra dessa. Då fältfabriksproduktion är en relativt vanliga produktionsmetod för Skanska Hus Göteborg, är det viktigt att styrkor och svagheter utreds med avseende på fältfabriksproduktion respektive inköp av färdiga huselement, vilket ligger till grund för den här studien. Trots att fältfabriksproduktion är relativt vanligt förekommande finns det få undersökningar gjorda som studerar dess svagheter och styrkor. Studien

ska även kunna användas som underlag för val av produktionsmetod i framtida projekt.

## 1.2 Syfte och avgränsningar

Syftet med studien är att analysera, jämföra och diskutera två olika sätt att producera småhus. Jämförelsen sker mellan projekt som dels använder fältfabriksproduktion, och dels där prefabricerade huselement levereras från externa hustillverkare. Studien belyser vad som fungerar bra respektive mindre bra i de olika projekten avseende vald produktionsmetod. Studien kan därmed användas som underlag för vad som bör förbättras och vilka erfarenheter som vi anser att entreprenörer bör ta tillvara på inom de olika produktionsmetoderna.

Studien avgränsas till fyra projekt där fokus i jämförelsen lagts på produktionseffektivitet, kvalitet och miljöarbete. Inom huvudavgränsningarna finns delavgränsningar benämnda fokusområden. Avgränsning avseende respektive fokusområde presenteras ingående i kapitel 4.1.1, 4.1.2, 4.2.4, 4.3.2, 4.3.3.

## 1.3 Ämnesområden och valda fokusområden

De ämnesområden som valts till studien, *produktionseffektivitet*, *kvalitet* och *miljöarbete* utgör områdena som ofta pekas ut som byggsektorns problemområden, varför dessa valts för att belysa ett helhetsperspektiv i jämförelsen. Byggsektorn har, och får än idag kritik för att vara bristfällig inom just dessa tre områden, (SOU 2002:115, 2002), varför vi vidare ser dessa som intressanta ur ett jämförande perspektiv mellan två olika sätt att producera småhus. Exempelvis så får byggsektorn kritik för (SOU 2002:115, 2002):

- låg produktivitet utveckling jämfört med andra sektorer
- att antalet byggfel, d.v.s. kvalitetsbrister, ej minskar
- att vara en stor miljöpåverkande aktör

Inom de tre ämnesområdena har fem *fokusområden* valts vilka framgår i nedanstående uppställning:

### ***Produktionseffektivitet***

- Fokusområde: Kunskapsåterföring
- Fokusområde: Tillförlitlighet

### ***Kvalitet***

- Fokusområde: Kundtillfredsställelse

### ***Miljöarbete***

- Fokusområde: Avfall i byggprojekt
- Fokusområde: Transporter och logistik



## 2 Metod och forskningsdesign

---

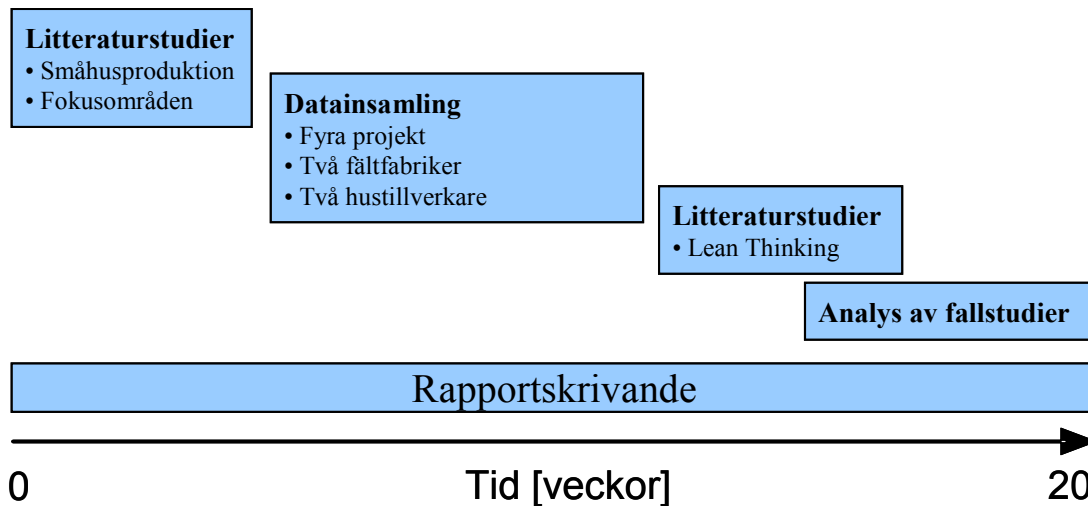
*I följande kapitel beskrivs den arbetsprocess och metod som har använts i studien samt reflektion över analysverktyget.*

---

### 2.1 Arbetsgång

Studien har genomförts på Skanska Hus Göteborg under 20 veckor. I initieringsskedet upprättades en tidplan som följdes under studiens arbetsgång. Möte med både handledare på Chalmers och Skanska genomfördes där riktlinjer och problemområden utreddes. Handledarna på Skanska föreslog ett antal projekt som kunde vara lämpliga för studien, d.v.s. olika etappstorlekar, typer av hus och prefabriceringsgrad, så att studien inte skulle bli vinklad åt något håll. Fyra projekt valdes, där två projekt använde sig av fältfabrik och två projekt där huselement köptes från två externa hustillverkare. Studien har alltså genomförts vid fyra projekt samt två fältfabriker och två hustillverkare kopplade till varsina projekt. De ämnesområden som studien fokuserar på, produktionseffektivitet, kvalitet och miljöarbete valdes i ett tidigt skede då dessa berör de problemområden som byggsektorn har, vilket har belysts i inledningen. Tanken var från början att även belysa ekonomiska parametrar men detta valdes bort på grund av dess komplexitet. Komplexiteten yttrade sig i följande: 1) Projekten hade olika hustyper, vilket skulle försvåra en ekonomisk jämförelse. 2) Projekten var i olika produktionsfaser. 3) Ett projekt var avslutat vilket skulle ha försvårat uppskattning av exempelvis lager i produktionen. 4) Projekten använde olika prefabriceringsgrader. 5) Projekten hade olika etappstorlekar.

Vidare studerades litteratur inom de tre jämförelseområdena där det framkom vad som bör beaktas inom respektive område, vilket yttrades i fokusområden som studien skulle utgå ifrån. När fokusområdena var specificerade utfördes fältstudier vid de fyra projekt som hade valts. De projekt som studerats i studien har besökts minst två gånger där intervjuer av personer i olika positioner genomfördes vid respektive besök. Produktionsledning och yrkesarbetare vid respektive projekt valdes som intervjuobjekt, då dessa yrkeskategorier är de som dagligen arbetar med produktion. Observationer och intervjuer har även genomförts hos de två hustillverkare som var involverade i två av de berörda projekten. När empirin var insamlad insåg vi att de jämförande områdena och resultatet passade väl in i tankesättet Lean Thinking, som kom att utgöra teoretisk grund för analys och diskussion. Arbetsgången illustreras i figur 2.1.



Figur 2.1 Rapportens arbetsgång i tiden

## 2.2 Kvalitativa undersökningar och fallstudiemetodik

Studien har utgått från en kvalitativ ansats med tyngdpunkt på öppna intervjuer och observationer. Kvalitativa studier bygger på en forskningsstrategi där tonvikten oftare ligger på **ord** än på kvantifiering vid insamling och analys av data (Bryman, 2001). Detta passade bra utifrån vår studie sett då insamling av empiri utgick från intervjuer med tyngdpunkt på just ord och personers åsikter och uppfattningar.

De olika projekten har studerats genom fallstudiemetodik. Tanken har varit att beskriva projektens bakgrund likväl som produktionsfasen av projekten. På så vis skapas en för läsaren mer ingående förståelse för projekten samt en mer intressant framställning av dessa. Enligt Merriam (1994) inriktas fallstudier, som är av kvalitativ art, mer mot tolkning, insikt och upptäckt istället för prövning av hypotes vilket passar väl in på vår studie. Studien i sin helhet baserades på en komparativ design (Bryman 2001), där fallstudierna jämfördes mot varandra. Nackdelen med fallstudier är enligt Wallén (1996) att det är svårt att generalisera resultat då inhämtning av information ofta sker under specifika förhållanden. Med valt tillvägagångssätt, fyra projekt av varierande art, speglar resultatet därmed verkligheten utifrån valda projekt och fokusområden.

## 2.3 Litteraturstudier

I startskedet av den här studien studerades den litteratur och teori som fanns inom de tre valda ämnesområdena. Innan teoristudierna påbörjades hade de övergripande ämnesområdena valts, produktionseffektivitet, kvalitet och miljöarbete, men fokusområdena inom respektive ämnesområde var ej specificerade. Både litteratur i form av böcker och tidskrifter har använts.

I litteraturen stod det lite skrivet om fältfabriksproduktion, vilket innebar att området var värt att undersökas närmare. Studien utgick därmed inte från prövning av en

specifik teori. Det som istället genomfördes var en litteraturgranskning i efterhand, då empirin var avslutad, för att på så vis få stöd i diskussionen och analysen. Vald teori utgörs av tankesättet Lean som vi använde som analysverktyg. Lean är ofta förknippat med bilindustrin och framförallt företaget Toyota. Viktigt att klargöra är att studien inte är någon jämförelse mellan bilindustrin och byggindustrin, då tankesättet som Lean präglas av inte är branshanknutet.

## 2.4 Intervjuer

Vi har valt en intervjuform där vi som intervjuare har fört en relativt öppen diskussion med respondenten. Vi har utgått ifrån en semistrukturerad intervjuguide bestående av både öppna och precisa frågor kring de valda fokusområdena. För att bättre kunna skapa en bild av projekten och tillhörande produktionsmetod, har intervjuerna även berört frågor kring projekten i allmänhet och respondentens arbetserfarenhet. I intervjuerna lämnades även utrymme för respondenten att ta upp egna reflektioner kring produktionsmetoden som frågorna inte direkt berörde.

I vår empiriinsamling har intervjuer med produktionsledningar och yrkesarbetare kopplade till studerade projekten genomförts. Ansvariga personer hos leverantörer/fältfabriken kopplade till de studerade projekten har även intervjuats, där även observationer hos dessa genomfördes för ökad förståelse. Sammantaget har 17 intervjuer utförts på mellan en och tre timmar. Intervjuerna utfördes i respektive respondents miljö för att öka vår förståelse av projektet. Att miljön var känd för respondenten skapar en trygghet hos den intervjuade (Ejvegård, 2003).

Vid samtliga intervjuer har bandspelare använts för att, enligt Bryman (2001), kunna fånga intervjuans svar i "egna ordalag". Vid anteckningar är det lätt att speciella fraser och uttryck går förlorade.

## 2.5 Observationer

Vissa av projekten som har studerats har varit i slutfasen av byggtiden vilket medförde svårigheter med observationer. Dock har observationer genomförts på två av projekten när montering genomfördes. Observation har även gjorts på de två fältfabrikerna och de två hustillverkare som har levererat huselement till de studerade projekten. Vid observationerna genomfördes även intervjuer med ansvariga för tillverkningen på plats. Besöken gav möjlighet att se hela anläggningen samt att ställa frågor om specifika tillverkningsprocesser. Besöken gav en insikt i respektive tillverkares arbete samtidigt som specifika frågor besvarades.

## 2.6 Reflektion över analysverktyg

I början av studien valdes endast de tidigare nämnda fokusområdena som jämförande parametrar mellan de fyra fallen. I mitten av studien, när fallstudierna var utförda, kom vi i kontakt med Lean Thinking vid ett seminarium på Skanska. Seminariet

berörde Lean Production i vägprojekt. I samband med seminariet erhöles idén att Lean var ett intressant perspektiv att utgå ifrån i studien, då många av fokusområdena tas upp inom begreppet Lean. Lean är aktuellt och diskuteras för närvarande inom byggbranschen, varför vi såg Lean som särskilt intressant att betrakta i vår studie.

Lean handlar just om effektivitet och hur detta uppnås. Vidare behandlar Lean hur effektivitet och kvalitet följs åt vilket ligger i linje med fokus i vår studie. Det var inte bara på Skanska vi fick kontakt med Lean, även vår handledare på Chalmers Tekniska Högskola läste delar av vår rapport och kom med förslaget att Lean var ett passande perspektivet att utgå ifrån. *Därav valdes det halvvägs in i studien som lämpligt teoretiskt perspektiv, analysverktyg och teoretiskt ramverk för diskussion och slutsats.*

## 3 Ämnesområden och fokusområden

---

*Det här kapitlet beskriver och motiverar val av de ämnesområden med tillhörande fokusområde som valts till studien. De tre ämnesområdena som valts till studien speglar samtliga områden som idag diskuteras inom byggsektorn som tre av sektorns stora problem, d.v.s. produktionseffektivitet, kvalitet och miljöarbete, vilket beskrevs i kapitel 1.3.*

---

### 3.1 Produktionseffektivitet

---

*Effektivitet i produktionen är något som diskuteras mycket i byggindustrin och då framförallt ineffektivitet, varför ämnesområdet har valts att klarläggas i vår studie. Valda fokusområden redovisas och förklaras varför de är viktiga att begrunda. Dessutom berörs hur tillämpning av dessa går till i vår studie.*

---

Ofta används ordet effektivitet och produktivitet i samma mening, där produktivitet är den ekonomiska beskrivningen eller jämförelsen av verksamhetens effektivitet<sup>1</sup>. Det finns många sätt att mäta produktionseffektivitet. Ett vanligt sätt att mäta produktiviteten är kvoten mellan resultat och insats, d.v.s. Produktivitet = Output/Input (Kinnander och Almström, 2006). I det fallet mäts produktiviteten i efterhand när resultatet är preciserat. I vår studie har vi utgått ifrån två fokusområden som påverkar produktionens effektivitet både indirekt och direkt, *kunskapsåterföring* och *tillförlitlighet*. Med indirekt avser vi att bristande kunskapsåterföring och tillförlitlighet påverkar resultatet och därmed produktiviteten enligt ovanstående produktivitetskvot. Med direkt avser vi att bristande kunskapsåterföring och tillförlitlighet påverkar byggarbetsplatsen direkt. De två fokusområdena redovisas mer ingående i kapitlen 3.1.1 och 3.1.2.

Enligt Lessing (2005) används ofta begreppet ”industriellt byggande” som ett led i att utveckla och effektivisera byggproduktionen. Lessing (2005) menar dock att begreppet fortfarande är tyngt av sin historia. Industriellt byggande förknippas oftast till det svenska storskaliga bostadsprojekten inom miljonprogrammet under 60- och 70-talet. Ser man på industriellt byggande idag står det, enligt Lessing (2005), för effektivt, lönsamt och varierande byggande med kundernas krav i fokus. Enligt Lessing m.fl. (2005), är konceptet industriellt byggande komplext och representerat av åtta av varandra beroende områden. De åtta områdena är följande: Planering och kontroll av processer, utvecklade tekniska system, förtillverkning av byggdelar, långsiktiga relationer mellan aktörer, supply chain management integrerat i byggprocessen, utvecklat kundfokus, utnyttjande av informations- och kommunikationsteknologi, systematisk kunskapsåterföring och mätning av prestationer (Lessing, 2005). De åtta områdena måste ett företag, som vill industrialisera sin produktion, på något sett ta hänsyn till. För att ett område ska

---

<sup>1</sup> Nationalencyklopedin, 2007-02-02,  
[http://www.ne.se.proxy.lib.chalmers.se/jsp/search/article.jsp?i\\_art\\_id=287374](http://www.ne.se.proxy.lib.chalmers.se/jsp/search/article.jsp?i_art_id=287374)

utvecklas i hög grad krävs att även närområdena är utvecklade. Skillnaden i implementering mellan två områden får alltså ej vara för stor.

I en förstudie avseende produktivetsfrågor, (Jonsson, 2005), belyser författaren att byggsektorn har låg produktivitet. Förstudien är en sammanfattning av en mängd forskares ståndpunkter avseende produktivetsfrågor i byggsektorn. I jämförelse med tillverkningsindustrin har byggsektorns produktivitet utvecklats sämre mellan åren 1965 och 1996 (Byggkostnadsdelegationen, 2000) i (Jonsson, 2005). En anledning till det anses vara att ökade löner i byggindustrin, jämfört med i tillverkningsindustrin, ej har kompensrats genom ökad produktivitet. Det ska tilläggas att inte bara svensk byggindustri lider av dålig produktivitet utan även byggindustrier i andra länder (Jonsson, 2005). Något som lyfts fram av flertalet författare är att ökad samverkan mellan parter i byggprojekt leder till ökad produktivitet och effektivitet (Johansson och Lagerqvist, 1997) och (Borgbrant, 2003) i (Jonsson, 2005).

### **3.1.1 Fokusområde: Ständig förbättring genom kunskapsåterföring**

Ordet kunskapsåterföring i byggprojekt kan säkert uppfattas på olika sätt. I vår studie handlar kunskapsåterföring om hur fel och brister uppmärksammas och hur återföring av dessa, d.v.s. kunskaper, sker till dem som ursprungligen producerade huselementen, d.v.s. yrkesarbetare i antingen fältfabriken eller hustillverkarens fabrik. Som bild 3.2 visar, är det antingen hustillverkare eller fältfabrik som producerar huselement varför studien belyser hur **effektiv** kunskapsåterföringen är mellan monteringsplats och dessa producenter. Kunskapsåterföring avseende fel och brister är viktig för att nästkommande huselement i kedjan ska utföras felfria.

Något som förordas i *International Organization for Standardization ISO 9001:2000*, (och som presenteras mer ingående under kapitel 3.2 Kvalitet), är processinriktning. Med process menas ett arbete som sker i flera steg där ett processteg ger input till nästa processteg (Franzén och Lind, 2000). I ISO 9001:2000 beskrivs process enligt följande: ”En aktivitet som använder resurser och som styrs för att göra det möjligt att utforma insatser till utfall kan betraktas som en process.” En processmodell är emellertid ett system av processer inom en organisation där det sker ett samspel och styrning processerna emellan (ISO 9001:2000). Fördelen med processmodellen är enligt ISO 9001:2000 den fortlöpande styrning och samspelet mellan enskilda processer. Inom processmodellen betonas fyra punkter (ISO 9001:2000):

- ***förstå och uppfylla krav***

Exempel: Tillverkare av huselement bör ha förståelse för vad monteringspersonal eftersträvar.

- ***inse behovet av att betrakta processerna med utgångspunkt från skapat mervärde***

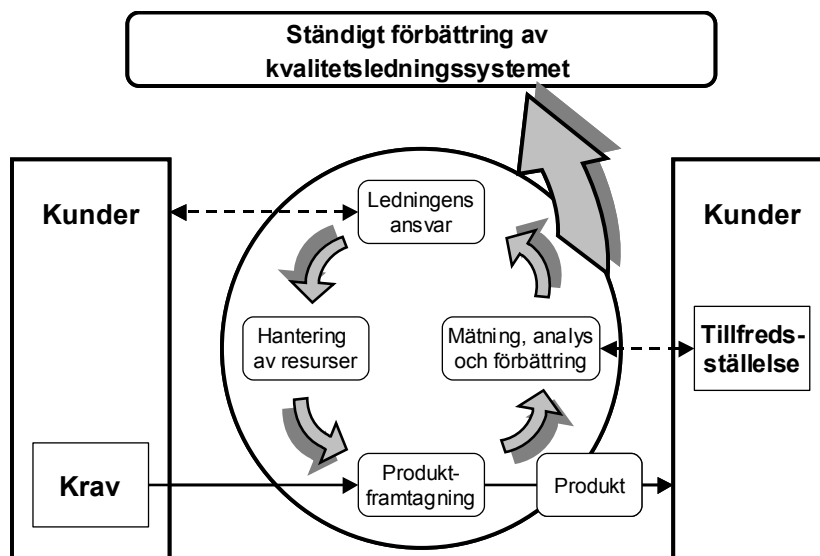
Exempel: Mervärde i detta avseende handlar om att tillverkning och montering producerar huselement med högre värde än vad produktionen egentligen eftersträvar.

- *ta fram resultat rörande processernas prestanda och verkan*

Exempel: Hur snabbt sker produktion av exempelvis ett hus.

- *det genomförs ständig förbättring av processerna, baserat på objektiv mätning*

Exempel: Lärdom av fel och misstag, för att ständigt förbättra produktionsapparaten till det bättre.



Figur 3.1, Modell av ett processbaserat ledningssystem för kvalitet, ISO 9001:2000

Den modell som betonas i ISO 9001:2000 ser ut enligt figur 3.1. Modellen visar på den inflytelserika rollen som kunden har i sammanhanget. Inom processmodellen kan vidare metodiken Planera – Genomföra – Kontrollera – Agera (översättning av de engelska orden Plan – Do – Check – Act, förkortat PDCA) användas på samtliga ingående processer. PDCA innebär följande kontinuerliga förbättringsarbete (ISO 9001:2000):

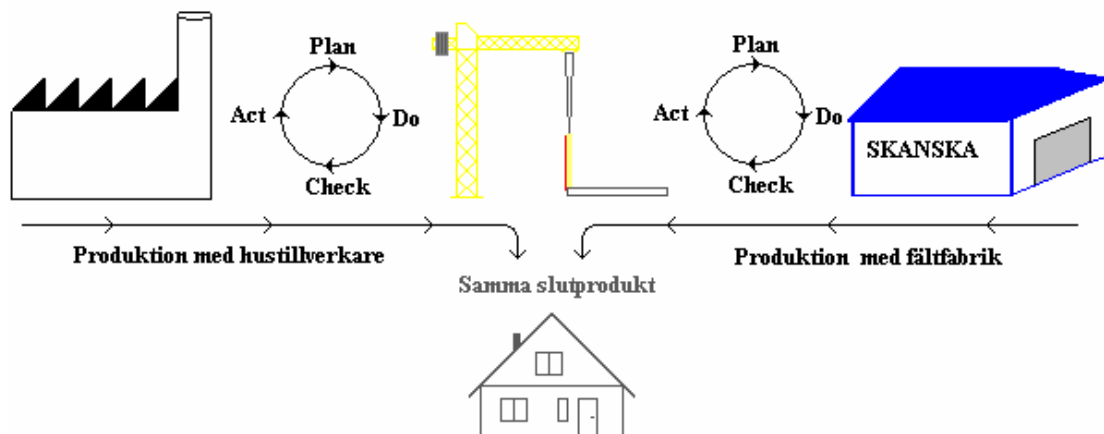
**Planera:** fastställ vilka mål och processer som erfordras för att åstadkomma resultat som överrensstämmer med kundkrav och organisationen policy

**Genomföra:** inför processerna

**Kontrollera:** övervaka och mät processer och produkt med utgångspunkt från policy, mål och krav på produkten, och rapportera resultaten

**Agera:** vidta åtgärder för att ständigt förbättra processens prestanda

I den kontext vår studie rör, småhusproduktion, ser processen i enlighet med den som presenteras i figur 3.1 ut enligt figur 3.2, där kunskapsåterföringen av fel och brister sker mellan byggarbetsplatsen d.v.s. monteringsplatsen och producent av de prefabricerade huselementen. Figuren visar på att samma slutprodukt, d.v.s. ett hus, kan produceras antingen i en fältfabrik eller hos en hustillverkare. Gemensamt för de två tillverkarna är dock monteringsplatsen som illustreras med en kran i figuren. När huselementen levereras till byggarbetsplatsen monteras dessa av yrkesarbetare som direkt märker om huselementen är producerade rätt, eller om de innehåller fel och brister. Då är det viktigt att de som ursprungligen tillverkade elementen verkligen får reda på felens och bristernas omfattning för att eliminera dessa till nästkommande huselement, och därmed leverans. Ett verktyg för ständiga förbättringar genom kunskapsåterföring är då PDCA, vilket beskrevs tidigare, se figur 3.2. Studien har alltså utgått från figur 3.1 för att se på hur kunskapsåterföring, utifrån PDCA, fungerade mellan monteringsplats och fältfabrik/hustillverkare.



Figur 3.2, Kunskapsåterföring för ständiga förbättringar i produktionen mellan byggarbetsplats och fältfabrik respektive hustillverkare

### 3.1.2 Fokusområde: Tillförlitlighet

I litteratur om kvalitet används ofta begreppet tillförlitlighet som en kvalitetsparameter. I de fallen handlar dock tillförlitlighet om huruvida produkten är tillförlitlig efter produktion, d.v.s. hur motståndskraften ser ut mot exempelvis fel eller motsvarande. I den här studien studeras dock huruvida produktionen är tillförlitlig, d.v.s. om produktionen kan producera rätt huselement inom givna tidsramar. I Kinnander och Almström (2006) och Slack (2004) framhävs att tillförlitlighet i form av leveransprecision är ett viktigt redskap för att bedöma produktiviteten.

Johansson (1997) framhäver driftsäkerhet, en tillförlitlighetsegenskap, som viktigt att beakta i en tillverkningsprocess. Förmågan hos ett system att fungera trots fel, störningar och begränsade underhållsresurser utan prestationsnedsättning bestäms av den kvalitativa egenskapen driftsäkerhet (Johansson, 1997). Vår studie utgår från produktion på en plats, antingen i fältfabrik eller hos en hustillverkare, för vidare



leverans till byggarbetsplatsen d.v.s. monteringsplatsen. De huselement som beställs är kundspecifika ordar vilket innebär att hus tillverkas utifrån specifika arkitekturritningar och kravspecifikationer. Det innebär vidare att huselementen inte är en lagervara vilket ställer krav på produktionen i form av driftsäkerhet. Om driftsäkerheten fallerar innebär det att tillförlitligheten i form av leveransprecision felar. En bedömning därav är att tillförlitlighet i form av leveransprecision är viktig för att arbetet på byggarbetsplatsen ska fungera utan hinder.

Leveransprecision, benämns också som leveranspålitlighet, är ett mått huruvida specificerade produkter levereras på överenskommen leveranstidpunkt. Leveransprecision utgår från produkter som ej är lagerhållna d.v.s. produkter mot kundorder (Jonsson och Matsson 2005). I vissa avseenden kan en bristfällig leveransprecision vara mycket ödesdiger, exempelvis inom bilindustrin där bristfällig leveransprecision kan leda till ett totalt produktionsstopp i fabriken. Jonsson och Matsson (2005) definierar leveransprecision som *”antal leveranser på utlovad leveranstidpunkt i förhållande till totalt antal leveranser”*. Leveranstidpunkten kan definieras som en dag eller under ett visst tidsintervall. Viktigt att poängtera är att vissa leveranser kanske inte alls är tidsberoende, där en dag mer eller mindre inte har någon betydelse. Jonsson och Matsson (2005) hävdar vidare att om vissa leveranser ska koordineras med andra leveranser för att tillsammans ingå i en montering, är det oacceptabelt med försening. Paralleller kan dras till vår studie där byggarbetsplatsen planerar arbetet utifrån leveransdagar så att kran och yrkesarbetare, behövda för monteringen, finns tillgängliga vid leverans. Då är det med andra ord ej acceptabelt med försenade leveranser även om yrkesarbetarna kan utföra tillfälliga sysslor i väntan på en specifik leverans. Leveransprecision är således en viktig parameter.

## 3.2 Kvalitet

---

*Alla människor har säkert sin egen tolkning om vad kvalitet egentligen är. Följande kapitel är tänkt att berika läsaren med hur forskare ser på kvalitetsbegreppet och hur vi tillämpar det i vår studie. Kapitlet presenterar också ett historiskt perspektiv vilket beskriver hur kvalitetsarbetet har utvecklats över tiden.*

---

### 3.2.1 Begreppet kvalitet

Redan under antiken användes ordet kvalitet framförallt av den romerske talaren och politikern Cicero, med definitionen "beskaffenhet". I dagens samhälle har ordet kvalitet fått en betydligt bredare innebörd, den definition som författarna Bergman och Klefsjö (2001) lyfter fram är: "kvaliteten på en produkt är dess förmåga att tillfredsställa, och helst överträffa, kundernas behov och förväntningar". Viktigt är att tydligt skilja på behov och förväntningar, att framhålla att det är två olika saker (Bergman och Klefsjö, 2001). I svenska akademins ordlista förklaras ordet kvalitet enligt följande:

**"Kvalitet** (lat. *qua'litas* 'beskaffenhet', 'egenskap', av *qua'lis* 'på något sätt beskaffad'), i fonetiken detsamma som klangfärg med avseende på vokaler"<sup>2</sup>

En tänkvärd anekdot om kvalitet står skriven i Kondo (2002) som visar hur tre murare ser på sitt yrke när de får en fråga om vad de arbetar med enligt följande:

*"the first mason answered, "I'm a mason", while the second mason said, "I work for \$15 an hour". The third mason gave the following answer: "I'm building a cathedral which is to stand here for many years from now and which is to serve as a spiritual place of rest"*

Budskapet i ovanstående anekdot är tydlig. Den första muraren kan ses som en vanlig murare som endast utför sitt arbete, medan den andra är mest intresserad av pengar. Den tredje muraren gav ett tydligt budskap om dels yrkesstolthet och dels att hans arbete var förenat med kvalitet (Kondo Y. 2002).

### 3.2.2 Kvalitet från inspektion till kvalitetsledning

Innan 1900-talet handlade kvalitetsarbete om inspektion av en produkt eller tjänst, efter eller i tillverkningsfasen. Idag handlar kvalitet snarare om en strategi för ett företags inställning till kvalitet (American Quality Foundation (AQF) och Ernst & Young, 1991; Feigenbaum, 1983; Powell, 1995) i (Yong och Wilkinson, 2002). Inspektionsrollen handlade främst om mätning, testande och undersökning av en

---

<sup>2</sup> Nationalencyklopedin, 2007-02-02,  
[http://www.ne.se.proxy.lib.chalmers.se/jsp/search/article.jsp?i\\_art\\_id=234211](http://www.ne.se.proxy.lib.chalmers.se/jsp/search/article.jsp?i_art_id=234211)

produkt i efterhand. Fram till franska revolutionen var kvaliteten överlag väldigt hög på produkter i stor utsträckning på grund av att tillverkningsprocessen inspekterades av yrkesskickliga hantverkare. Yrkess stoltheten var hög på den tiden vilket resulterade i hög kvalitet (Chandler, 1977) i (Yong och Wilkinson, 2002). Under franska revolutionen (1789) ändrades sättet att producera produkter. Masstillverkningen kom till, vilket ersatte dåtidens småskaliga produktion där samma produkt tillverkades av samma hantverkare. Masstillverkningen krävde mer personal som endast tillverkade en del av produkten, vilket medförde en nedgång i hantverket (Yong och Wilkinson, 2002).

Går vi istället in på 1900-talet fann fysiken W. A. Shewhart att nyckeln till en lyckad produktionsprocess var att finna växlingar och variationer. Hans teser var egentligen de första som behandlade kvalitet på ett vetenskapligt sätt. Under 50- och 60-talet ändrades fokus till ett mer preventivt synsätt på kvalitetsarbetet, där kvalitetsarbetet även hade bredare inblandning av management. I England utvecklades *British Standard*, BS 5750, under 70-talet vilket ställde krav på de företag som ville förena sig med detta system. Den senare utvecklingen av *The International Organization of Standardization's*, ISO 9000, har BS 5750 som grund för sitt system (Yong och Wilkinson, 2002). I kapitel 4.2.3 beskrivs ISO 9000 mer ingående. Det här kvalitetsledningssystemet används som grund i många företags kvalitetsarbete, även Skanska Sverige, idag på 2000-talet. Ett annat sätt som vissa företag styr sitt kvalitetsarbete med är Total Quality Management, TQM, som främst handlar om att företagsledningen engagerar sig i kvalitetsarbetet. TQM kan förklaras enligt, (Bergman och Klefsjö, 1991), följande citat:

*”man ständigt strävar efter att uppfylla kundens krav och förväntningar till lägsta kostnad genom ett kontinuerligt förbättringsarbete i vilket alla är engagerade”*

### **3.2.3 Kvalitetsledningssystem - ISO 9000**

1987 publicerades ISO 9000 av *International Organization for Standardization*. ISO 9000 är ett samlingsverk av standardiseringar som ska ligga till grund för ett företags kvalitetsarbete (Quazi m.fl., 2002). Ett kvalitetssystem kan förklaras enligt följande (Bergman och Klefsjö, 1991):

*”Med kvalitetssystem menas organisatorisk struktur, ansvar, rutiner, processer, och resurser för att leda och styra verksamheten med avseende på kvalitet”.*

Till ISO är flera länder anslutna med sina respektive standardiseringsorganisationer. Sverige är exempelvis anslutet via SIS, standardiseringskommissionen i Sverige (Bergman och Klefsjö, 1991). Som beskrevs ovan är ISO 9000 ett samlingsverk som bl.a. innehåller ISO 9001-9004. ISO 9000 ger grundläggande definitioner och begrepp som visar hur de övriga ska användas. ISO 9001 är det mest omfattande verket i samlingen som innehåller de tre övriga, d.v.s. ISO 9002-9004 (Bergman och Klefsjö, 1991).

### 3.2.4 Fokusområde: Kundtillfredsställelse

I ISO 9001:2000 har termen ”kvalitetssäkring” ändrats till att en produkt inte bara ska kvalitetssäkras utan även bidra till ökad kundtillfredsställelse. Fokus i ISO 9001:2000 handlar just om kunden och hur denne ska tillfredsställas. Kundens tillfredsställelse är det slutgiltiga måttet på kvalitet. Enligt den så kallade kanomodellen, (Bergman och Klefsjö, 2001), finns tre grupper av kundbehov, basbehov, uttalade behov och omedvetna behov. Basbehov måste vara uppfyllda så att kunden ej blir missnöjd. Uttalade behov utgår från vad kunden förväntar sig att erhålla och vad kunden upplever som viktigt. Omedvetna behov syftar till sådant som inte kan anges vid förfrågan, då behoven alternativt vetskäpas om den vid det tillfället ej fanns (Bergman och Klefsjö, 2001).

När det kommer till mätning av en kunds tillfredsställelse kan antalet klagomål vara en indikator på hur kunder upplever kvaliteten. Det räcker inte med noll klagomål för att en kund ska vara tillfredsställd, utan det krävs lite extra från ett företag för att åstadkomma kundtillfredsställelse (Kondo, 2002). Enligt Kondo (2002) finns det två typer av kunder. Dels interna kunder i form av anställda inom ett företag, på ett byggföretag chefer, tjänstemän och yrkesarbetare, och dels externa kunder som kan betraktas som slutkund till ett företag. En vid definition av kundbegreppet är (Sörqvist, 2004):

*”alla som på något sätt påverkas av verksamheten och/eller de varor och tjänster som produceras och tillhandahålls”*

Sörqvist (2004) menar att även leverantörer kan ses som interna kunder då de i många fall är ett alternativ eller ersättning av anställda.

Ett centralt tema inom ISO 9001:2000 och övrigt kvalitetsarbete är, som beskrivits ovan, synen på kundtillfredsställelse. Tidigare resonemang har även pekat på det viktiga i att sätta kunden i fokus. Den här studien ska belysa hur produktionsledning och yrkesarbetare vid monteringsplatsen som kund anser sig tillfredsställda avseende de huselement tillhandahållna från dels fältfabrik och dels från hustillverkare. Viktigt att poängtera är att Skanska kan ses som extern kund till hustillverkarna, och intern kund när huselement tillverkas internt på en fältfabrik. För att generalisera i den här studien kommer vi utgå från samma kund, d.v.s. produktionsledning och yrkesarbetare på respektive projekt.

I vår studie utgår kundtillfredsställelsen från produkten d.v.s. huselement, där kvaliteten på produkten och leveransen i form av leveranssäkerhet utreds. Leveranssäkerheten i det här avseendet, till skillnad från leveransprecision, handlar om huruvida leverantörerna tillhandahåller rätt produkt i rätt kvantitet (Bergman och Klefsjö, 2001). Bergman och Klefsjö (2001) menar att om leveranssäkerheten är låg, uppkommer aktiviteter som annars hade varit onödiga, d.v.s. extra arbete. Leveranssäkerhet och leveransprecision, som beskrevs i kapitel 3.1.2, hör ihop men är två skilda delar. En sammanvägning av dessa två delar blir *”rätt produkt i rätt kvantitet vid rätt tidpunkt”*, där *rätt tidpunkt* syftar till leveransprecisionen.

## 3.3 Miljöarbete

---

*Miljöaspekter och miljöarbete i byggsektorn är omtalade varför ämnesområdet har setts som viktiga att belysa vid jämförelsen mellan produktionsmetoderna. Kapitlet ska klarlägga varför vissa fokusområden har valts och varför dessa är viktiga att begrunda, samt förklaring av hur tillämpning sker i studien.*

---

### 3.3.1 Bakgrund

En väsentlig fråga på den globala marknaden idag är hållbar miljöutveckling. Detta indikerar att globala företagsorganisationer värdesätter det sociala ansvaret (Lusk, m.fl., 2006). Resonemanget innebär att alla företagsorganisationer på den globala marknaden, även Skanska, har ett socialt ansvar för en hållbar miljöutveckling. Enligt (Boutin-Dufresne och Savaria, 2004) i (Lusk, m.fl., 2006) finns bevis som visar att företagsorganisationer som tar ansvar socialt, även får stora marknadsfördelar. Om en global företagsorganisation ska ta sitt sociala ansvar krävs att miljöarbetet genomsyrar hela organisationen och för ett byggföretag som Skanska, innebär det även minsta byggarbetsplats.

Byggsektorn genererar stora mängder föroreningar, inklusive ljud, luft, avfall och vatten (Ball 2002) i (Tam, m.fl., 2005). Byggsektorn är således en stor miljöpåverkande aktör, där det visat sig att sektorn årligen använder cirka 75 miljoner ton material och förbrukar cirka 155 TWh energi. Sektorn ger upphov till 5 miljoner ton bygg- och rivningsavfall (Byggsektorns kretsloppsråd, 2001). Sektorn kallas i många sammanhang för 40 procentsektorn, då sektorn står för i cirka 40 procent av den totala energianvändningen och grovt 40 procent av den totala materialanvändningen i landet. Sektorn står även för cirka 10 procent av transporter och en betydande del av det totala avfallet (Byggsektorns kretsloppsråd, 2001). Enligt Sjölander (2005) genererar den svenska byggbranschen årligen omkring 4 till 6 miljoner ton bygg- och rivningsavfall. Sedan början av 90-talet har mängden avfall från byggbranschen till deponering minskat, men mycket tyder på att den totala mängden avfall ökat (Sjölander, 2005). Många miljöaspekter har valts bort i studien, p.g.a. att de ej uppstår i produktionen, där studien utgår ifrån. Vissa parametrar, exempelvis materialval har valts bort då miljöpåverkan genom materialval uppstår oavsett produktionsmetod då likadana material används. De fokusområden som valdes till studien är avfall i byggprojekt och miljöbelastning vid transport då dessa: 1) påverkar miljön i produktionsfasen 2) produktionsledningen har flest val avseende dessa två fokusområden.

### 3.3.2 Fokusområde: Avfall i byggprojekt

Att byggsektorn genererar stora mängder avfall som beskrivits i 3.3.1 leder oss in på ett valt fokusområde: *Avfall i byggprojekt*. Under senare tid har miljöfrågor blivit mer uppmärksammade för byggbranschen, men är dock ett fortsatt problem. En av dessa miljöfrågor har bl.a. varit återvinning av avfall.

### **Enligt EU:s avfallspolicy ska avfall prioriteras och hanteras enligt fem poster:**

*”minimera mängden uppkommet avfall”, ”återanvända”, ”återvinna”, ”förbränna med energiutnyttjande”, ”deponera enbart när inget av ovanstående är möjligt”.*

### **Enligt Miljöbalken kapitel 15 definieras begreppet avfall enligt följande:**

*”Med avfall avses varje föremål, ämne eller substans som ingår i en avfallskategori och som innehavaren gör sig av med eller avser eller är skyldig att göra sig av med.”*

Medvetenhet om att avfall från bygg- och rivningsverksamhet måste behandlas på rätt sätt så att inte miljöstörande ämnen riskerar att läcka ut i miljön har ökat. Nybyggnation är avfallskrävande där mellan 5 och 15 procent av byggmaterialet går till spillo. Vanliga orsakerna till uppkomst av spill, är dels att byggmaterial går sönder innan det byggs in och dels att allt byggmaterial inte går åt och spill därför uppstår (Carlstedt Sylwan, 2002).

Vår studie belyser två aspekter gällande byggavfall, 1) Hur de olika projekten arbetar med att minska avfallsmängden och spill, samt 2) kontroll huruvida källsortering äger rum eller ej. Vi hävdar att källsorteringsgrad och försök till minskat spill är ett steg till en mer miljömedveten byggarbetsplats.

### **3.3.3 Fokusområde: Miljöbelastning vid transporter**

I Europa står byggnader för uppskattningsvis 50 procent av den totala energikonsumtionen (International Energy Agency, 2001). Enligt Citherlet (2001) i Chitherlet och Defaux (2005) är miljöpåverkan en byggnad genererar under hela livscykeln, motsvarande ungefär miljöpåverkan under byggnadens nyttjandetid. Tittar man närmre på energiutnyttjandet under byggnationsskedet är transportenergi den enskilt största energiposten (International Energy Agency, 2001). Innehållet i ovanstående text är att energin som krävs i uppförandefasen av en byggnad i princip är obetydlig om hela byggnadens livslängd tas i beaktning. Dock ska tilläggas att den här studien utgår ifrån just uppförandefasen varför vi ser närmare på transportenergin, då den energin är enskilt störst i det avseendet.

Centralt inom all husproduktion är möjligheten att få material levererat till byggarbetsplatsen, d.v.s. där ett hus ska stå i framtiden. För att erhålla material krävs ett logistiksystem som består av olika typer av transporter från olika delar av landet eller utlandet. Företagsekonomiska perspektiv går inte alltid hand i hand med miljökrav och försök till minskad miljöpåverkan. Det ekonomiska perspektivet handlar om att nyttomaximera d.v.s. låga kostnader och låg kapitalbindning (Jonsson och Matsson 2005). Ett led i att minska kapitalbindning är mindre lager på produktionsplatsen och därmed fler transporter. En ökad frekvensgrad av transporter kan exempelvis bidra till lägre fyllnadsgrad vilket i sin tur för med sig fler miljökonsekvenser genom mer utsläpp i samband med transport (Jonsson och Matsson 2005). Författarna menar vidare att snabba leveranser kan kräva att material är paketerade med kraftigare emballage än vanligt, vilket för med sig miljökonsekvenser genom mer avfall. I det avseendet kan sägas att företagsekonomiska perspektiv går rakt emot hänsyn till miljöperspektiv.

Ett kretslopp är ett system där naturresurser returneras till naturen i den takt som samma naturresurs utvinns. Om så inte är fallet bryts kretsloppet vilket är fallet för transporter som använder fossila bränslen såsom diesel och bensin (Jonsson och Matsson 2005). Transport påverkar också miljön via slitage av exempelvis däck och bromsbelägg. Transporter är nödvändigt för byggbranschen vilket medför miljöbelastningar på ett eller annat sätt, frågan kvarstår dock hur miljöpåverkan kan minskas. Magnus Blinge, Chalmers Logistik & Transport/Transekt AB, menar att de lösningar som diskuteras inom miljölogistik är: överföring av gods till Järnväg, kombinerade transporter av olika trafikslag (*intermodalitet*), alternativa drivmedel, teknisk utveckling.

Vidare menar Magnus Blinge att detta inte kommer att räcka utan det krävs något mer. Nyckeln i ett framtida bärkraftigt miljöarbete är enligt Blinge: ”Att godstransportsystem ligger i den strategiska logistikplaneringsprocessen”. Frågan kvarstår dock vad ett byggföretag mer konkret kan göra för att minska miljöbelastningen, vilket leder in på följande fråga:

### **Hur kan ett byggföretag förebygga miljökonsekvenser utifrån ett logistiskt perspektiv?**

Val av leverantör har en stor betydelse i det förebyggande arbetet mot miljökonsekvenser. Ett av sätten är enligt Jonsson och Matsson, (2005) att kräva att vald leverantör är certifierad enligt ISO 14001 och aktivt arbetar med miljöfrågor. ISO 14001 är ett väl använt miljöledningssystem, som antogs 1996 av den Europeiska kommittén för standardisering. ISO 14001 är avsedd att förse organisationer med delarna i ett effektivt miljöledningssystem som ger möjlighet för en organisation med hänsyn till lagkrav och betydande kunskap om miljöpåverkan, formulera en policy och övergripande miljömål (CEN, 1996).

Ett annat sätt är att bedöma avståndet till en leverantör och vilken typ av transport som sker mellan leverantör och kund, i studien berörd byggarbetsplats. En lång körsträcka påverkar miljön i större utsträckning än en kort. Ur företagsekonomisk synvinkel kan därför miljöanpassad logistik innebära att valet står mellan en lågkostnadsleverantör i utlandet till en något dyrare leverantör i hemlandet. Ett byggföretag kan också påverka miljöarbetet genom att beställa större kvantiteter, då det kan innebära minskat transportarbete. Det här tanke sättet går dock emot arbetet med att minska kapitalbindning (Jonsson och Matsson 2005). Kapitalbindning innebär att material eller produkter som finns i ett lager, eller på en lastbil, inte kommer företaget till godo, utan kostar istället pengar på grund av lagerhållningsränta som är ett uttryck för den totala lagerhållningsräntan. Lagerhållningsräntan är den kostnad som företaget hade sluppit om materialet eller produkterna istället användes eller ej fanns i lager.

### **Hur kan transporters miljökonsekvenser mätas?**

Vid mätning av miljökonsekvenser för en transport översätts det arbete som krävs till monetära termer. Detta innebär att ett pris sätts på de miljökonsekvenser en viss transport för med sig. Det råder dock problem vid bedömning då många miljökonsekvenser är indirekta och därmed svåra att bedöma. Kostnaden mäts oftast på de emissioner en viss transport bidrar med (Jonsson & Matsson 2005). Ett annat sätt att mäta miljökonsekvenser är att utföra en livscykelanalys som tar hänsyn till

samtliga konsekvenser en viss produkt för med sig genom hela dess livslängd (Jonsson & Matsson 2005).

Det tidigare resonemanget avseende mätning av en transports miljökonsekvenser begränsas i vår studie genom att endast kartlägga transporter av virke, isolering och fönster, från ursprungliga leverantörer till byggarbetsplatsen (monteringsplatsen). *Kartläggningen ska ligga till grund för en bedömning av hur stort transportarbete som krävs inom de olika studerade projekten.* Anledningen till att virke, isolering och fönster har valts som avgränsning för studien är att dessa material alltid har ingått i huselementen oavsett prefabriceringsgrad. Om en ursprunglig leverantör av exempelvis fönster hade två fabriker valdes konsekvent alltid den närmsta fabriken för transport till antingen fältfabrik eller hustillverkare. En svaghet hos studien är att transporterernas fyllnadsgrad ej kartlades, vilket inte var möjligt då vissa projekt var i slutfasen och ett projekt var avslutat. Verkligheten förenklades därför i studien där transportererna istället kartlades för **ett** hus. I det avseendet är fyllnadsgraden ej intressant för studien, eftersom de tre ingående materialen virke, isolering och fönster samtliga ryms på varsina tre lastbilar.



## 4 Produktion av småhus

---

*Det här kapitlet syftar till att skapa en förståelse kring vad fältfabriksproduktion och industriell produktionen av huselement är, dess bakgrund och hur produktion av småhus fungerar idag inom Skanska Hus Göteborg. De ingående beskrivna fältfabrikerna och hustillverkarna ingår även i våra fallstudier men beskrivs redan här i syfte att skapa förståelse inför fallstudierna.*

---

### 4.1 Bakgrund

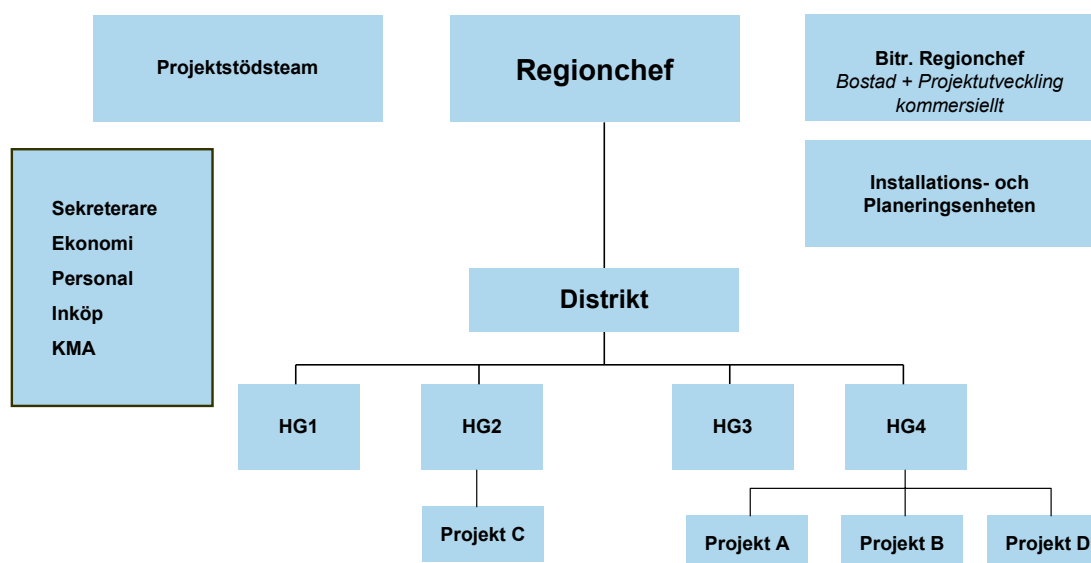
Traditionellt sätt byggdes småhus på plats där huset efter en viss tid skulle stå färdigt. Det innebar att huset restes med lösvirke, det vill säga att samtliga reglar, syllar och hammarband byggdes upp successivt tills samtliga väggar var färdiga. Efter det restes takstolar och slutligen efter att råspont, takpapp och vindskydd var på plats erhöles ett relativt tätt hus. Men ett problem med det förfaringssättet är tiden det tar för att huset ska bli tätt, en tid som man idag inom Skanska Hus Göteborg hela tiden försöker minimera. En träkonstruktion som blir utsatt för vatten kan ta skada. För att erhålla ett tätt hus inom en kort tidsperiod, behöver därför ett hus ingående byggkomponenter prefabriceras för att vidare endast monteras på byggarbetsplatsen. Med det här förfaringssättet erhålls ett tätt hus under en till två dagars arbete, istället för åtskilliga dagar som med fallet för lösvirke.

Prefabriceringsgraden för huselement varierar beroende på vad som väljs att göra. Prefabriceringen kan ske dels genom att huselement beställs från en leverantör (hustillverkare) och dels genom produktion i egen regi med en fältfabrik. Vid beställning från en leverantör är det kunden, Skanska Hus Göteborg, som väljer vilken grad av prefabricering som är aktuell. Två av de vanligaste prefabriceringsgraderna för väggelement är 1) fasad, stomme och delvis eller helt isolerad och 2) fasad, stomme och helt färdiga invändigt. Nedanstående tre kapitel beskriver dels regionen Skanska Hus Göteborg och dels de två produktionsmetoderna som används inom Skanska Hus Göteborgs småhusproduktion. Skanska Hus Göteborg beskrivs i syfte att skapa förståelse för företaget inom vilket de fyra fallstudierna genomförts.

### 4.2 Företagspresentation – *Skanska Hus Göteborg*

Skanska Hus Göteborg är en region som ingår under Skanska Sverige AB. Huvudsaklig verksamhetsinriktning för regionen är entreprenadverksamhet avseende bostäder och övriga hus, där både nybyggnation och renovering ingår. Regionen bedriver till viss del även projektutveckling avseende kommersiella projekt. Regionen är uppdelad på fyra distrikt, (HG1, HG2, HG3, HG4), som bedriver olika verksamheter. Nettoomsättningen för 2006 var omkring 1,3 miljarder kronor.

De fyra studerade projekten fanns under distrikt HG2 och HG4, se figur 4.1. De två distrikten, HG2 och HG4, bedriver endast produktion av bostäder medan de övriga två distrikten uppför övriga hus exempelvis kommersiella byggnader. Då vår studie fokuserade på småhusproduktion har projekt valts under distrikten HG2 och HG4.



Figur 4.1 Skanska Region Hus Göteborg, organisationsschema

Antal anställda på de två berörda distrikten är enligt följande:

HG2 – 35 tjänstemän och 40 yrkesarbetare

HG4 – 45 tjänstemän och 95 yrkesarbetare

Bostäder som nämns i tidigare text innefattar dels flerbostadshus och dels småhus (friliggande hus och kedjehus). Projekt inom distrikten, HG2 och HG4, är projekterade av antingen Skanska Nya Hem eller externa beställare. Skanska Nya Hem är en beställarorganisation inom Skanska Sverige AB.

### 4.3 Fältfabriksproduktion

Fältfabriksproduktion innebär att huselement, exempelvis väggar, bjälklag och tak produceras på en byggarbetsplats ofta i nära anslutning till monteringsplatsen. Själva fältfabriken kan variera i storlek och utförande, exempelvis från temporära konstruktioner av presenningar till mer bestående konstruktioner av exempelvis stålstomme och beklädnad av plåt. I fältfabriken, som kan bestå av ett flertal byggnader, arbetar yrkesarbetare med produktion av huselement på arbetsbänkar som underlättar arbetet framförallt arbetsmiljömässigt då en ergonomisk arbetshöjd erhålls. För att underlätta måttsättning och produktion av väggelement ansätts ofta avgränsningar (stopp för hammarband och syll) i arbetsbänkarna så att ramverket, det vill säga stommen, får rätt diagonaler.

När elementen är producerade placeras dessa i speciella stöd, vilket underlättar transport från fältfabriken till monteringsplatsen. Efter att ett visst antal huselement är placerade i stöden täcks ofta elementen provisoriskt med en presenning. När montering sker i närheten av fältfabriken används ofta speciella vagnar, med vilka en hjullastare kan transportera elementen till monteringsplatsen. Vid längre

transportsträckor till monteringsplats transporteras elementen på lastbil. När fältfabriken finns stationerad i närheten av monteringsplatsen kan elementen göras större på grund av den korta transportsträckan. Vid transport med lastbil finns krav på maximal höjd och bredd, vilket medför att huselementen ofta får utföras i flera och mindre delar i transporthänseende.

För att kunna producera huselement med fältfabrik krävs att vissa parametrar är uppfyllda:

- **Stora ytor**

De tältkonstruktioner och lokaler som används för fältfabriksproduktion är utrymmeskrävande vilket kräver stora ytor för stationering. Vidare är det inte bara fältfabriken som kräver utrymme, utan även upplagsytor för material och lagringsutrymmen för färdiga huselement som är klara för montering.

- **Investeringar**

Anläggande av en fältfabrik är kapitalkrävande och kräver stora investeringar. Produktionsområdets mark har eventuella hyreskostnader samt att de fältfabriker som finns med i den här rapporten har använt sig av antingen asfalterade ytor eller betongplatta, vilket även det kräver investeringar. Tältkonstruktioner eller lokaler för produktion och tillhörande maskiner är också stora utgiftsposter vid produktion med fältfabrik. På grund av ovan nämnda investeringar och kostnader krävs att de områden som ska produceras med fältfabrik är av tillräcklig storlek för att det i slutändan ska bli lönsamt.

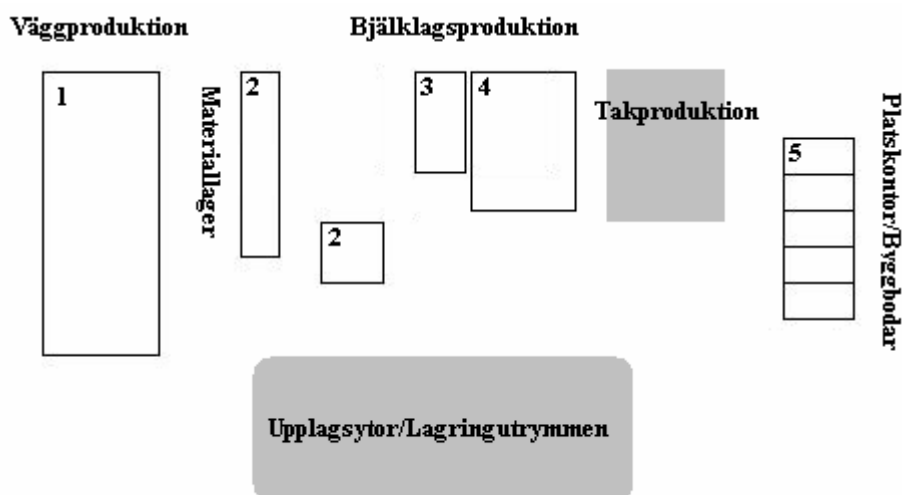
- **Rätt byggkompetens**

De yrkesarbetare och produktionsledning som ska driva fältfabriksverksamhet bör ha en bred kunskap om hur huselement ska produceras. Det krävs en bred byggkompetens från att tolka ursprungliga ritningar till att producera huselement, exempelvis hur knutpunkter ska sammanfogas, hur produktionsritningar (elementritningar) ska se ut, men också hur produktionen i fältfabriken bör gå till på ett bra sätt.

De två fältfabrikerna som ingår i vår studie presenteras i följande kapitel 4.3.1. och 4.3.2.

### 4.3.1 Fältfabrik 1

Fältfabriken är stationerad i Göteborgsregionen, där den har existerat sedan början av 90-talet och har successivt byggts upp sedan dess. I början producerades huselement under relativt okomplicerade förhållanden, där lokalernas väggar och tak bestod av presenningar. Verksamheten utökades och består nu av tre huvudbyggnader (nummer 1, 3, och 4 i figur 4.1). Området har även stora ytor för material som är försedda med väderskyddande takkonstruktioner. Området beskrivs i nedanstående figur 4.1.



Figur 4.1 En översiktsskarta över fältfabriksområdet för Fältfabrik 1.

I den största byggnaden (nummer 1 i figur 4.1 samt figur 4.4) på området bedrivs produktion av väggelement. Byggnaden har en stålstomme med beklädnad av plåt. I byggnaden finns en travers i taket vilken används för transport av huselement inom byggnaden (figur 4.4). Byggnaden har ett visst antal stationer där olika verksamheter bedrivs. Två arbetsbänkar används för produktion av väggar, där en vägg produceras i sin helhet på samma bänk (figur 4.2-4.4). På en station förtillverkas ett ramverk som håller fönster på plats. Fönstren lyfts på plats med en vakuum lyft. När fönsterenheten (ramverk och fönster) är färdig lyfts den på plats i det ramverk som utgör väggelementens avgränsning, som tillverkas på en av de tidigare två nämnda arbetsbänkarna. På en annan station utförs sågning av det virke som inte har beställts i rätta längder. Uppdelningen av yrkesarbetarna i byggnaden är två yrkesarbetare på varje arbetsbänk, en yrkesarbetare på stationen med fönster och en yrkesarbetare som utför all sågning.

I två av de övriga byggnaderna inom området produceras bjälklag (nummer 4 i figur 4.1) och övriga huselement såsom garageväggar och skärmväggar (nummer 3 i figur 4.1). Produktion av tak sker utomhus.



*Figur 4.2-4.3 Produktion i Fältfabrik 1, vänstra bilden (4.2) visar insättning av fönsterenhet i väggelement med vakuumlyft. Bilden till höger (4.3) en yrkesarbetare som fäster fönsterenhet i väggelementet.*



*Figur 4.4-4.5 Produktion i Fältfabrik 1, bilden till vänster (4.4) en översiktsbild av lokal för väggelementstillverkning. Högra bilden (4.5) visar väggställ med väggelement innan täckning och leverans till monteringsplats.*

Arbetsledaren som har ansvaret för fältfabriken ritat produktionsritningar utifrån arkitekt- och konstruktionsritningar. Produktionsritningarna är av relativt okomplicerad art, där yrkesarbetarna får ansvar när det exempelvis gäller indelning av regler, så att det passar för gipsskivor. Arbetsledaren ritat produktionsritningarna i ett CAD-program, vilket underlättar ändringar och visualiseringar. Arbetsledaren ansvarar även för inköp av ingående material i väggar, bjälklag och tak.

#### **De viktigaste styrkorna med fältfabrik, enligt produktionsledningen vid Fältfabrik 1:**

- Effektiv produktionsmetod.
- Snabb återkoppling vid förändringar, exempelvis regelindelning och förändringar för ökad monteringsvänlighet, vilket anses oslagbart då de krävs en del ändringar för erhållning av perfekta huselement.

- Vid högkonjunktur pressas priserna uppåt av hustillverkarna. Fältfabriken kan då fortfarande producera huselement till bra priser.

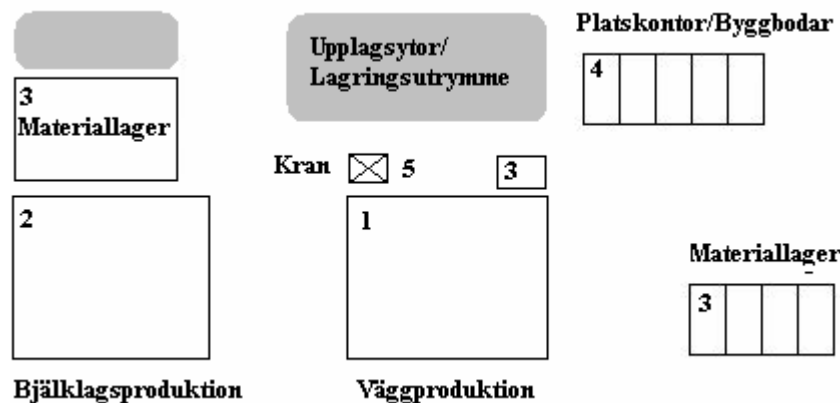
### De främsta svagheterna med fältfabrik, enligt produktionsledningen vid Fältfabrik 1:

- Det ställer stora krav på den egna personalen. Vid köp av huselement kan krav ställas på ett annat sätt mot ursprunglig producent, vilket inte är fallet med fältfabriksproduktion som ställer högre krav på det egna ansvaret.
- Lång startsträcka för att erhålla god produktionstakt.
- Kostsamt i initieringsskedet, när fältfabriken uppförs.
- Rivningskostnader i samband med att en betongplatta eller asfalterad yta ska avlägsnas.

### 4.3.2 Fältfabrik 2

Fältfabrik 2 finns stationerad i norra Göteborg och startades 1995. Fältfabriken har framförallt producerat hus till närområdet. År 2004 startade produktionen av hus till ett område i nordvästra Göteborg, där Skanska Hus Göteborg har byggt 60 småhus.

Fältfabriken består av två huvudbyggnader där produktion av huselement sker. Området har även stora upplagsytor för material som även de är försedda med takkonstruktioner. Byggnaderna är uppförda som temporära lokaler med tak och väggar av specialanpassade presenningar. Golvytan i lokalerna är av asfalt. Området beskrivs i figur 4.6 nedan.



Figur 4.6 En områdesbeskrivning över Fältfabrik 2.

I den största byggnaden (nummer 1 i figur 4.6) på området bedrivs produktion av väggelement. Byggnaden har ett visst antal stationer där olika verksamheter bedrivs. Två arbetsbänkar används för produktion av väggar, där en vägg produceras i sin helhet på samma bänk. Se figur 4.7-4.8. Uppdelningen av yrkesarbetarna i byggnaden är tre yrkesarbetare fördelade på arbetsbänkarna och en yrkesarbetare som utför all sågning. Den yrkesarbetare som utför sågningen är även lagbas för arbetslaget. Den

sågning som sker är kompletterande sågning till lager, då större längdkvantiteter beställs exakt kapat.

I en av de övriga byggnaderna inom området produceras bjälklag och övriga huselement såsom garageväggar och skärmväggar (nummer 2 i figur 4.6). Byggnaderna används även till förvaring av fönster och material (se figur 4.10). När husväggelementen är producerade rullas arbetsborden ut ur fältfabriken och kan vidare lyftas med den kran som alltid är stationerad på området.



*Figur 4.7-4.8, Produktion i Fältfabrik 2, bilden till vänster (4.7) visar uppregling av ett väggelement. Högra bilden (4.8) visar infästning av regler i väggelementet.*



*Figur 4.9-4.10, Produktion i Fältfabrik 2, vänstra bilden (4.9) visar när ett väggelement rullas ut från väggproduktionstältet för infästning av fönster och placering i väggställ. Bilden till höger (4.10) visar lagringsutrymme för virke och isolering.*

Arbetsledaren som har ansvaret för fältfabriken ritar produktionsritningar utifrån arkitekt- och konstruktionsritningar. Produktionsritningarna är av relativt okomplicerad art, där yrkesarbetarna även får ansvar när det exempelvis gäller indelning av regler för anpassning till gipsskivor. Arbetsledaren ritar produktionsritningarna för hand. Arbetsledaren ansvarar även för inköp av ingående material i väggar, bjälklag och tak.

### **De viktigaste styrkorna med fältfabrik, enligt produktionsledningen vid Fältfabrik 2:**

- Effektiv produktionsmetod, då de hitintills involverade områdena hade mindre kostnader än kalkylerade. Med det menas att de beräknade kostnaderna var högre än vad som verkligen uppstod.
- Kontroll över hela tillverkningen och stora möjligheter att styra produktionen.
- God kommunikation mellan personer vid elementtillverkningen och monteringsplatsen, direkt återkoppling vid exempelvis problem.

### **De främsta svagheterna med fältfabrik, enligt produktionsledningen på Fältfabrik 2:**

- Det ställer stora krav på den egna personalens kompetens avseende elementtillverkning och snickeri.
- Svårigheter att förutsäga den slutliga kostnaden för elementtillverkning. Anledningen kan exempelvis vara oberäknliga kostnader, såsom sjukdom och bortfall i den egna personalstyrkan. Vid köp från hustillverkare erhålls istället ett fast pris.



## 4.4 De externa hustillverkarnas slutna industriproduktion

Det finns många hustillverkare idag som tillverkar prefabricerade huselement av varierande slag och prefabriceringsgrad. Många hustillverkare är inriktade på tillverkning av typhus, även kallade ”kataloghus”, där kunden kan välja bland hustyper ur en katalog. Vissa hustillverkare har emellertid en flexibel produktion vilket innebär att produktion av hus kan ske utifrån en kunds önskemål, samtidigt som hustillverkaren kan erbjuda egna typhus. När Skanska Hus Göteborg köper hus från en leverantör är det *inte aktuellt* med typhus ur en katalog, utan unika hus som en beställare till Skanska Hus Göteborg har projekterat. De hustillverkare som är berörda i den här rapporten har ett konstruktionsansvar, vilket innebär att Skanska Hus Göteborg endast behöver lämna arkitektritningar i upphandlingsfasen. Efter upphandlingsfasen ritas och konstrueras berörd hustillverkare de blivande prefabricerade huselementen och en produktionsplan upprättas. Med hänsyn till en överenskommen leveransplan planerar hustillverkaren sin produktion. De prefabricerade huselementen transporteras sedan med lastbil till byggarbetsplatsen, färdiga för montering.

Skanska Hus Göteborg har inga speciella avtal eller generellt fördjupad samverkan med någon hustillverkare. En traditionell upphandling sker alltså vid varje nytt område som ska bebyggas. Dock ska tilläggas att Skanska Hus Göteborg har samverkat med en av de berörda hustillverkarna vid flera projekt under lång tid, vilket givetvis underlättar en bedömning. De två hustillverkare som har berörts i den här rapporten beskrivs nedan i kapitel 4.4.1. och 4.4.2.

### 4.4.1 Hustillverkare 1

Hustillverkare 1 ingår i en större koncern som i sin helhet producerar prefabricerade huselement, takstolar och virke, i Hallands län. Koncernen är en av de ledande i Norden inom takstolstillverkning.

Hustillverkare 1 producerar prefabricerade vägg- och takelement till de större byggföretagen i Sverige. De har satsat på ett, enligt de själva, flexibelt produktions sätt där tillverkningen sker utifrån kundens önskemål. De har inga egna typhus eller motsvarande. Produktionen sker i en uppvärmd industrilokal. I lokalen finns fyra produktionslinor där tillverkningen är **stationsbaserad**, vilket innebär att huselementen tillverkas kompletta vid samma station (se figur 4.15-4.16). Hustillverkare 1 har konstruktionsansvaret för de huselement som tillverkas, utifrån arkitektritningar, kravspecifikationer och i vissa fall konstruktionsritningar ritas och anpassar hustillverkarens konstruktör en produktionsritning till elementtillverkningen.

Inom området där hustillverkaren verkar finns också koncernens sågverk och byggvaruhandel, vilket underlättar beställning och planering av materialtransporter.



*Figur 4.15-4.16 Produktion av väggelement vid Hustillverkare 1 i stationsbaserad miljö, ett huselement produceras komplett vid en station. Bilden till vänster (4.15) visar väggelement i väggställ innan täckning och transport till monteringsplats. Den högra bilden (4.16) visar den stationsbaserade produktionen, två stationer.*

#### 4.4.2 Hustillverkare 2

Hustillverkare 2 har producerat hus sedan början av 1900-talet och är stationerade i en mindre ort i Småland. Hustillverkarens styrka enligt de själva är flexibilitet, det vill säga att de producerar hustyper utifrån en kunds önskemål. De producerar även egna hustyper. Produktionen är mångfacetterad, där alla ingående delar i ett hus tillverkas inklusive takstolar. Hustillverkaren har konstruktionsansvaret för de huselement som tillverkas. Utifrån arkitektritningar och kravspecifikationer ritar hustillverkarens konstruktör produktionsritningar till elementtillverkningen. Konstruktören sköter vidare den fortlöpande kontakten med berörda personer på byggarbetsplatser, och Skanska Hus Göteborgs beställare vid frågor rörande husens utformning.



*Figur 4.11-4.12 Produktion av väggelement med "linesystem" vid Hustillverkare 2. Bilden till höger (4.12) visar montering av gipsskivor på en innervägg med vakuumlift. Den vänstra bilden (4.11) visar infästning av "styrsvyll" på ett monterat ramverk.*

Produktionen av väggelement sker i en stor uppvärmd hall på fyra produktionslinor, "linesystem", där olika hustyper produceras på de olika linorna. Linorna, som är ungefär 50 meter långa, består av rullbord där tillverkningen är uppdelad på olika stationer. På varje station utförs ett arbetsmoment innan huselementet skickas vidare till nästa station, där ett annat arbetsmoment tar vid. Se figur 4.11-4.14. I anslutning till produktionslokalen finns även stora lagringslokaler där material förvaras.



*Figur 4.13-4.14 Produktion av väggelement med "linesystem". Den vänstra bilden (4.13) visar produktion vid en station utefter "linesystemet". Bilden till höger (4.14) är en överblicksbild över anläggningen*

### **4.4.3 Styrkor och svagheter med hustillverkare**

**Här redovisas vad produktionsledningar på Skanska Hus Göteborg ansåg var fördelar och nackdelar med hustillverkare enligt nedanstående fem punkter:**

- + Förkortad byggtid då färre timmar läggs på byggarbetsplatsen.
- + Avtal som styr, vilket gör det klart och tydligt ekonomiskt.
- + Utnyttjande av den kunskap som hustillverkarna kan tillhandahålla.
- + Bättre kvalitet än ute i produktionen med avseende på bl.a. fukt.
- En svaghet är kostnadsberäkningarna i kalkylskedet utgår från platsbyggnation, vilket resulterar i att byggkostnaden för projekt med externt prefabricerade huselement i kalkylskedet blir dyrare än platsbyggt. Enligt en av produktionsledningarna stämmer inte det i verkligheten på projekten då många moment som en platsbyggd produktion för med sig minskas vid inköp av huselement vilket i sin tur minskar totala kostnaden.

**De två berörda hustillverkarnas reflektioner kring deras arbetsprocess var enligt nedanstående fyra punkter:**

- + Prefabricerade huselements fördelar är snabbt montage, ”tätt hus” tidigt samt mindre risker.
- + Industriell hustillverkning är flexibel och kan erbjuda prefabricerade huselement till många typer av hus.
- + Fördjupad samverkan medför bättre konceptlösningar, vilket är fallet för en av hustillverkarna och en annan entreprenör motsvarande Skanska. Med det menas att gemensamma lösningar avseende prefabriceringen underlättas, exempelvis hur en ytterväggsstandard eller ett standardhörn ska se ut.
- En av de berörda hustillverkarna påpekar att dubbelt arbete utförs då både beställare och hustillverkare producerar konstruktionsritningar, vilket hustillverkaren anser överflödigt då de trots allt besitter konstruktionsansvaret.

## 5 Fallstudie: Projekt A

---

*I det här kapitlet beskrivs Projekt A och hur detta har löpt i tiden. Vidare utreds hur projektet har fungerat med avseende på fokusområden, vad som gick bra och vad som gick mindre bra*

---

### 5.1 Bakgrund och fakta om projektet

Projekt A tillhör ett område som successivt har växt fram i västra Göteborg. Området är indelat i ett flertal försäljningsetapper varav en av etapperna tillhör Projekt A. Inom etappen har endast friliggande hus uppförts med äganderätt i två olika utföranden (se figur 5.1). Projekt A har projekterats av Skanska Nya Hem som är en beställarorganisation inom Skanska. Skanska Hus Göteborg har fått entreprenaden att uppföra samtliga hus inom projektet. Etappen består sammantaget av nio hus.

Husen grundlades med en isolerad platta på mark. Husen är i två plan och stommen byggdes av trä. Som takbeklädnad användes ytpapp. Fasadbeklädnad består av ljus fasadputs med inslag av ädelträ. Fönster och balkongdörrar är utrustade med isolerglas.



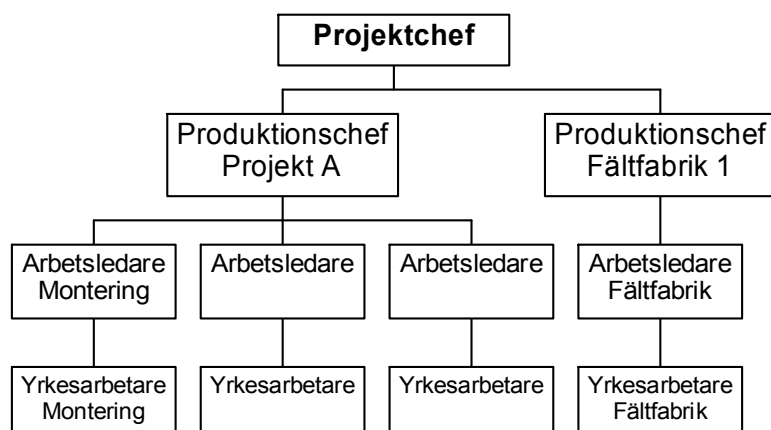
*Figur 5.1 Ett av husen tillhörande Projekt A*

### 5.2 Produktionskedje

I tidigare försäljningsetapper anlätade produktionsledningen en hustillverkare som prefabricerade huselement till husen. I den studerade etappen tillverkades huselementen i egen regi i Fältfabrik 1, som ligger belägen fem kilometer från Projekt A. I Fältfabrik 1, som beskrevs mer ingående i 4.3.1, uppstod en minskad sysselsättning i produktionen. En produktionskapacitet som produktionscheferna för de två arbetsplatserna beslutade att nyttja till att producera huselement på fältfabriken, för vidare transport till området för Projekt A. Eftersom fasadmaterialet är tunn fasadputs putsades den i efterhand på plats. De prefabricerade väggelementen har

endast utförts som stomelement med isolering, utvändig vindskiva och inmonterade fönster. Dock var fönstren ej justerade utan justerades i efterhand.

Produktionsledningen på byggarbetsplatsen för monteringen består av en erfaren platschef med många års erfarenhet av husproduktion och tre arbetsledare. Inom ett projekt finns också en projektchef och en projektingenjör, där projektchefen har det övergripande ansvaret för projektet. Nämnas bör också att produktionschefen på Projekt A startade, i början av 90-talet, fältfabriksverksamheten på Fältfabrik 1. Figur 5.2 illustrerar hur organisationen såg ut.



Figur 5.2 En organisationsbild över Projekt A och Fältfabrik 1

Projekt A startade i januari 2006 med leverans av huselement från Fältfabrik 1. Målet var att ett hus per vecka skulle levereras till Projekt A. De prefabricerade väggelementen levereras på en öppen lastbil där huselementen var täckta med presenning. Huselementen levererades på speciella stöd, vanligtvis använda vid leverans av huselement från fältfabriken till området runt Fältfabrik 1. Stöden placerades direkt på lastbilen, vilket innebar att när transporten kom till byggarbetsplatsen lyftes hela stödet av och lastbilen kunde genast bege sig från platsen.

Vid montering av huselementen användes en mobilkran som hyrdes in för ändamålet. Eftersom kranen behövde beställas krävdes att leveranserna från fältfabriken höll tidschemat så att kranen inte blev stående utan att användas. Monteringen utfördes av två yrkesarbetare. Eftersom fältfabriken låg så pass nära som fem kilometer kunde leveranserna styras utifrån väder och önskemål från produktionsledningen på Projekt A. Här rådde platsbrist vilket inte var fallet på Fältfabrik 1 som disponerar stora öppna ytor, bra för lagring.

I monteringskedet när bottenvåningens väggar och bjälklaget var på plats, monterades en provisorisk trappa i huset för att inte riskera skada den riktiga ektrappan under byggskedet. Ektrappan monterades in i slutet av byggnationskedet. När väl huset var tätt utvändigt fortgick det invändiga arbetet med exempelvis eldragning, ansättning av diffusionsspärr och gips. På de utvändiga partierna fästes en putsbärare, cellplast, och slutligen den utvändiga putsen. På det här projektet krävdes fler arbetstimmar av yrkesarbetare på byggarbetsplatsen jämfört med exempelvis

projekt där de prefabricerade huselementen har en högre förädlingsgrad, d.v.s. där huselementen är mer färdigställda.

## 5.3 Resultat av intervjuer

Produktionsledningen på Projekt A tycker att samverkan fungerade bra mellan de två projekten och säger sig ha bra kontakt med både yrkesarbetare och produktionsledning på fältfabriken. Vidare säger fältfabrikens produktionsledning att man snabbt fick höra om det uppstod fel eller brister. I intervjuerna framkom att produktionsledningen på Projekt A var lite kritisk till affärsuppgörelsen när tjänster köps internt. I affärsuppgörelsen med Fältfabrik 1 har produktionsledningen på Projekt A det ekonomiska ansvaret men begränsade möjligheter att påverka produktionen. Det är svårt att sätta krav och så finns ingen att returnera problem till, säger produktionsledningen på Projekt A.

För att erhålla en bra samverkan är det viktigt att kunskapen om fel och brister återförs så fort som möjligt, så att detta i sin tur kan åtgärdas, säger produktionsledningen på Fältfabrik 1. Det är viktigt att ingen struntar i att berätta.

### 5.3.1 Tillförlitlighet

Överenskommelsen mellan de två arbetsplatserna var att leverera ett hus i veckan, ett produktionskrav som blev förskjutet med två veckor. Produktionen tog 11 veckor istället för nio veckor. Efter att huselementen var producerade fortgick arbetet med att tillverka tillhörande förråd. Produktionsledningen på fältfabriken säger att det i början fanns intentioner att det var viktigt att förråden skulle levereras samtidigt som husen, men att utfallet blev annorlunda än överenskommelsen. Facit var att förråden blev ståendes på fältfabrikens område i nära sex månader innan leverans skedde till Projekt A. I övrigt håller produktionsledningen på fältfabriken med om att produktionstakten inte hölls till nio veckor utan försenades ungefär två veckor.

En positiv effekt av att huselementtillverkningen skedde vid Fältfabrik 1 var det korta avståndet, vilket medförde att leveranserna styrdes utifrån väderlek och byggarbetsplatsens behov. På det sättet styrdes leveranserna utifrån lämpliga leveranstider för produktionstakten på Projekt A. Det var särskilt lämpligt med tanke på utrymmesbristen som rådde vid projektet. Huselementen som levererades till byggarbetsplatsen var väderskyddade med presenningar. Täckningen var inte lika ombesörjd som när huselementen kom från en hustillverkare, vilket är förståeligt med tanke på transportavståndet. En kortare transportsträcka kräver mindre täckning på grund av kortare exponeringstid.

### 5.3.2 Kunskapsåterföring

Efter att första huset var monterat kontrollerades detta av yrkesarbetare och arbetsledare från Fältfabrik 1 för att se vilka brister och fel som upptäcktes vid monteringen. De fel och brister som upptäcktes, åtgärdades efter hand i fältfabriken. Produktionsledningen på fältfabriken säger att tredje huset över lag sett brukar vara tillfredsställande avseende fel och brister.

Mycket av kunskapsåterföringen senare i projektet gällande fel, brister och synpunkter sköttes av yrkesfolk vid de bägge projekten. De yrkesarbetare som monterade huselementen på Projekt A har tidigare arbetat i Fältfabrik 1 vilket innebar att kunskapsåterföringen fungerade mycket bra, enligt yrkesarbetarna själva på Projekt A. Yrkesarbetarna säger vidare att man oftare påpekar brister med fältfabriksproduktion eftersom produktion sker under samma ackord, d.v.s. effektiviteten vid de två arbetsplatserna påverkar gemensamt den slutliga förtjänsten för yrkesarbetarna. Huselementen från fältfabriken höll generellt sätt mycket hög produktkvalitet, enligt yrkesarbetare på Projekt A. Ett större fel uppkom där två väggelement inte gick att montera ihop. Vid det specifika fallet var yrkesarbetare från fältfabriken på plats och kontrollerade orsaken till felet, ett fel som ej uppstod i den fortsatta produktionen.

### 5.3.3 Kundtillfredsställelse

Produktionsledningen vid Projekt A påpekar också att vissa av de mindre felen som uppmärksammades av yrkesarbetarna är av typen att det är fel på grund av att de själva inte skulle ha byggt på det sättet om de arbetade i fältfabriken. ”Slakten är värst” som produktionsledningen förklarade.

*”vi har inte fått svar än på om ritningarna var fel eller om virket hade slagit sig”*

Ovanstående citat är en reflektion från yrkesarbetare på Projekt A angående det tidigare nämnda felet. Produktionsledningen på Projekt A hävdar också att huselementen som producerades i fältfabriken höll bättre kvalitet än hustillverkare på senare försäljningsetapper (benämns Projekt B i studien, se kapitel 6). Yrkesarbetarna på Fältfabrik 1 säger sig producera huselement med bra produktkvalitet och säger vidare att Projekt A var nöjdare med de huselement som producerades i fältfabriken, jämfört med de huselement som köptes in under senare etapper.

En bra produktkvalitet enligt produktionsledningen på Projekt A är när man får det som man kommit överens om, vilket innebär att de prefabricerade huselementen har rätt:

- mått
- ingående komponenter
- skuren isolering
- indelning av regelsystemet
- monteringsvänlighet

Produktionsledningen uttrycker även vad en bra produktkvalitet är enligt nedanstående två citat:



*”kvalitet, att de levererar rätt produkt i rätt tidpunkt”*

*”allt ska passa så att vi inte behöver lägga en minut extra vid varje lyft”*

Produktionsledningen på Fältfabrik 1 säger att en bra produktkvalitet är när allt stämmer avseende montering så att inget behöver göras om. Ett annat svar från projektet är att man kan se olika på produktkvalitet. För produktionen själv är en bra produktkvalitet när huselementen är lätta att tillverka och helst ska kunna färdigställas så mycket som möjligt på fältfabriken, för att minimera arbetet på monteringsplatsen.

### **5.3.4 Avfall i byggprojekt**

#### **Avfallshantering på byggarbetsplatsen**

Produktionsledningen på Projekt A säger att avfallshanteringen med tillhörande källsortering är svårhanterlig framförallt på grund av utrymmesskäl. Arbetsplatsen använder alla disponibla ytor som finns, men produktionsledningen säger ändå att det inte är tillräckligt. Produktionsledningen säger sig ha krav på sig att en viss mängd ska sorteras. Arbetsplatsen sorterar idag gips, trä, farligt avfall och resten går som blandat avfall. Spillet som blir av trä tas om hand av de på arbetsplatsen som eldar med ved. Renova, ett miljöföretag, behandlar och sorterar det blandade avfallet vilket är en tjänst som projektet får betala. Produktionsledningen har valt blandat avfall av praktiska skäl. De provisoriska presenningarna som användes för täckning av huselementen används ett flertal gånger och är inte en engångsprodukt.

#### **Avfallshantering vid Fältfabrik 1**

På Fältfabrik 1 sorterades avfall enligt fyra fraktioner, gips, trä, blandat avfall och farligt avfall. Noteras bör dock att träspill togs omhand av anställda som i hushållet eldar med ved. Produktionsledningen på fältfabriken säger att det är ett stort problem att sortera fler fraktioner på grund av att boende i närheten nyttjar containrarna för hushållsavfall. På så vis kunde allt från barnvagnar och cyklar till traditionella hushållssoppor hittas bland de olika fraktionerna. Det fungerade inte att vi på projektet behövde sortera avfall som vi inte ens från början har slängt, säger produktionsledningen. På fältfabriken har sortering skett i mer omfattande grad men numera används blandat avfall. Det blandade avfallet behandlas och sorteras av miljöföretaget Renova, en tjänst som Fältfabrik 1 får betala.

Produktionsledningen på Fältfabrik 1 försöker hela tiden att minska spillet genom att köpa rätt kapade längder på virke. Virke till stammen köps in i exakta längder. Även isolering köptes in med rätt mått från början.

### 5.3.5 Miljöbelastning vid transporter

Produktionsledningen på Projekt A granskar inte hur transportavstånd ser ut till olika leverantörer vid val av dessa. Det finns inga indikationer från Skanska att det har betydelse, säger produktionsledningen på Projekt A, som menar att det snarare finns en bild av att mer material och produkter bör inköpas från utlandet. Oftast är det ekonomin som styr vad som köps in och från vilken leverantör. Produktionsledningen på Projekt A stod inför ett naturligt val när Fältfabrik 1 kunde producera huselement till projektet.

*”Vi hjälpte Fältfabrik 1 på grund av att de hade en lucka i sin produktion”*, säger produktionsledningen på Projekt A.

En kartläggning har gjorts huruvida materialflödet ser ut för virke, isolering och fönster från ursprunglig leverantör via Fältfabrik 1 och slutligen till Projekt A. Fördelningen ser ut enligt tabell 5.1. Tabellen visar även hur materialflödet hade sett ut om produktionen av huselement hade skett med någon av de två hustillverkarna som presenterats i kapitel 4.4 och berörs i de senare fallstudierna (Projekt B och Projekt C). Som synes i tabellen erfordrar Fältfabrik 1 kortare transporter än de berörda hustillverkarna. För en jämförelse mellan de fyra projekten se appendix bilaga 1.

*Tabell 5.1 Tabellen visar materialflödena för materialen isolering, fönster och virke för fältfabriksproduktionen som valts för Projekt A, samt alternativa produktionsmetoder. Transportavstånden är redovisade i antal mil.*

Projekt A	Leverantör	Leverantör - Hustillverkare*	Hustillverkare* - Byggarbetsplats	Totalt transport avstånd
<b>Fältfabrik 1</b>	<i>Isolering</i>	16,2	0,5	<b>45,7</b>
	<i>Fönster</i>	23		
	<i>Virke</i>	6		
<b>Alt. Hustillverkare 1</b>	<i>Isolering</i>	16,3	5,7	<b>47,2</b>
	<i>Fönster</i>	25,2		
	<i>Virke</i>	0		
			<b>Differens</b>	<b>1,5</b>
<b>Alt. Hustillverkare 2</b>	<i>Isolering</i>	19,85	30,4	<b>74,4</b>
	<i>Fönster</i>	6,3		
	<i>Virke Leverantör 1**</i>	14,5		
	<i>Virke Leverantör 2**</i>	2,8		
	<i>Virke Leverantör 3**</i>	0,0		
	<i>Virke Leverantör 4**</i>	0,5		
			<b>Differens</b>	<b>28,7</b>

\*

*Under hustillverkare räknas även fältfabriker vid alternativ med fältfabriker*

\*\*

*Värdena är viktade efter hur stor andel som levererade från en vis underleverantör. Informationen kommer från hustillverkaren.*

## 5.4 Reflektioner från projektet

De yrkesarbetare på projekt A och Fältfabrik 1 som intervjuades i detta projekt har uttryckt en stolthet när huselement produceras i egen regi. Yrkesarbetarna reflekterade själva över att det är synd att köpa in huselement när de själva kan tillverka betydligt bättre huselement. Det fanns även en sorts bävan kring tankar och idéer om att huselement i framtiden kanske kommer att inköpas från lågkostnadsländer vilket då, enligt yrkesarbetarna, förmodligen kommer att föra med sig dålig kvalitet och därmed ett missnöje hos yrkesarbetarna.

## 6 Fallstudie: Projekt B

---

*I det här kapitlet beskrivs Projekt B och hur detta har löpt i tiden. Vidare utreds hur projektet har fungerat med avseende på fokusområden, vad som gick bra och vad som gick mindre bra*

---

### 6.1 Bakgrund och fakta om projektet

Projekt B tillhör ett område som successivt har växt fram i västra Göteborg. Området är indelat i ett flertal försäljningsetapper varav två av dessa innefattades i Projekt B. Inom de två etapperna uppfördes endast friliggande hus med äganderätt i två olika utföranden (se figur 6.1). Projektet har projekterats av Skanska Nya Hem som är en beställarorganisation inom Skanska. Skanska Hus har fått entreprenaden att uppföra samtliga hus inom projektet. De två etapperna består sammantaget av 16 hus.

Husen grundlades med en isolerad platta på mark. Husen är i två plan och stommen är tillverkad av trä. Som takbeklädnad användes ytpapp. Fasadbeklädnad består av ljus fasadputs med inslag av ädelträ. Fönster och balkongdörrar är utrustade med isolerglas.



Figur 6.1 Ett av husen inom Projekt B

### 6.2 Produktionskedje

Produktionsledningen på byggarbetsplatsen består av en erfaren platschef med många års erfarenhet av husproduktion och tre arbetsledare. En av arbetsledarna har i huvudsak varit ansvarig för montering av väggelementen. Inom projekt finns också en projektchef och en projektingenjör, där projektchefen har det övergripande ansvaret för projektet.

Produktionsledningen har valt att bygga med prefabricerade huselement, beställda från Hustillverkare 1. Eftersom fasadmaterialet är tunn fasadputs har detta putsats i efterhand på plats. De prefabricerade väggelementen har endast utförts som stomelement med isolering, utvändig vindskiva och inmonterade fönster. Dock är fönstren ej justerade utan detta gjordes i efterhand. På en av hustyperna, ett hus med pulpettak, har även färdiga takkassetter köpts prefabricerade. Till den andra hustypen har istället taket byggts på arbetsplatsen och sedan lyfts på plats, p.g.a. att hustypen har ett knäckt tak vilket skulle bli för otympligt att transportera.

Huselementen prefabricerades av Hustillverkare 1 och transporterades till arbetsplatsen i Göteborg för montering. Hustillverkare 1 står för konstruktionen av huselementen utifrån arkitektritningar och övriga krav. Leverans av huselement till första försäljningsetappen startade i april 2006 och försäljningsetapp två startade i augusti 2006. Sista leveransen var i december 2006. Målet var att leverera ett hus varannan vecka till projektet. De prefabricerade väggelementen levererades på en öppen lastbil där huselementen var täckta med temporär skyddsplast. Huselementen levererades på speciella stöd som var placerade direkt på lastbilen. Detta innebar att när transporten kom till byggarbetsplatsen lyftes hela stödet av och lastbilen kunde genast bege sig från platsen.

Vid montering av husen användes en mobilkran som hyrdes in för ändamålet. Eftersom kranen behövdes beställas krävdes att leveranserna från leverantören höll tidschemat så att kranen inte blev stående utan att användas. Montering utfördes av två yrkesarbetare. När bjälklaget var på plats monterades en provisorisk trappa i huset för att inte riskera skada den riktiga ektrappan under byggskedet. Ektrappan monterades in i slutet av byggnationsskedet. När väl huset var tätt, fortgick det invändiga arbetet med exempelvis el-dragning, ansättning av diffusionsspärr och invändig gips av de prefabricerade väggelementen. På de utvändiga partierna fästes en putsbärare, cellplast, och slutligen den utvändiga putsen. På det här projektet krävdes fler timmar av yrkesarbetare på byggarbetsplatsen jämfört med exempelvis projekt där de prefabricerade väggelementen har en högre förädlingsgrad.

### **6.3 Resultat av intervjuer**

Samverkan mellan produktionsledningen på projektet och Hustillverkare 1 verkade överlag fungera bristfälligt. Det uppstod stora problem gällande leveranstider, där leveransplaner inte hölls och även osäkerheter kring vilka tider huselementen levererades till byggarbetsplatsen. Detta medförde i sin tur att tidsplanen inom projektet brast. Ett specifikt exempel kring brister i samverkan och kommunikation var vid ett tillfälle när leveransdag för leverantören i själva verket var utlastningsdag, vilket innebar att monteringsdagen blev uppskjuten en dag. För att erhålla en god samverkan menar produktionsledningen att det viktiga är att man är överens om leveransplanen. Detta kräver att man har en säkerställd produktionstid så att hustillverkare och produktionsledningen på projektet är överens om hur leveranser ska gå till. Hustillverkaren menar att en god samverkan erhålls genom långvarig samverkan, personkemin mellan kund och hustillverkare samt delaktighet i ett tidigt skede.

Under de två etapperna har Hustillverkare 1 som leverantör av prefabricerade huselement endast levererat de två första av de 16 hus som skulle uppföras inom de två etapperna. På grund av överbeläggning i deras fabrik har olika underleverantörer till berörd hustillverkare varit tillverkare av huselementen. Inte mindre än tre underleverantörer har varit involverade och tillverkade huselement med en uppdelning av ett, åtta och fem hus. Skanska har endast använt berörd hustillverkare som leverantör av prefabricerade väggelement under ungefär två år, takstolar och gavelspetsar har däremot beställts under åtskilliga år.

### 6.3.1 Tillförlitlighet

Montering av de prefabricerade huselementen skedde aldrig i direkt anknytning till leveransdag utan tidigast dagen efter. Det här förfarandet medförde att en mobilkran användes till endast avlastning av huselementen. Vidare krävdes ytterligare kran när montering skedde. Produktionsledningen valde att göra på det här sättet på grund av otillräcklig leveransprecision samt tid för lossning. Ibland har dessutom huselement kommit i fel ordning med exempelvis takkassetter före väggelement. Som en person inom produktionsledningen sa, *"kommer vi snett på morgonen är det kört"*. Då monteringstiden varierade mellan 4 och 7 timmar per hus innebar det om exempelvis två timmar gick förlorade på morgonen, på grund av förseningar eller komplicerad lossning, kunde inte ett hus resas under leveransdagen. Detta gällde endast om huset skulle vara tätt till kvällen.

De hus som levererades till byggarbetsplatsen var väl paketerade med tillfällig skyddsplast. Skyddstäckningen var på gränsen till för ambitiös eftersom avtäckningen tog för lång tid. Produktionsledningen och Hustillverkare 1 kom överens om att täckningen skulle minskas en aning för att underlätta avtäckningen av huselementen, utan att äventyra huselementens väderskydd under transport. Täckningen av huselementen varierade dock mellan olika underleverantörer till hustillverkaren.

### 6.3.2 Kunskapsåterföring

När första huset monterades fanns personer från hustillverkarens fabrik på plats och kontrollerade huruvida allt stämde avseende fel och brister. Det här förfaringsättet är en rutin och dessutom krav från Skanska. Första huset som tillverkades i hustillverkarens fabrik var enligt produktionsledningen bra. *"Vi skulle aldrig ha gett dem beröm för det har bara gått nedåt"* är ett citat från produktionsledningen som visar på ett missnöje kring de senare husen, producerade av underleverantörer till hustillverkaren. Hustillverkaren håller med om att problem har uppstått på projektet men hänvisar till sina underleverantörer som inte håller måttet. Hustillverkare 1 säger också att man i framtiden ej kommer att använda underleverantörer i samma utsträckning som nu. Anledningen till att Hustillverkare 1 var tvungna att anlita underleverantörer berodde på överbeläggning i sin fabrik. Överbeläggningen härrör från att vissa projekt som Skanska också var involverade i försköts framåt i tiden.

Hustillverkaren säger att produktionskapaciteten hos sina underleverantörer inte var tillräcklig för att kunna producera kompletta hus. Detta innebar att husen delades upp

så att exempelvis Hustillverkare 1 tillverkade bjälklag och takkassetter, medan underleverantörerna tillverkade väggarna. Det här kan vara förklaringen till att lossningsordningen inte stämde på byggarbetsplatsen. Hustillverkaren medger att det genast uppstod problem när underleverantörer blev inkopplade, då deras lokaler var enklare och deras transportmöjligheter var sämre vilket resulterade i att huselementen delades upp i fler delar. Ibland tillverkade en underleverantör väggarna medan en annan underleverantör tillverkade takkassetter. Det har varit ett ständigt ”pusslande” för att få ihop produktionen, säger Hustillverkare 1, som medger att Projekt B kom i kläm på grund av tidigare nämnd framflyttning av andra projekt, samt problem med underleverantörerna. Hustillverkaren säger vidare att det är viktigt med tillräcklig tid för projektering i början av ett projekt, så att produktionsritningar kan framställas.

När fel eller problem uppstod skedde normalt kunskapsåterföring direkt till Hustillverkare 1 trots att ett specifikt hus levererades från en underleverantör. Så var dock inte fallet med en av leverantörerna som förde med sig flest fel. Här skedde direktkontakt mellan produktionsledningen på Projekt B och aktuell leverantör. Felen har framförallt åtgärdats av yrkesarbetare från projektet. Ibland har även underleverantörerna till hustillverkaren kommit till byggarbetsplatsen på helger och utfört visst efterarbete, framförallt insättning av fönster. Produktionsledningen säger dock att:

*”men varenda gång blir man besviken när man kommer tillbaka”*

Efterarbetet som utfördes var alltså under all kritik. Mycket av kunskapsåterföringen som skedde fick inte gehör eftersom ett flertal underleverantörer var inkopplade. Många av felen blev återkommande. Visst gehör fick däremot produktionsledningen, ett exempel var att spånskivorna på bjälklaget var spikade istället för skruvade. Spikning är inte tillåtet hos Skanska i det här fallet, vilket åtgärdades relativt snabbt av leverantörerna.

### **6.3.3 Kundtillfredsställelse**

En bra produktkvalitet enligt produktionsledningen är när man får det som man har kommit överens om, vilket innebär att de prefabricerade huselementen har rätt mått, ingående komponenter, skuren isolering, indelning av regelsystemet och dessutom att huselementen är monteringsvänliga.

Produktionsledningen uttryckte även vad en bra produktkvalitet var enligt citaten:

*”kvalitet att de levererar rätt produkt i rätt tidpunkt”*

*”allt ska passa så att vi inte behöver lägga en minut extra vid varje lyft”*

Produktkvaliteten på de huselement som har levererats har varit bristfällig på många sätt. Yrkesarbetarna på projektet som har monterat huselementen var mycket besvikna på produktkvaliteten och menar ett det i många avseende handlade om katastrofalt dåliga huselement. I figur 6.2 visas ett exempel på monteringsproblem vid fel på levererade huselement.

Brister och fel frekvent återkommande under de två etapperna var:

- skeva väggelement
- konstruktionsmiss i veggörnen, vilket medförde problem med att montera ihop väggelementen p.g.a. svåråtkomlighet
- bjälklag med skeva diagonaler
- felplacerade och saknade kortlingar (förstärkningar i väggen för yttre ansättning av komponenter t.ex. handfat, duschvägg, vägghängd toalett och innerväggar)
- ej kompletta huselement, exempelvis saknad av fönster vid leverans



Figur 6.2 Dålig passform i ytterväggshörn p.g.a. skeva väggelement.

Produktionsledningen ger en något mildare bild av situationen men hävdar också att produktkvaliteten var skiftande och bitvis väldigt dålig. De sista fem levererade husen av de totalt 16 har enligt produktionsledningen varit relativt bra bortsett från leveransplanerna som ständigt reviderades.

### 6.3.4 Avfall i byggprojekt

#### Avfallshantering på byggarbetsplatsen

Produktionsledningen på projektet säger att avfallshanteringen med tillhörande källsortering är svårhanterlig, framförallt på grund av utrymmessjäl. Arbetsplatsen använde alla disponibla ytor som fanns, men produktionsledningen säger ändå att det inte var tillräckligt med utrymme för material och containrar. Inom projektet har arbetsplatsen sorterat avfall i mindre utsträckning, de har sorterat efter gips, trä, blandat avfall och farligt avfall. Noteras bör dock att träspill togs omhand av anställda som i hushållet eldar med ved. Det blandade avfallet behandlades och sorterades av



miljöföretaget Renova, en tjänst som projektet betalade för. Produktionsledningen har valt blandat avfall av praktiska skäl.

Ett avfall som blir extra vid köp av huselement från hustillverkaren är den tillfälliga skyddsplasten som skyddar huselementen under transport och lagring. Det blir stora mängder säger produktionsledningen som hävdar att två mindre containrar fylls med skyddsplast från varje hus.

### **Avfallshantering vid Hustillverkare 1**

Vi bedriver ett aktivt miljöarbete, säger Hustillverkare 1. Hustillverkare 1 är certifierade enligt ISO 14 001 och har en strikt hantering av spillmaterial. Källsorteringsgraden i produktionen är omålat virke, virkesspån, målat virke, impregnerat virke, isolering och gips. Virkesspån som blir över från produktionen används i en värmepanna till en sågverkstork inom området där hustillverkaren verkar, spillvärme från torken används till uppvärmning av hustillverkarens lokaler. Hustillverkaren försöker hela tiden minimera spillet i produktion, exempelvis spill från obehandlat virke, flisas och används antingen till tillverkning av briketter eller till ovan nämnda värmepanna. Spill av isolering hämtas av en lokal isoleringsfirma som använder spillet till lösullsisolering, en tjänst där Hustillverkare 1 betalar för transporten av isoleringsspillet, dock blir det mer lönsamt jämfört med att avfallshandla isoleringen.

Eftersom Hustillverkare 1 har lagerutrymmen för isolering, gips och andra material krävs inget tillfälligt skyddsmaterial för materialet som anländer till fabriken. Den skyddsplast som annars krävs för exempelvis isolering kan minimeras och mindre avfall erhålls. Vidare säger hustillverkaren att stora företag som beställer huselement från företaget påverkar materialval med avseende på bra miljöval. Ett exempel är elinstallationsrör och installationsdosor som man har varit tvungen att byta till bättre miljöval efter påpekande från en kund.

Det bör tilläggas att ingen utredning av miljöarbetet hos underleverantörerna till Hustillverkare 1 har genomförts.

### **6.3.5 Miljöbelastning vid transporter**

Produktionsledningen på Projekt B granskar inte hur transportavstånd ser ut till olika leverantörer vid upphandling av en hustillverkare. Enligt produktionsledningen finns inga indikationer från Skanska att det har betydelse och att det snarare finns bild av att mer material och produkter bör importeras från utlandet. Oftast är det ekonomin som styr vad som köps in och från vilken leverantör.

En kartläggning har gjort hur materialflödet ser ut för virke, isolering och fönster från ursprunglig leverantör via Hustillverkare 1 och slutligen till byggarbetsplatsen. Fördelningen ser ut enligt tabell 6.1, vilken även visar hur materialflödet hade sett ut om produktionen av huselement fanns i anslutning till byggarbetsplatsen i form av en

fältfabrik. Som synes i tabellen skulle en fältfabriksproduktion korta avståndet med 1,6 mil. För en jämförelse mellan de fyra projekten se appendix bilaga 1.

Tabell 6.1 Tabellen visar materialflödena för materialen isolering, fönster och virke för leveranser från hustillverkare som valts för Projekt B, samt alternativ produktionsmetod med fältfabrik. Transportavstånden är redovisade i antal mil.

Projekt B	Leverantör	Leverantör - Hustillverkare*	Hustillverkare* - Byggarbetsplats	Totalt transport avstånd
Hustillverkare 1	Isolering	16,3	5,7	47,2
	Fönster	25,2		
	Virke	0		
Alt. Fältfabrik	Isolering	16,5	0	45,6
	Fönster	23,4		
	Virke	5,7		
			<b>Differens</b>	<b>-1,6</b>

\* Under hustillverkare räknas även fältfabriker vid alternativ med fältfabriker

## 6.4 Reflektioner från projektet

Känslan som vi fick av projektet var en viss uppgivenhet på grund av allt besvär med hustillverkaren. Stämningen mellan yrkesarbetare och produktionsledningen var heller inte bra vilket hade utgångspunkt i dålig leveransprecision och felande huselement. Vidare bör nämnas att det råder något skilda meningar mellan olika yrkeskategorier på projektet, vilket nämdes i studien avseende de fel och brister som uppstod. Produktionsledningen menade exempelvis att problemen inte var lika omfattande som vad yrkesarbetarna som monterade ansåg.

Intervjuerna hölls i slutfasen av projektet vilket också förde med sig att vi fick möjlighet att se montering av ett hus. Bild 6.2 är från den monteringen som visar på att fel verkligen uppstod. Vidare observerade vi under monteringen att lossningsordningen av takkassetterna inte stämde, vilket förde med sig extra arbete.

## 7 Fallstudie: Projekt C

*I det här kapitlet beskrivs Projekt C och hur detta har löpt i tiden. Vidare utreds hur projektet har fungerat med avseende på fokusområden, vad som gick bra och vad som gick mindre bra*

### 7.1 Bakgrund och fakta om projektet

Ungefär 3 mil norr om Göteborg bebyggs ett nytt område där Projekt C ingår. Mycket har hänt och planeras att hända i området. Planerade ingrepp i infrastrukturen gäller bland annat utbyggnad av riksväg 45 till motorvägsstandard samt utbyggnad av järnväg med dubbelspår och snabbtågsstandard. Även en större golfbana har anlagts i närheten.

Området som vi har studerat har totalt 73 hus där Bostadsbolaget HSB har en etapp på 29 hus som Skanska Hus Göteborg har uppfört. Husen är fördelade på 20 enplansvillor, två tvåplansvillor, en kedjehuslänga med fem hus och en parhuslänga med fem hus. Både kedjehusen och parhusen är i två plan. Husen har sålts som bostadsrätter av HSB till slutkund. Figur 7.1 visar en av de 20 enplansvillorna som uppförts inom området.



Figur 7.1 En av de uppförda hustyperna i projektet

Husen har grundlagts med en platta på mark, isolerad med 400 mm cellplast. Stommen till husen är av trä och som yttertak har betongpannor och papp använts. Fasadbeklädnad består av träpanel och fibercementskivor. I kedjehusen och parhusen används en delad regelstomme med luftspalt mellan hushållen för att klara ljudkraven. Även bjälklagen är ljudisolerade.

## 7.2 Produktionskedde

På arbetsplatsen bestod produktionsledningen av en produktionschef och två arbetsledare. Sammantaget har produktionsledningen en mångårig erfarenhet av produktion av bostäder. En av arbetsledarna har dessutom mestadels arbetat som produktionschef. Inom projektet var också en projektchef och en projektingenjör involverade. Produktionsledningen bestämde i ett tidigt skede, några månader innan byggstart, att väggar, takstolar och vissa prefabricerade takkassetter skulle köpas in från en hustillverkare. Hustillverkare 2 fick uppdraget att leverera prefabricerade huselement. Huselementen prefabricerades i princip helt klara med färdiga elinstallationer, justerade fönster, panel och invändig gips. Där väggelementen skarvades lämnades den invändiga gipsen så att diffusionsspärren kunde förseglas på ett godkänt sätt. Efter försegling kompletterades området med gips.

Projektet var tänkt att starta augusti 2005. Dock uppstod en del problem gällande försäljning vilket resulterade i att produktionen startade först under nyårsskiftet 2005/2006. De första tio husen som restes utgjorde en risk från Skanskas sida då husen ännu inte var sålda. När väl produktionen var igång, ökade försäljningen av de påbörjade husen samt övriga hus inom etappen. Det resulterade i att produktionen kunde direkt och i ökad takt fortsätta efter de tio första hus. Hustillverkaren levererade huselement två gånger i veckan, d.v.s. två hus restes per vecka. Leverans av ett komplett hus skedde med lastbil från hustillverkarens fabrik och anlande på natten till byggarbetsplatsen. På morgonen var lastbilen avtäckt och klar för montering av huset. Huselementen stod lastade direkt på lastbilen vilket innebar att montering skedde direkt från denna. I avtalet med hustillverkaren ingick fyra timmars montering då lastbilen stod kvar på byggarbetsplatsen.

Monteringen utfördes av tre yrkesarbetare varav en skötte kranen för montering. Kranföraren skötte kranen trådlöst från marken och kunde därför hjälpa till med visst arbete som exempelvis borttagande av transportskydd. När bottenvåningens väggar var placerade i tvåplanshusen, lyftes den färdiga invändiga trappan på plats innan det var dags för bjälklaget. Eftersom trappan lyftes på plats redan i monteringskedet behövdes inga provisoriska trappor och tid sparades. När väl bjälklaget var på plats fortsatte monteringen av övre planets väggar och slutligen monterades takstolar och tillhörande råspåntluckor, kapade i de rätta längderna. Istället för takstolar på vissa ställen användes färdiga prefabricerade takkassetter.

## 7.3 Resultat av intervjuer

Samverkan mellan Skanska och berörd hustillverkare verkade överlag fungera mycket bra. En åsikt som har uttryckts från båda hållen. Projektsamverkan mellan Hustillverkare 2 och Skanskas produktionsledning på projekt C har pågått många år och projekt tillbaka, vilket har resulterat i en bra samverkan och ett ömsesidigt förtroende. Tillförlit står högt upp på listan som parameter för en bra samverkan hos båda leverantör och beställare. Enligt produktionsledningen på projektet gäller det att ha tillit till leverantören och inte detaljstyra. När ett område med ett antal hus ska upphandlas från en hustillverkare skickas samtliga arkitekturritningar och de övergripande kraven till hustillverkaren. Därefter är det hustillverkarens som står för

konstruktionen av huselementen. Produktionsledningen hävdar att det som egentligen köps är kunskap. För att lyckas med en bra samverkan krävs också ett ömsesidigt förtroende vilket är något som byggs upp under en längre tid. Produktionsledningen säger också att när man använt sig av samma leverantör under ett flertal projekt lär man sig att arbeta tillsammans. Leverantören lär sig vad projektledningen ställer som krav, vilket innebär att projektledningen endast behöver göra vissa påpekanden. Enligt Hustillverkare 2 är källan till en bra samverkan "personkemin inom hela företaget", vilket ofta upprepas under samtalet med dessa. "Vi" är ett ofta förekommande ord i samtalet med hustillverkaren, vilket syftar på att de båda företagen arbetade tillsammans på ett projekt. Samverkan fungerar inte alltid lika bra menar hustillverkaren som hävdar att framförallt yngre rutinerade anställda på Skanska kan bete sig illa vilket hämmar en bra samverkan.

### 7.3.1 Tillförlitlighet

Ett exempel på bra samverkan från det studerade projektet handlade om hur produktionstakten varierade i tiden, vilket annars är svårt att påverka som kund. Som beskrevs ovan under produktionsskedet startade Skanska med tio hus. De tio husen producerades med en takt av ett hus per vecka, men när försäljningen ökade och resterande hus skulle produceras anpassade hustillverkaren produktionstakten och två hus per vecka kunde nu produceras. Produktionsledningen menar att det här produktionssättet inte hade fungerat om det inte fanns ett ömsesidigt förtroende mellan de två parterna. Eftersom projektet från början blev försenat fallerade produktionsupplägget för hustillverkaren. Enligt hustillverkare 2 förväntades stor flexibilitet från produktionsledningen på Projekt C, men att de två parterna ändå kom överens trots förändringarna i ursprungliga produktionsupplägget.

Transporten av väggelementen från hustillverkare 1 skedde på kvällen innan monteringsdag. Enligt hustillverkaren själv ska väggelementen helst vara klara samma dag som transport sker, vilket innebär att planering och produktion sker utifrån kommande leveransdagar. Lagring av elementen sker väldigt sällan på grund av otyplighet.

Enligt produktionsledningen uppstod inga problem gällande leveranserna och leveransplanen hölls för det aktuella projektet. De menar också att det är svårt att påverka leveransdagar när de är bestämda utifrån hustillverkarens produktionsprogram, ett produktionsprogram som är långtidsplanerat och i en högkonjunktur välfyllt. Det är oftast svårare att tidigarelägga leveranserna säger produktionsledningen.

Att leveransplanerna hölls innebar att huselementen kom till byggarbetsplatsen oavsett väder, vilket kan påverka vid en montering. Leveranserna av huselementen skedde på täckt lastbil och monterades oavsett väderlek. Produktionsledningen menar att det inte har någon betydelse för kvaliteten att elementen monterades oavsett väderlek. Egenkontrollerna och övervakningen utökades av de hus som monterades vid exempelvis regn.

### 7.3.2 Kunskapsåterföring

När berörd hustillverkare har producerat första huset, i Projekt C ett visningshus, har de som rutin och krav från Skanska att kontrollera och vara med vid första monteringen. Förfarandet medförde att eventuella fel och motsvarande uppmärksammades direkt och återkoppling skedde till industrin där felen åtgärdades till nästa hus som levererades. Det skedde med andra ord en utvärdering efter första huset. Produktionsledningen säger att de fel som påpekades under projektets gång fick gehör. Oftast togs fotografi på en eventuell skada och skickades senare till hustillverkaren. De fel som uppstod åtgärdade Skanska själva och fick senare betalt av hustillverkaren. Brister och fel som uppmärksammades under projektet var:

- Brister i utvändig målning
- Bristande gipsarbete, till viss del spräckta hörn vid skruvar och fettavtryck på gips vilket trängde igenom tapeter
- Efterjusteringar av fönster, fönsterdörrar och ytterdörrar

Hustillverkaren har stor förståelse för att Projekt C vill ha felfria huselement när kran och yrkesfolk står beredda för montering, men samtidigt menar Hustillverkare 2 att det vore märkligt om elementen alltid var helt felfria. De vanligast förekommande felen enligt Hustillverkare 2 är att kortlingar saknas, för långa eller korta montageplåtar och fel på regelindelningen. Hustillverkaren ser också en tydlig skillnad till vilken arbetsplats elementen levereras. Vissa arbetsplatser skriver upp minsta lilla fel, medan vissa arbetsplatser utför smärre åtgärder utan några direkta invändningar.

### 7.3.3 Kundtillfredsställelse

Produktionsledningen på Projekt C menar att elementen över lag sett höll mycket hög kvalitet med små fel till följd. Det enda *allvarliga* felet som uppstod på projektet enligt produktionsledningen själva var ett takelement som var spegelvänt. Den åsikten har uttryckts av både produktionsledningen och yrkesarbetare på projektet.

Produktionsledningen har ett eget kvalitetsarbete som genomsyrar hela verksamheten. Kvalitetsarbetet har skett i nära samverkan med hustillverkaren och handlar om exempelvis tekniska lösningar. Ett exempel kring detta handlade om hur diffusionsspärren skulle förseglas mellan bjälklaget på tvåplanshus. I detta fall ville produktionsledningen arbeta fram en ny metod som gick ut på att bottenvåningens väggar går över bjälklagskanten vilket innebär att diffusionsspärren förseglas med övre våningens väggar ovan bjälklagskanten. På det sättet erhöles en bra täthet vilket har visat sig på provtryckningar av husen. Det byggnationssättet är säkert inte på något sätt unikt men det visar ändå på att en god samverkan mellan leverantör och kund kan innebära att kunden i detta fall kommer med förslag kring prefabriceringen. Ett annat kvalitetsarbete inom produktionsledningen handlade om valet av fönster. Produktionsledningen har valt att installera H-hängda fönster istället för sidohängda. Valet innebar mindre efterjusteringar eftersom H-hängda fönster är mindre känsliga. Det här innebär nöjdare kunder, mindre efterarbeten och mindre slöseri på

byggarbetsplatsen, trots att den här typen av fönster är dyrare i inköp än vad traditionella sidohängda är.

Den mångåriga samverkan har medfört att produktionsledningen vet huruvida kvaliteten förhåller sig hos Hustillverkare 2. Hustillverkare 2 har enligt sig själva höga krav på kvalitet. Företagets huselementsproduktion kontrolleras av Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, SP, vilket delvis innebär oanmälda kontroller. Kontrollerna innebär att slumpvis valda väggelement synas och kontrolleras. Hustillverkaren upprättar utifrån kundens krav ett objektsanpassat kvalitetsprogram som utgör grunden för de kvalitetskontroller som företaget utför via exempelvis checklistor. Hustillverkaren poängterar också att det är viktigt att den egna personalen själva fyller i checklistorna för att säkra en bra kvalitet.

### **7.3.4 Avfall i byggprojekt**

#### **Avfallshantering på byggarbetsplatsen**

Produktionsledningen på projektet hävdar att det alltid av naturliga orsaker uppstår mindre spill på arbetsplatsen när huselement köps in. Eftersom ingen temporär skyddsplast användes för elementen erhöles inget spill i hanteringen av dessa. Miljöarbetet på byggarbetsplatsen var, enligt produktionsledningen, svårt vid småhusbyggande på grund av platsbrist. Dock försökte Projekt C sortera så gott det gick men antalet containrar och därmed sorteringsgraden var begränsad. Sorteringsgraden uppgick till brännbart, icke brännbart, gips och farligt avfall. Ett problem som finns på byggarbetsplatsen handlade om att yrkesarbetare inte respekterade sortering vilket innebar att avfall slängdes i närmaste container.

#### **Avfallshantering vid Hustillverkare 2**

Hustillverkare 2 respekterar miljökrav och bedriver miljöarbete inom företaget. Företaget har en dokumenterad miljöpolicy som enligt dem själva följs. Spillet som blir av virket, vilket enligt de själva inte är speciellt stort, paketeras i lämpliga volymer och säljs som biobränsle. Överbliven isolering paketeras och lämnas till ett företag som använder spillet till lösullsisolering. Den här hanteringen är dock något som hustillverkaren betalade för. Isoleringen som anlände till hustillverkaren var dessutom inte förpackad i skyddsplast, vilket annars är vanligt vid leverans till en byggarbetsplats. När isoleringen och övrigt material anlände till fabriken lagrades detta direkt i stora lagerhallar. På så vis krävdes ingen speciell skyddstäckning vilket skonade avfallshanteringen.

I övrigt källsorterar hustillverkaren och försöker hela tiden minska avfallet. Eftersom avfallshantering är kostsamt fick vi känslan av att hustillverkaren hela tiden försökte eliminera avfallet som i exemplen med isoleringen och virkesspill. Det miljöarbete som utfördes inom företaget tillämpades många gånger i syfte att minimera kostnader. Exempelvis minimerades spill för att minska kostnaderna, men minimeringen av spillet förde med sig miljömässiga fördelar.

Inom industriområdet där Hustillverkare 2 är stationerad finns även ett mindre sågverk. Bark och flis som blir över från sågverket används som biobränsle till ett centralt värmeverk inom området. Värmeverket användes framförallt till uttorkning av virke på sågverket, där hustillverkaren köpte spillvärme från sågverkets värmeverk och fick på så sätt en miljövänlig uppvärmning av produktionslokalerna.

### 7.3.5 Miljöbelastning vid transporter

Produktionsledningen granskar inte hur transportavstånd varierar mellan olika leverantörer vid en upphandling. Vid upphandling av en hustillverkare är det oftast den ekonomiska helheten som styr vilken leverantör som väljs. Med helhet menas exempelvis att en leverantör som är pålitlig väljs före en opålitlig leverantör, även om priset för väggelement blir bättre i det senare alternativet. Anledningen kan vara att en opålitlig leverantör kan föra med sig fler kostnader på grund av exempelvis fel på huselement eller försenade leveranser än en pålitlig leverantör. Produktionsledningen ser fördelen med att endast en bil kommer till byggarbetsplatsen jämfört med flera mindre transporter när exempelvis en fältfabrik används.

En kartläggning har gjorts huruvida materialflödet ser ut för virke, isolering och fönster från ursprunglig leverantör via Hustillverkare 2 och slutligen till byggarbetsplatsen. Fördelningen ser ut enligt tabell 7.1, som också visar hur materialflödet hade sett ut om produktionen av huselement fanns i anslutning till byggarbetsplatsen i form av en fältfabrik. Tabellen visar på att fältfabriksproduktion skulle korta transportavståndet med hela 27 mil. För en jämförelse mellan de fyra projekten se appendix bilaga 1.

Tabell 7.1 Tabellen visar materialflödena för materialen isolering, fönster och virke för leveranser från hustillverkare som valts för Projekt C, samt alternativ produktionsmetod med fältfabrik. Transportavstånden är redovisade i antal mil.

Projekt C	Leverantör	Leverantör - Hustillverkare*	Hustillverkare* - Byggarbetsplats	Totalt transport avstånd
<b>Hustillverkare 2</b>	Isolering	19,9	32,8	<b>76,7</b>
	Fönster	6,3		
	Virke Leverantör 1**	14,5		
	Virke Leverantör 2**	2,8		
	Virke Leverantör 3**	0,0		
	Virke Leverantör 4**	0,5		
<b>Alt. Fältfabrik</b>	Isolering	25,7	0	<b>49,9</b>
	Fönster	14,2		
	Virke	10		
	<b>Differens</b>			

- \* Under hustillverkare räknas även fältfabriker vid alternativ med fältfabriker  
 \*\* Värdena är viktade efter hur stor andel som levererade från en vis underleverantör. Informationen kommer från hustillverkaren.



## 7.4 Reflektioner från projektet

De intervjuer som har genomförts visar att det råder en enighet mellan olika yrkeskategorier på Projekt C och även hustillverkare, där både intervjuer och observationer har genomförts. Med enighet menar vi att frågor rörande likadana områden besvarades på samma sätt av yrkesarbetare, produktionsledning och dessutom hustillverkare. Totala intrycket av projektet var att inga problem fanns. Sammantaget kan produktionsledningen beskrivas som mycket erfaren som vet hur arbete med en extern hustillverkare ska gå till på ett bra sätt.

## 8 Fallstudie: Projekt D

---

*I det här kapitlet beskrivs Projekt D och hur detta har löpt i tiden. Vidare utreds hur projektet har fungerat med avseende på fokusområden, vad som gick bra och vad som gick mindre bra*

---

### 8.1 Bakgrund och fakta om projektet

Projekt D tillhör ett område som sedan år 2004 har byggts upp i Nordvästra Göteborg. Projektet är uppdelat på tre försäljningsetapper om totalt 60 hus. Inom projektet uppfördes endast friliggande tvåplanshus i fyra olika utförande, där två av husen är av typen suterräng. Se figur 8.1. Skanska Nya Hem, som är en beställarorganisation, har projekterat försäljningsetapperna. Skanska Hus har uppfört samtliga hus inom etapperna. Husen grundlades med en isolerad platta på mark. Stommen till husen tillverkades av trä och som fasad användes en stående träpanel i kombination med ett skivmaterial. Fönster och fönsterdörrar är utrustade med isolerglas.

Produktionsledningen valde att producera husen med fälthfabrik. På ett område i Norra Göteborg finns fälthfabriken lokaliserad och har även använts till samtliga hus inom området där Fälthfabrik 2 finns stationerad. Produktionschefen för Projekt D har också ansvaret för Fälthfabrik 2, d.v.s. berörd person driver två projekt samtidigt.



*Figur 8.1 En av de fyra uppförda hustyperna inom projektet*

## 8.2 Produktionsskede

Projektet startade november 2004 och pågick när studien utfördes, dock med tredje och därmed sista försäljningsetappen. Produktionsledningen för de två byggarbetsplatsen består av en erfaren produktionschef med många års erfarenhet av husproduktion och tre arbetsledare. En av arbetsledarna har i huvudsak varit ansvarig för montering av väggelementen och en arbetsledare drev fältfabriken. Inom ett projekt finns också en projektchef och en projektingenjör involverade, där projektchefen har det övergripande ansvaret för projektet.

De prefabricerade väggelementen har utförts i princip helt klara utvändigt, medan isolering, diffusionsspärr och invändig gips ansattes i ett senare skede efter montering. Viss del av isoleringen sattes dock i fältfabriken. Fönstren var ej justerade utan gjordes efter montering av husen. Taket och vissa delar av bjälklaget tillverkades på det område där hus uppfördes. Vissa delar till bjälklaget producerades även på fältfabriken.

Arbetsledaren som i huvudsak ansvarar för fältfabriken, ritade produktionsritningar till yrkesarbetarna utifrån arkitekt- och konstruktionsritningar. Huselementen som prefabricerades på fältfabriken transporterades till byggarbetsplatsen för montering. Transport skedde på väggstöd speciellt anpassade för ändamålet och berörd transportfirmas lastbilar. Huselementen levererades på en öppen lastbil, provisoriskt täckta med presenningar.



*Figur 8.2 Överblick över projektområdet*

På byggarbetsplatsen fanns alltid en lastbilsmonterad byggkran som användes för all lyftverksamhet på byggarbetsplatsen. Se figur 8.2. Eftersom kranen alltid var stationerad på byggarbetsplatsen behövde inte transportererna av väggelement vara exakta i tid eller dag. Det som styrde transportererna var fältfabrikens kapacitet. När elementen till ett hus var färdiga skedde transport till Projekt D, där även lagring av huselement skedde när det var aktuellt. Montering skedde i nära anslutning till leveransdag, dock utifrån väderlek. Området är placerat på en höjd vilket innebar att

även vindförhållanden var avgörande för montering. Montering utfördes av tre yrkesarbetare och en kranförare, där tiden för montering av ett hus tog mindre än en dags arbete. När väl huset var tätt, fortgick det invändiga arbetet med isolering, eldragningar, ansättning av diffusionsspärr och gipsning. Utvändigt var det endast vissa kompletteringar exempelvis ansättning av knutbrädor.

### 8.3 Resultat av intervjuer

Produktionschefen, vissa av arbetsledarna och stora delar av yrkesarbetarna har arbetat ihop under många år. Produktionsledningen har använt fältfabriksproduktion sedan 1995. Samverkan i samtliga led fungerade väldigt bra, vilket var ett ställningstagande som har uttryckts från både produktionsledning och yrkesarbetare. Intervjuerna pekade på att samtliga i organisationen har ett ömsesidigt förtroende gentemot varandra och dessutom trivdes att arbeta ihop.

*”det är den bästa arbetsplatsen jag har arbetat på”*

Citatet är från en av yrkesarbetarna som utförde montering som var väldigt nöjd med organisationen. Anledningen till att han tycker som han gör beror av goda kamrater, men framförallt av produktionsledningen som han anser gör ett mycket bra arbete. En av arbetsledarna uttryckte i princip samma sak och säger att yrkesarbetarna över lag sett verkar väldigt nöjda och han tror att detta beror framförallt av produktionschefen som ”drar i rätt trådar” när det behövs. Produktionschefen är också ute mycket, säger arbetsledaren vidare. Produktionschefen i sin tur var väldigt nöjd med både arbetsledare och yrkesarbetare.

*”man måste se till att rätt folk jobbar med varandra”*

Citatet ovan är svaret från produktionschefen om varför han upplevde att arbetsklimatet var så bra.

Samverkan mellan de två arbetsplatserna fungerade, enligt produktionsledningen, lika bra som inom arbetsplatserna. Produktionschefen menar att det viktiga var att de två byggarbetsplatserna har förståelse för varandra och vet vad som försiggår på det ena eller det andra stället. Detta uppnås genom rotation där de flesta yrkesarbetare varierade sina arbetsuppgifter inom och mellan de två arbetsplatserna. Rotation skedde ofta i samband med en ny etapp.

### 8.3.1 Tillförlitlighet

*”vi är fruktansvärt effektiva”*

Citatet kommer från produktionschefen som vidare säger att mellan juni 2005 och januari 2008 har de haft och kommer att ha mellan fyra och sju inflyttningar per månad. För att uppnå en sådan effektivitet krävs enligt produktionschefen:

- Erfarenhet i alla led
- Engagemang
- Bra yrkesarbetare
- Leveranstidplan som håller
- Effektiv logistik

Produktionschefen säger vidare att det gäller att alla känner sig delaktiga i det som görs. Det räcker dock inte att nöja sig med ett bra engagemang, utan det krävs även att engagemanget hela tiden vårdas.

*”det gäller att underhålla brasan som glöder”* (citat från produktionschefen)

Produktionschefen säger också att arbetsledarna har en väldigt viktig roll då de har ett nära samarbete med yrkesarbetarna. Det gäller att deras samarbete fungerar bra. Om engagemang uppnås blir det också bra kvalitet och ett bra resultat.

Leveranstidplanen som nämns tidigare är oerhört viktig för produktionen säger produktionsledningen. Leveranstidplanen syftar här framförallt på de leveranser som byggarbetsplatserna får från externa leverantörer i form av virke, isolering, fönster och gips etc. Innan varje ny etapp planerar produktionsledningen en exakt leveransplan, vad som ska inköpas och när. Produktionsledningen försöker hela tiden skapa möjligheter för leverantörerna att hinna leverera i tid. Om exempelvis leveranstiden för en produkt är åtta veckor bör produkten beställas minst 12 veckor innan, för att säkerställa leveranstiderna.

Ett annat viktigt område är logistiken på arbetsplatserna. Det är viktigare med bra logistik där fältfabriken är stationerad. Utan en effektiv logistik fungerar inte produktionen. Den arbetsledare som driver fältfabriken ansvarar för inköp till fältfabriken och logistiken till och från den. Även kranförare och förare av hjullastare har en avgörande roll när det gäller logistiken. De ansvarar för logistiken på arbetsplatserna. För att lyckas med en effektiv logistik krävs att den ovan nämnda leveranstidplanen hålls så att rätt material kommer i rätt tid. Om rätt tempo hålls i fältfabriksproduktionen, vilket ska stämma med leveranstidplanen, blir det bra säger produktionschefen. Det viktiga var att fältfabriken höll rätt tempo, ej för fort eller för långsamt, i förhållande till monteringsstakten på monteringsplatsen. Montering av ett hus kunde alltid skjutas några dagar, men produktionstakten i fältfabriken var avgörande eftersom det var svårare att arbeta in tid i den delen av produktionskedjan. Om ett manfall uppstod i fältfabriken kunde alltid någon annan yrkesarbetare arbeta där istället, på grund av den ovan nämnda rotationen. Uppdelningen i fältfabriken var

också sådan att den yrkesarbetare som mestadels sågade allt virke, kunde ta över för någon annan i fältfabriken vid manfall. Anledningen var framförallt att det sågade virket räckte ganska lång tid framåt och fungerade därför som en tidsbank för produktionen.

### 8.3.2 Kunskapsåterföring

När första huset monterades vid en etapp upptäcktes oftast direkt vad som var bra och dåligt, säger produktionsledningen. Arbetsledaren ansvarig för fältfabriken hade som rutin att besöka det första monterade huset på en etapp, medan det var mer sällan som yrkesarbetarna i fältfabriken gjorde motsvarande.

Kunskapsåterföringen avseende fel och brister fungerade bra där återföringen framförallt skedde mellan de två arbetsledarna som ansvarade för montering respektive fältfabrik. Återföringen skedde också mellan yrkesarbetare på de olika arbetsplatserna. Även kranföraren på uppförandeområdet hade kontakt med arbetsledaren på fältfabriken, för avstämning av exempelvis leveranser. Produktionschefen anser att produktionsteamet är så pass slipade nu att de snarare letar fel, för att kunna bli ännu bättre.

### 8.3.3 Kundtillfredsställelse

De fel och brister som uppstod, skedde oftast mellan etapperna säger en arbetsledare. Generellt sätt uppstod knappt några fel men givetvis fanns det ”måndagsexemplar” säger en arbetsledare. Ett av de större felen var när ett fönster var monterat på fel sida av en regel. Huset gick att montera men en hel del efterarbete krävdes. Mindre fel som också uppstod var exempelvis att syllisolering saknades på vissa väggelement. Den typen av fel åtgärdades snabbt, när elementet fortfarande hängde i luften innan montering skedde.

En bra produktkvalitet enligt produktionschefen är när elementen är perfekta och därmed rätt tillverkade. Produktionschefen säger också att det är viktigt att dubbelt arbete elimineras. På så vis slösas det inte med tiden. En av arbetsledarna uttryckte produktkvalitet på ett annat sätt:

*”när man inte behöver prata med yrkesarbetarna på en hel dag, då är elementen bra”*

En annan arbetsledare uttryckte en bra produktkvalitet som en symbios mellan nedanstående punkter:

- Uppfyllande av krav och ritningar
- Efter montering ska huset vara tätt, d.v.s. motståndskraftigt mot nederbörd
- Lättarbetat vid produktion och montering, samt eliminering av antalet kompletteringar i efterhand

För kvalitetssäkring använde produktionsledningen en egenkontrollplan, utfärdad av ansvarig besiktningsman, som dessutom var utökad med egna punkter på projektet. Yrkesarbetarna fyllde själva i egenkontrollerna, dock motvilligt då det ofta anses som arbetsamt och onödigt.

Nedan visas en samlingsbild (figur 8.3) över en montering vid Projekt D. Figuren visar endast monteringen av en undervåning med tillhörande bjälklag. I appendix bilaga 2 illustreras montering med fler bilder med tillhörande tidsåtgång



*Figur 8.3 Samlingsbild: Montering av en undervåning till ett av husen tillhörande Projekt D, monteringen skedde på likartat tillvägagångssätt vid de övriga tre projekten.*

### 8.3.4 Avfall i byggprojekt

#### Byggarbetsplatsens avfallshantering

På Projekt D sköttes miljöarbetet bra enligt produktionsledningen. Eftersom det ligger en damm i närheten var de extra försiktiga med oljespill och motsvarande. Sortering i flera fraktioner var svårt på grund av att folk boende i närheten kastade sitt hushållsavfall i arbetsplatsens containrar. Därav sorterades endast gips, trä, blandat avfall och farlig avfall. Det spill som blev från otryckt virke, användes av dem som eldar med ved hemma. Spillet blev dock marginellt på grund av att virke och isolering, i så stor utsträckning som möjligt, köptes kapat i rätt längder. I de fall som virke inte kunde köpas i exakt rätt längd på grund av produktionssvårigheter, exempelvis råspåntluckor, beställdes en längd som endast var några centimeter längre än konstruktionsmått för att på så vis ändå minimera spill.

#### Avfallshantering vid Fältfabrik 2

Fältfabriken arbetade på ett likadant sätt som Projekt D avseende miljöarbetet. Sorteringsfraktionerna var även där gips, blandat avfall, och farligt avfall. Fältfabriken var också stationerad i närheten till ett bostadsområde vilket försvårade sortering i fler fraktioner på grund av de boende som även här slängde hushållsavfall i byggarbetsplatsernas containrar. Vid Fältfabrik 2 tog det obehandlade virkesspillet omhand av yrkesarbetarna för vedeldning i det egna hushållet. I princip allt virke beställdes exakt kapat förutom fasadmaterialet som var av utländsk härkomst.

### 8.3.5 Miljöbelastning vid transporter

En kartläggning har gjorts hur materialflödet ser ut för virke, isolering och fönster från ursprunglig leverantör via Fältfabrik 2 och slutligen till byggarbetsplatsen. Fördelningen ser ut enligt tabell 8.1. Tabellen visar även hur materialflödet hade sett ut om produktionen av huselement hade skett med någon av de två hustillverkarna som presenterats i kapitel 3.3 och berörts i de tidigare fallstudierna (Projekt B och Projekt C). Tabellen visar på en stor skillnad mellan val av hustillverkare, där Hustillverkare 1 endast medför en kilometer extra körsträcka. Skillnad uppstår däremot vid ett eventuellt val av Hustillverkare 2 där avståndet då skulle ha blivit 25 mil extra. För en jämförelse mellan de fyra projekten se appendix bilaga 1.



Tabell 8.1 Tabellen visar materialflödena för materialen isolering, fönster och virke för fältfabriksproduktionen som valts för Projekt A, samt alternativa produktionsmetoder. Transportavstånden är redovisade i antal mil.

Projekt D	Leverantör	Leverantör - Hustillverkare*	Hustillverkare* - Byggarbetsplats	Totalt transport avstånd
Fältfabrik 2	Isolering	16,3	2	50,1
	Fönster	23,8		
	Virke	8		
Alt. Hustillverkare 1	Isolering	16,3	8,7	50,2
	Fönster	25,2		
	Virke	0		
			<b>Differens</b>	<b>0,1</b>
Alt. Hustillverkare 2	Isolering	19,85	31,4	75,4
	Fönster	6,3		
	Virke Leverantör 1**	14,5		
	Virke Leverantör 2**	2,8		
	Virke Leverantör 3**	0,0		
	Virke Leverantör 4**	0,5		
			<b>Differens</b>	<b>25,3</b>

\*

Under hustillverkare räknas även fältfabriker vid alternativ med fältfabriker

\*\*

Värdena är viktade efter hur stor andel som levererade från en vis underleverantör. Informationen kommer från hustillverkaren.

## 8.4 Reflektioner från projektet

Intervjuerna avseende projektet hölls i slutfasen vilket förde med sig att vi fick möjlighet att observera monteringen av ett hus. Monteringen gick lugnt till väga och stötte inte på några oberäkneliga fel eller brister. Det som fungerade mindre bra var att fönstren till huset ej var isatta vilket beror av att produktionsledningen ändrade monteringsordningen på några hus vilket i sin tur medförde att leverans av fönstren kom i fel ordning. De yrkesarbetare som monterade visade inga som helst tendenser till irritation på grund av detta, utan hade stor förståelse till varför omständigheterna var sådana.

Vi upplevde också att stämningen på projektet var väldigt bra mellan olika yrkeskategorier och inom dessa. Anledningen till detta tror vi är många men framförallt på grund av att nästan samtliga på projektet har arbetat under en längre tid tillsammans vilket har fört med sig närmare relationer. En arbetsledare sa att folk känner sig trygga när de vet att de får stanna på projektet om de sköter sig. Produktionschefen försöker också planera under en längre tid framåt vilket har gjort att samtliga yrkesarbetare har behövts och därmed känner sig trygga att få vara kvar.

## 9 Lean Thinking: Teoretiskt perspektiv för analys och diskussion

---

*Det här kapitlet syftar till att beskriva studiens teoretiska perspektiv vilket fungerat som analysverktyg, och utgörs av sättet att tänka inom Lean. Som tidigare nämnts i kapitel 2.6 Reflektion över analysverktyg, valdes Lean som analysverktyg efter datainsamlingen. På grund av detta så har fallstudierna ej utgått från ett Lean perspektiv, utan istället grundats på valda fokusområden.*

*Begreppen Lean och Lean Thinking kommer i det här avsnittet beskrivas utifrån Toyotas framgångsrika produktionsmetod, Toyota Production System, som även utgör grunden för Lean Construction vilket anses vara applicerbart i byggindustrin. I kapitlet beskrivs 14 principer som utgör grunden för Toyota Production System, vilka samtliga ska vara applicerade inom ett företag för att uppnå Lean (Liker, 2004).*

---

### 9.1 Vad är egentligen Lean?

Lean är kortfattat ett sätt att tänka, för att inom ett företags samtliga nivåer eliminera slöseri. Slöseri kan ses som de aktiviteter som för den slutliga kunden inte är av värde. Toyota var det företag som med sitt framgångsrika produktionsprogram, Toyota Productions System (TPS), utvecklade Lean Production, som idag anses av många vara det mest kraftfulla verktyg som finns för att uppnå hög produktivitet inom ett företag. Många företag har under det senare decenniet försökt implementera Lean i sina organisationer. I många avseenden en trend, vilken många företag dessvärre har misslyckats med (Liker, 2004).

Efter andra världskriget hade USA en väl utvecklad biltillverkning. I USA satsade framförallt tillverkare som Ford och GM på massproduktion av bilar vilket ledde till låga kostnader per bil. Utgångspunkten för dessa tillverkare var att producera så många delar som möjligt till ett så lågt pris som möjligt. I Japan, som led av efterkrigstid och därmed resursknappert, var marknaden för bilindustrin relativt begränsad, vilket medförde att biltillverkaren Toyota var tvungen att producera varierande biltyper på en och samma produktionslinje. Toyotas styrka var istället flexibilitet. Det som Toyota upptäckte vid den här tidpunkten var att korta ledtider, vilket var nödvändigt på grund av otillräckliga finansiella resurser, och hög flexibilitet bidrog till *högre kvalitet, bättre produktivitet, bättre kundrespons och bättre utnyttjande av maskiner och golvyta*. För att uppnå korta ledtider och hög flexibilitet var Toyota tvungen att eliminera allt slöseri, sådant som för den slutgiltiga kunden inte var värdehöjande (Liker, 2004).

Taiichi Ohno som utvecklade TPS inom Toyota identifierade sju olika typer av *Muda*, vilket är det japanska ordet för slöseri (Womack och Jones, 2003; Liker, 2004). Enligt författarna är slöseri all aktivitet som kräver resurser, men som inte tillför något värde. De olika typerna av slöseri enligt Lean är:

- överproduktion
- väntan
- onödiga transporter
- onödigt eller felaktigt utfört arbete
- onödigt stora lager av råvaror
- onödiga rörelser eller förflyttningar
- fel eller misstag som kräver korrigeringar
- outnyttjad kreativitet (Extra, identifierad av Womack och Jones (2003))

## 9.2 Varför applicera Lean i vår studie?

Ett vanligt sätt att bedriva en forskningsstudie är att studera en teori i praktiken för att se om teori och praktik överrensstämmer eller ej och vilka slutsatser som kan dras utifrån studien. Vi har istället en jämförande studie utifrån fem valda fokusområden. Teorin som står skriven om fokusområdena är en beskrivande teori som förklarar hur forskare ser på fokusområdena, men även varför vi anser dessa viktiga att begrunda utifrån vår studie. Empirin som insamlades i respektive fallstudie visade hur projekten arbetade och hur produktionsledningar och yrkesarbetare upplevde hur olika ting förhöll sig. Det teoretiska perspektivet Lean bidrar till diskussionen.

## 9.3 Lean Thinking

För att uppnå *Lean Thinking*, beskriver Womack och Jones (2003) i *Lean Thinking – Banish waste and create wealth in your corporation* fem principer; 1) Specificera värde 2) Identifiera värdets flöde 3) Flöde 4) ”Pull” 5) Perfektion. I tabell 9.1 presenteras principerna, uppställningen som beskrivs nedan ska ses i en kronologisk ordning, för att inom en företagsorganisation införa och uppnå *Lean Thinking*.

Tabell 9.1 De fem principerna för Lean Thinking, baserad på (Womack och Jones, 2003) och (Björnfot, 2006)

<i>Princip</i>	<i>Förklaring</i>
<b>Specificera värde</b>	Lean Thinking måste börja med att medvetet försöka exakt specificera värdet från råmaterial till slutgiltig produkt mot dess kund.
<b>Identifiera värdets flöde</b>	Nödvändiga aktiviteter för att åstadkomma, ordning, och producera en specifik produkt så att dessa kan bli utmanade, förbättrade och eventuellt perfekta.
<b>Flöde</b>	Arbetsmoment kan bli utförda mer effektivt när produkten kontinuerligt bearbetas från råmaterial till färdig produkt och när alla hinder för ett bra flöde har eliminerats.
<b>Pull</b> (dragande process)	Betyder förmågan att designa och tillverka exakt vad och exakt när kunden vill ha produkten. Kunden ska "dra" produkten till sig.
<b>Perfektion</b>	Perfektion är den slutliga eliminationen av slöseri. En produktion som letar fel för att öka effektiviteten.

Vidare i kapitlet beskrivs mer ingående de fem principerna för Lean Thinking.

### *Specificera värde*

När en produkt tillverkas från råmaterial till slutgiltig produkt sker en värdeökning, en ökning som kunden i slutänden får betala för. Tillverkaren skapar emellertid värdet, varför det är viktigt att värdeökningen i samtliga förädlingssteg analyseras och specificeras. Om värdeökningen motsvarar en för stor kostnad innebär det att den slutgiltiga kunden ej vill betala för produkten. Japanska företag såsom Toyota strävar alltid efter att tillverka sina produkter på hemmamarknaden. Anledningarna till det beror av att Toyota tänker långsiktigt när det kommer till sysselsättning, samhällets förväntan och leverantörsrelationer just med avseende på värdet av en produkt så att det skapas på hemmamarknaden. En annan anledning till att tillverkning sker på hemmamarknaden beror av att Toyota vill producera direkt till kund, dock räknas inte transport av färdig produkt som värdeökning.

### *Identifiera värdets flöde*

Som nämndes ovan under "specificera värde" sker en värdeökning från råmaterial till slutgiltig produkt, värdeökningen kan ses som ett flöde vilket måste identifieras. Med det menas att hela kedjans flöde från råmaterial till färdig produkt måste identifieras, ett arbete som då går över företagsgränser. Vidare innebär det att det producerande företaget måste identifiera hur råvaruleverantören arbetar med sina respektive flöden för just de specifika materialen som används i det fortsatta flödet. Dock ska tilläggas att flödet börjar tidigare, redan på konceptnivå och vidare till konstruktionsprocessen, där även värdets flöde ska identifieras.

Längs värdets flöde kan tre olika aktiviteter identifieras, där första aktiviteten är sådant som direkt skapar värde för produkten. Andra aktiviteten är sådant, exempelvis arbete, som är oundvikligt men skapar ej något värde för produkten. Exempel på det kan vara kvalitetskontroller på en redan färdig produkt. Tredje och sista aktiviteten är sådant arbete som i exemplet med aktivitet två, men där aktiviteten istället kan elimineras.

## **Flöde**

I ovan skrivna text, ”vad är lean”, beskrevs hur korta ledtider påverkar och förbättrar vissa parametrar. För att lyckas skapa korta ledtider måste flödet analyseras i tillverkningen, från råmaterial till färdig produkt, där det gäller att skapa ett kontinuerligt flöde utan mellanlager vilket är grundtanken med just korta ledtider. Ett exempel är en målerifirma som målar olika delprodukter i olika färger, där delprodukter med en specifik färg målas först, därefter mellanlagring av dessa, för att sedan gå vidare med nästa delprodukt med en annan färg. Samtliga delprodukter ska i slutfasen sammanfogas till en och samma produkt, varför mellanlagring av samtliga delar är nödvändigt för att i slutänden skapa den färdiga produkten genom plockning från ett lager. Det anses säkert av många vara det mest effektiva sättet att måla produkterna på, eftersom samtliga parter involverade i processen arbetar sinsemellan effektivt. Exempelvis lagerhantering och måleri, men sanningen är den att det i själva verket är väldigt ineffektivt. Mest effektivt hade istället varit att målerifirman målat de delprodukter som krävdes för stunden, i de rätta färgerna en efter en så att mellanlagring och den hantering som krävs för detta elimineras.

### **”Pull” – dragande process**

Styrkan med den ovanstående parametern flöde, är att produktionstiden för en produkt minskar vilket leder oss in på ytterligare än styrka vilket är att ett företag därmed kan producera vad en kund vill ha när kunden vill ha det. För att lyckas måste kunden hela tiden ha en vilja att ha en viss produkt. ”Pull” kan översättas med dragande process vilket är precis vad som eftersträvas, det är med andra ord kunden som ska dra produkterna till sig istället för motsatsen. När en kund blir påtryckt en viss typ av produkt, också kallad push, vilket sker vid massproduktion av en produkt kräver lager. Den typen av produktion medför också osäkerheter avseende försäljningskvantiteter.

### **Perfektion**

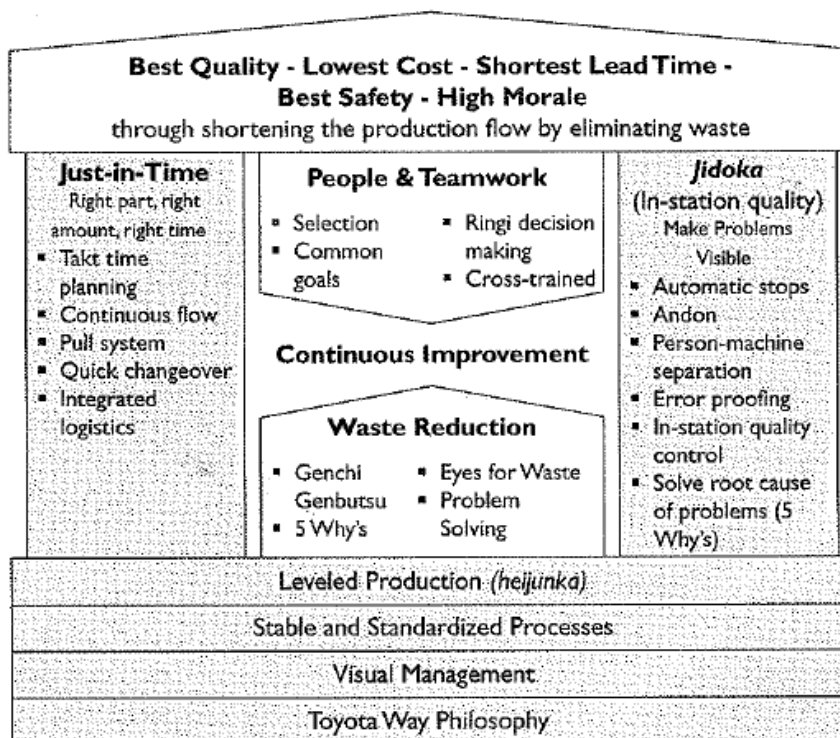
När väl ”*Specificera värde*”, ”*Identifiera värdets flöde*”, ”*Flöde*”, och ”*Pull*” som beskrivits ovan har genomförts och slöseri har eliminerats på vägen. Blir produktionen mer effektiv, vilket automatiskt medför en strävan efter perfektion. Eftersom produktionen blir snabbare kommer även gömt slöseri, som inte innan har observerats, att dyka upp. Det här är steget till perfektion när en produktion hela tiden letar fel på grund av en ökad effektivitet.

## **9.3.1 Effektivisering utifrån *Lean Thinking***

Ett företag som vill utveckla sin effektivitet utifrån *Lean Thinking* kan inte göra samtliga förändringar omgående. Det viktiga är dock att se vad som kan förbättras för stunden det vill säga ”det pris som kan tas ut nu”, vilket syftar till att det är många steg för att nå perfektion. Ju mer involverad ett företag blir i *Lean Thinking* desto mer inser säkert företaget att det alltid finns mer att förbättra. *Kaizen* är det japanska uttrycket för ständiga förbättringar, vilket *Lean Thinking* till stor del bygger på.

## 9.4 Toyota Production System, TPS

Det är viktigt att först poängtera att Toyota Production System, inte är ett samlingsverk av olika tekniker som kan användas för implementering av Lean i ett företag, även om vissa av de ingående delarna i TPS kan ses som verktyg. TPS är ett system som är baserat på den struktur som presenteras i figur 9.1. Figuren beskriver ett hus som i sin helhet representerar TPS, där huset illustrerar att ingen del inom TPS är starkare än dess svagaste länk. Ett hus fick representera TPS, då ett hus kan ses som en strukturell helhet som är beroende av samtliga byggkomponenter för att fungera. TPS används av företag för att alla anställda hela tiden ska förbättra sitt arbete (Liker, 2004).

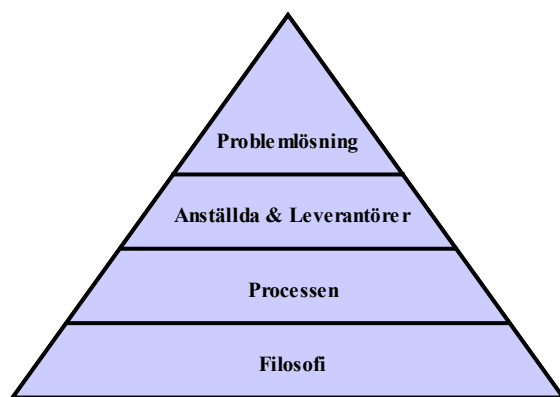


Figur 9.1 TPS illustrerat som ett hus (Liker, 2004).

Huset består av ett tak som representerar målen d.v.s. bäst kvalitet, låg kostnad, kort ledtid, bäst säkerhet och hög moral genom eliminering av slöseri med förkortat produktionsflöde till följd. Pelarna till taket står för *Just-in-Time*, vilket är att leverera rätt sak, i rätt tid och i rätt mängd, och *Jidoka*, vilket betyder att hitta fel och åtgärda dessa så inte något defekt passerar till nästa moment. Fundamentet till huset är en standardiserad, stabil och pålitlig process. I mitten av systemet finns människan och den kontinuerliga förbättringen som sker genom samarbete och minskat slöseri.

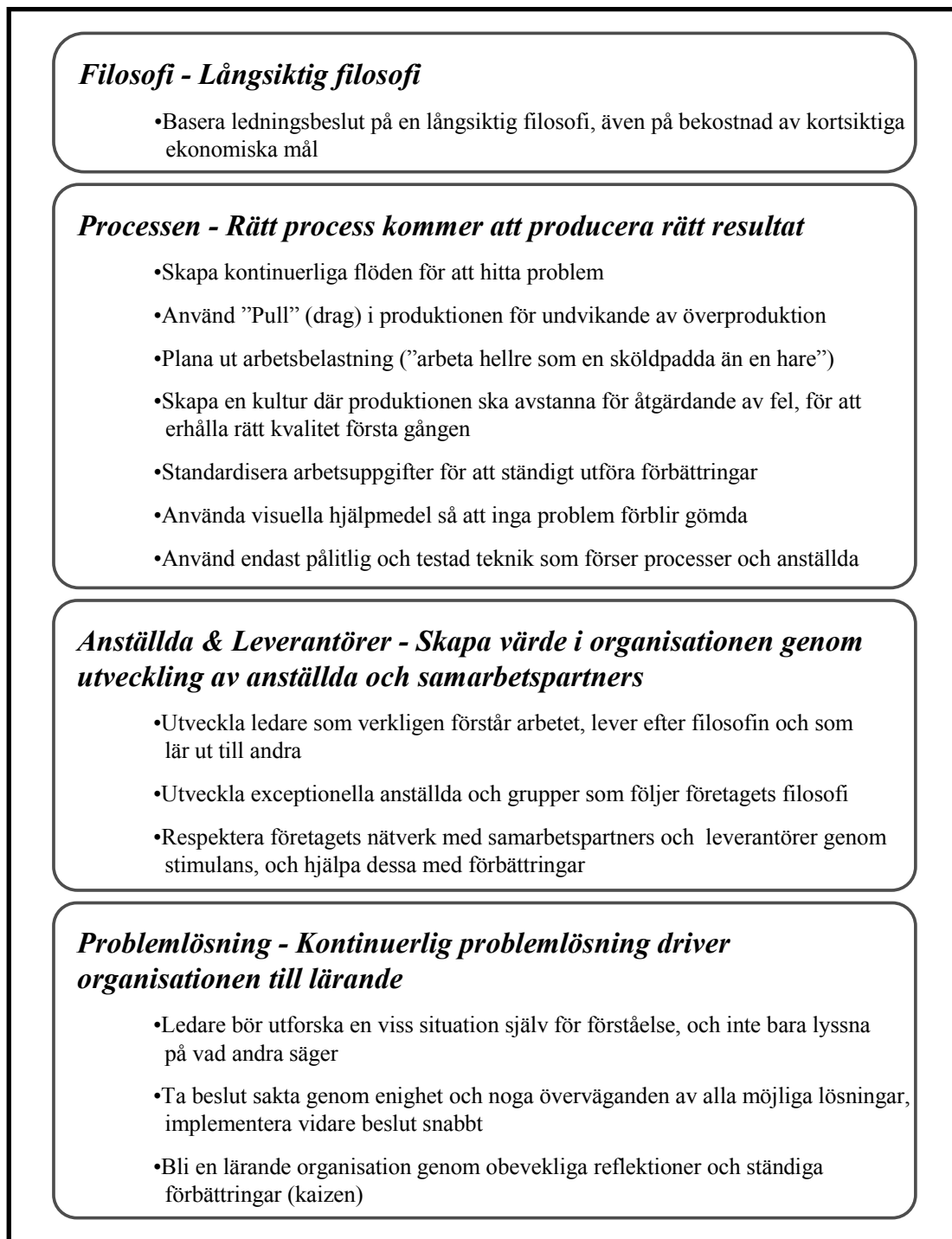
### 9.4.1 14 ledningsprinciper för implementering av TPS

För att ett företag ska lyckas med att arbeta enligt Lean och TPS behöver 14 ledningsprinciper tas i beaktning och följas (Liker, 2004). Ledningsprinciperna är uppdelade i fyra olika sektioner; 1) Problemlösning – kontinuerliga förbättringar och inlärning 2) Anställda och Leverantörer – respektera och utveckla 3) Processen – eliminera slöseri 4) Filosofin – långsiktigt tänkande. De fyra sektionerna presenteras i en pyramid, även kallad 4-P modellen, se figur 9.2. De flesta företag som inför Lean i sin organisation fastnar oftast i sektion *processen*, utan att ta till sig de andra tre sektionerna. Enligt Liker (2004) innebär det att de företagen hamnar efter företag som tar till sig hela filosofin med kontinuerliga förbättringar som stomme. Finns inte helheten bakom beslut blir de inte hållbara genom hela företaget.



Figur 9.2 4-P modell, (Liker, 2004)

De 14 ingående ledningsprinciperna inom TPS som delas upp på fyra sektioner i 4-P modellen, förklaras och illustreras nedan i dess helhet. Se figur 9.3.



Figur 9.3 14 ledningsprinciper för implementering av TPS (Liker, 2004)



## 9.5 Lean i byggindustrin

Som beskrivet i ovanstående text har Lean sitt ursprung i tillverkningsindustrin med företaget Toyota i spetsen. Lean har även under de senare åren blivit mer och mer populärt även i byggbranschen bland annat under begreppet *Lean Construction*. Lean Construction bygger på samma ursprungsprinciper som Lean Production, dock i ett modifierat utförande med avsikten att passa byggbranschen bättre (Pheng och Fang, 2005). I linje med TPS och Lean är tankesättet inom Lean Construction detsamma avseende slöseri och hur detta bör elimineras. En studie utförd av Salem, m.fl. (2006) visar att implementering av Lean Construction i ett byggprojekt resulterade i lägre produktionskostnader än budget, projektiden låg före tidplanen och underentreprenörerna var nöjdare med relationen till byggföretaget. En annan kartläggning har visat på att slöseri kan uppgå till storleksordningen 30-35 procent av den totala produktionskostnaden i byggprojekt (Josephson och Saukkoriipi, 2005).

En nyckelfaktor inom Lean Construction är samverkan (Toolanen, 2006). Med ett bättre samverkansklimate mellan exempelvis kund och leverantör uppnås högre effektivitet, där ett exempel på samverkan är ingående i partnerskap (Toolanen, 2006). Partnerskap är när kund och leverantör/entreprenör ingår ett närmre samarbete mellan respektive företag, där syftet är att båda ska vinna på samarbetet. Genom partnerskap erhålls också en ökad konkurrenskraft i försörjningskedjan (Jonsson och Mattsson, 2005). Som kund innebär det att färre leverantörer behövs, vilket inom byggindustrin skulle minska antalet offertförfrågningar. Nackdelen däremot är om de ingående parterna inte fungerar bra tillsammans vilket kan leda till att uppoffrad tid går till spillo i form av slöseri. Uppoffrad tid menas här med den tid det tar att skapa ett partnerskap, en tid som krävs för att uppnå ett intimt samarbete. Som kund innebär också partnerskap påverkan i designfasen av en produkt, där kunden kan vara med och påverka på ett helt annat sätt (Toolanen, 2006).

(Toolanen, 2006) anser vidare att det upphandlingsförfarande som finns i byggbranschen hämmar innovativa lösningar. Nämnad författare menar att exempelvis generalentreprenader till fast pris, är ett sådant exempel på grund av att ritningar och handlingar redan är klara innan upphandling. Detta medför brist på innovation till skillnad från totalentreprenader där oftast bara funktionsbeskrivningar finns innan upphandling. På grund av att allt redan är förbestämt vid generalentreprenader är det idag vanligt att konflikter uppstår mellan beställare och entreprenör. Anledningen sägs vara att byggbranschens korta ledtider och komplexa byggnationer leder till att problem först uppstår i produktionen vilket leder till ansvarsrelaterade konflikter, tidproblem och ekonomiska konflikter. Som nämns ovan sägs totalentreprenader vara till det bättre avseende dessa konflikter, men entreprenaden bör då vara samarbetsinriktad.

I en nyligen utförd avhandling, Björnfot (2006), framgår att främsta målet för Lean Construction är att gagna ett jämnt flöde av arbete. I de fallstudier som utfördes i avhandlingen framgick att god hantering av produktvärde huvudsakligen förbättrar hela produktionssystemet. Bristande specificering och hantering av produktvärde tidigt i byggprocessen påverkar flödet inom hela produktionssystemet.

## 9.6 Finns det några nackdelar med Lean?

De böcker och artiklar som vi har läst angående Lean har främst förts fram positiva argument för införandet av Lean i företag. Det finns emellertid en artikel som vi läst, Mehri (2006), som förmedlar kritisk mot Lean. Vi har valt ut de delar vi anser intressanta, sett ur vår studie att kommentera.

Darius Mehri arbetade som dataingenjör under tre år (1996-1999) på ett företag i Japan med nära anknytning till Toyota. Författaren har observerat personer på olika nivåer i företaget. Som många företag i Japan som förser Toyota med produkter har även detta företag tillämpat Toyotas stil av management. TPS används i produktionen, vilket tillsammans med den övriga styrningen har blivit så pass välutvecklat inom Lean att Toyota skickade amerikaner, anställda på Toyotas fabriker i USA, till företaget för att tränas i tankesättet Lean.

Mehri hävdar att de böcker som beskriver Lean och Japan visar en positiv bild av hur systemet fungerar, en positiv bild som nämnd författare också trodde existerade innan han, enligt sig själv, lärde känna japansk kultur och Lean. Mycket av arbetskulturen i Japan bygger både på skrivna och oskrivna regler som är av kulturella inslag, vilka endast lärs genom vistelse i Japan under en längre tid. Ett exempel på det sistnämnda är exempelvis att två arbetare inte kan vara oense om något, på grund av att det då räknas som dåligt uppträdande i Japan.

En slutsats Mehri drar är att sättet att planera produktionsprocessen med korta ledtider och små utrymmen leder till att arbetarna lättare skadar sig. Trots relativt hög frekvens döljs dessa systematiskt genom i de skaderapporter som skrivs för att gynna företaget till det bättre. Istället ska ett naturligt och bra beteende speglas så att det verkar bra utåt. Enligt författaren pågår också mycket kontroll och mobbning av löntagare, vilket också ska ske framför andra i samma grupp. Mehri hårdrar detta genom att säga att *”På kontoret handlar Lean om att ingenjörer blir överbelamrade med uppgifter. I fabriken handlar det om en kontinuerlig risk att skadas allvarligt.”*

En annan nackdel med sättet att arbeta är enligt Mehri är det bristfälliga samarbete som råder både i fabriken och på kontoret där han arbetade. På kontoret fanns det egentligen inget samarbete mellan olika grupper, vilket kontrollerades av högre chefer för att förbli så. Enda sättet att utbyta erfarenheter mellan olika grupper var om man personligen kände projektledaren för den andra gruppen.

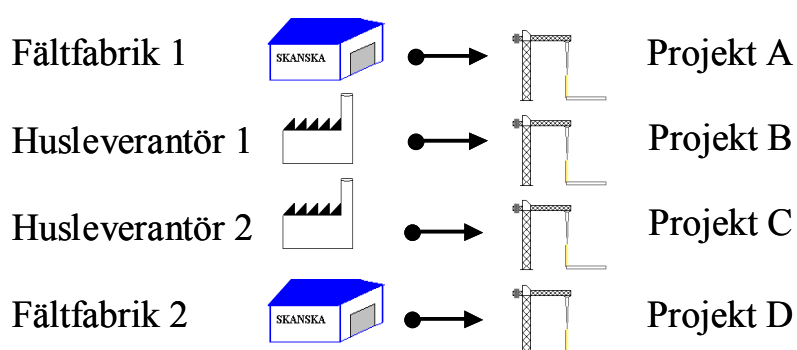
Det mest anmärkningsvärda med artikeln anser vi vara de arbetsskador som författaren förmedlar, vilket vi anser att företag som implementerar Lean bör vara observanta på. Om nu arbetsskador ökar med korta ledtider och trängre arbetsplatser, kommer förhoppningsvis svenska yrkesarbetare och framförallt facket att protestera för att skydda yrkesarbetarna. Något som visserligen kan motverka en fortsatt utveckling av Lean inom svensk industri.

Även om Mehris berättelse stämmer med verkligheten för Lean företag i Japan så innebär inte det automatiskt att implementering av Lean i företag utanför Japan, exempelvis Sverige, skulle medföra samma konsekvenser. Dock anser vi att företag bör vara observanta på att om Lean implementeras felaktigt, kan det bidra till ett sämre arbetsklimat för de anställda i ett företag.

## 10 Analys och diskussion

*Det här kapitlet syftar till att skapa en analys och diskussion utifrån valda projekt, fokusområden och vårt teoretiska perspektiv, Lean Thinking. Diskussionen utgår från respektive fokusområde. Syftet med diskussionen är att finna de samband mellan teori och empiri som förklarar varför en viss situation eller företeelse uppkommer eller upplevs på ett visst givet sätt.*

För att återkoppla till de tidigare fallstudierna och ökad förståelse i *Analys och diskussion*, visas nedan en sammanfattningsbild över vilken tillverkare som levererade huselement till vilket projekt (se figur 10.1).



Figur 10.1 Vilken tillverkare som levererade huselement till vilket projekt

### 10.1 Produktionseffektivitet - Kunskapsåterföring

Med kunskapsåterföring avses i den här studien *hur effektiv återföringen av fel och brister har varit mellan monteringsplats och respektive produktionsplats*, d.v.s. fältfabrik eller hustillverkare. På samtliga projekt uppstod fel och brister av varierad storleksordning som i samtliga fall efterföljdes av olika grad av kunskapsåterföring.

På de två projekten där fältfabrik har använts har kunskapsåterföringen skett mellan samtliga yrkeskategorier. Fel har korrigerats till nästkommande huselement på ett effektivt sätt. På Fältfabrik 2 fanns tydliga kopplingar mellan Lean och deras sätt att arbeta. Slöseri i form av ”onödigt eller felaktigt utfört arbete” och ”fel eller misstag som kräver korrigeringar” (Womack och Jones, 2003) försökte hela tiden minimeras genom att som produktionschefen säger ”leta fel”. Fel som ”letas” är ett steg mot ständiga förbättringar (kaizen) (Womack och Jones, 2003), då kunskapsåterföring kontinuerligt fanns mellan fältfabriken och byggarbetsplatsen där fältfabriken i sin tur åtgärdade felen fortast möjligt. På Fältfabrik 1 som producerade nio hus till en etapp vid Projekt A uppstod egentligen endast ett större fel som efter kunskapsåterföring från monteringen av huset till fältfabriken ej uppkom igen. Även här påpekade produktionsledningen på fältfabriken att det var viktigt att kunskapen om fel och brister återfördes så fort som möjligt, så att detta i sin tur kunde åtgärdas

Varför har kunskapsåterföring skett på ett bra sätt i de två fältfabriksfallen? En av de 14 principerna inom TPS säger att *”ledare bör utforska en viss situation själv för förståelse, och inte bara lyssna på vad andra säger”* (Liker, 2004). Ett förfaringsätt, typiskt på Projekt D, Fältfabrik 2, var att produktionschefen ofta var ute och utforskade själv hur arbetet på byggarbetsplatsen fungerade. Produktionschefen var dessutom chef för både Fältfabrik 2 och Projekt D. Detta medförde att produktionschefen hade god förståelse för de bägge byggarbetsplatserna, som därmed kan ses som orsak till att kunskapsåterföringen mellan de två byggarbetsplatserna (fältfabriken och monteringsplatsen) fungerade så bra. TPS säger vidare att *”standardisera arbetsuppgifter för att ständigt utföra förbättringar”* (Liker, 2004). Detta ligger i linje med de två fältfabrikernas arbetssätt. I arbetslaget på Projekt D och Fältfabrik 2, och även i arbetslaget på Fältfabrik 1 har de flesta arbetat ihop under längre tid och arbetar på så vis efter ett standardiserat arbetssätt. Detta påstår vi är en framgångsfaktor till effektiv kunskapsåterföring i projekten.

Vid projekten med de två hustillverkarna som leverantör av prefabricerade elementen har vi fått skiftande resultat. Projektet C med Hustillverkare 2 som leverantör har fungerat bra avseende kunskapsåterföringen till skillnad från Projektet B med Hustillverkare 1 som leverantör där mycket har brustit. Som nämns i vår empiri har Produktionsledningen på Projekt C och Hustillverkare 2 samverkat under en längre tid, vilket enligt de båda parterna har främjat en bra kontakt de emellan. Som Toolanen (2006) beskriver är samverkan en nyckelaspekt för högre effektivitet. Även om Skanska och Hustillverkare 2 inte har ett utpräglat partnerskap så präglas ändå deras samverkan av ett liknande arbetssätt. I linje med detta tar TPS upp följande princip *”respektera företagets nätverk med samarbetspartners och leverantörer genom stimulans, och hjälp dessa med förbättringar”* (Liker, 2004). Produktionsledningen på Projekt C och Hustillverkare arbetade även de med ett standardiserat arbetssätt. Som fallstudien beskrev hade de två parterna förståelse för varandras behov och arbetssätt vilket medför ett gemensamt arbete på en standardiserad grund. Detta tror vi också bidrar till en effektivare kunskapsåterföring då arbetssättet är standardiserat vilket vidare bidrar till ständiga förbättringar.

Frågan är dock varför det brast i kunskapsåterföringen och samverkan mellan Projekt B och Hustillverkare 1. Projektledningen på Projekt B ansåg sig få dåligt gensvar (från Hustillverkare 1) på de fel och brister som uppstod. Som beskrivits i fallstudien så fick de visst gensvar med golvspånskivorna som var spikade och den väl ombesörjda täckningen av huselementen. Hur kommer det sig då att resten av felen och bristerna ej åtgärdades av ursprunglig producent? En anledning till återkommande fel och brister beror givetvis på de olika underentreprenörerna till Hustillverkare 1, som var många på relativt få hus. Det kan ha medfört brister i kommunikationen mellan Hustillverkare 1 och dennes underentreprenörer. En brist som går i tydlig skiljelinje med Lean är bristfällig samverkan. Även om takstolar och gavelspetsar har köpts från Hustillverkare 1 under en längre tid så är det inte samma sak med huselement som bara har beställts under ungefär två år. Hustillverkare 1 påpekade att långvarig samverkan, som var fallet med Hustillverkare 1 och en annan entreprenör, medförde bra konceptlösningar. Varför inte utgå från det arbetssättet? Hustillverkare 2 och Projekt C har arbetat fram standardiseringar på projektnivå, så varför har inte Projekt B och Hustillverkare 1 gjort likadant? Svaret på frågan är förmodligen att två år i det här fallet är en för kort tid för att arbeta fram standardiserade arbetssätt genomsyrt av arbete med ständiga förbättringar. Om produktionsledningen på Projekt B bestämmer sig för att köpa huselement från Hustillverkare 1

fortsättningsvis, bör de två parterna gemensamt arbeta fram ett standardiserat arbetssätt för att uppnå en vinna-vinna situation. Det skulle i sin tur förmodligen skapa både bättre kommunikation likväl som, ständiga förbättringar mellan projekten och hustillverkare.

Vi hävdar utifrån vårt sätt att se på projekten att långvarig samverkan bidrar till bättre kunskapsåterföring, standardiserade arbetssätt och ständiga förbättringar. Dock kvarstår en hämmande faktor, *konkurrens*, för det här arbetssättet. Det arbetssättet som används idag av Skanska, d.v.s. offertbegäran från ett flertal hustillverkare, bidrar till en konkurrenssituation mellan olika hustillverkare. Men enligt Jonsson och Mattsson (2005) leder partnerskap till att båda parterna vinner på samverkan vilket på lång sikt kanske bidrar till att Skanska snarare stärker sin konkurrenssituation gentemot andra byggföretag.

## 10.2 Produktionseffektivitet - Tillförlitlighet

Under fokusområdet tillförlitlighet har särskilt leveransprecision studerats (se mer ingående i kapitel 4.1.2). Om vi summerar det som sagts under fallstudierna kan det konstateras att fältfabrikerna arbetade relativt mycket efter lagerprincipen. Med det menas att montering anpassades utifrån väderlek. Detta i sin tur innebär att elementen kan stå lagrade under en viss tid innan montering sker. Utgåendes från ett Lean perspektiv föreligger det i vår studie en avvikelse utifrån ett Lean perspektiv avseende två ting: 1) Dels är tanken med Lean att minimera lager så att ledtiderna kortas, problem kommer fram till ytan direkt vilket leder vidare till ständiga förbättringar. 2) Dels för att uppnå ”pull” så att monteringspersonalen hela tiden efterfrågar huselement till nästkommande montering. I samtliga fall brister fältfabrikerna att uppnå detta. Sett från ett annat perspektiv så kan montering i dåligt väder, vilket eventuellt är en förutsättning för att skapa ”pull”, korta ledtider och mindre lager, bidra till efterarbete i form av extra kvalitetskontroll eller i värsta fall utbyte av fuktskadade delar på huset. Det här skulle i sin tur leda till en utgiftspost för projektet som för kunden inte är värdehöjande.

Utgående från de arbetsplatser som fick huselement levererade från hustillverkare ses två stora skillnader mellan dessa. Hustillverkare 2 och Projekt C arbetade i enlighet med Lean Thinking avseende leveranser av huselement. Samtliga leveranser höll i de här fallen måttet d.v.s. leveransprecisionen var 100 procent. Monteringsdagen stod lastbilen avtäckt och klar när yrkesarbetarna började på morgonen. Lastbilen stod på arbetsplatsen under fyra timmar och montering skedde direkt från lastbil, vilket bidrog till eliminering av dels lager och dels av extra arbete. Om huselementen först hade avlastats från lastbilen för att sedan monteras från ett lager på arbetsplatsen hade extra arbete levererats. På så vis uppstod ej slöseri, i form av extra arbete, vilket är ett grundläggande tankesätt enligt Lean Thinking (Womack och Jones, 2003). Med det här förfaringsättet behövde dock projektets personal montera oavsett väder, vilket beskrivs under fallstudien, som i de fallen ledde till extra arbete i form av kvalitetskontroller i de fall vädret varit dåligt. Väderförhållanden är således en svag länk med det här monteringsättet då t.ex. skyfall och liknande temporärt kan stoppa montering helt. Detta skulle innebära att elementen först måste avlastas från lastbilen till en temporär lageryta och väderskyddas, för att sedan avtäcka och montera huselementen när vädret tillåter. I de fall när vädret är extremt kan det här

monteringssättet bidra till slöseri, men i övriga fall ser vi en positiv fördel, utifrån Lean Thinking, med det sätt som Projekt C arbetar efter.

Som redan beskrivet under fallstudien av Projekt B där Hustillverkare 1 levererade huselement uppstod stora brister avseende leveransprecisionen. Dels var leveransplanerna tvungna att upprepade gånger revideras och dessutom framgick det inte vilken tidpunkt på dagen som leverans skulle ske. Vidare fanns brister med lossningsordningen som medförde extra arbete vid monteringen. På grund av dessa osäkerheter bedömde produktionsledningen att montering ej skulle ske direkt vid leverans utan tidigast dagen efter. På så vis uppstod slöseri dels genom att mobilkran beställdes endast för avlastning och dels genom lagret som uppstod på arbetsplatsen. Lagret som uppstod är ett moment som för kunden ej är värdehöjande vilket därav kan ses som slöseri. Det uppstod även mycket slöseri när produktionsledningen ständigt fick planera om arbetet på arbetsplatsen och den kontakt som ständigt krävdes med berörd hustillverkare. Ett förfaringssätt som går emot Lean Thinking.

Hur kan problem, motsvarande de som skedde på Projekt B, avhjälpas i framtiden? En möjlighet kan vara att hjälpa hustillverkare genom att stötta deras produktion med exempelvis yrkesarbetare eller arbetsledning med erfarenhet från montering alternativt fältfabriksproduktion. På så vis kan leveransprecisionen förbättras och huselementen kan levereras utan fel och brister. En av principerna för TPS, Liker (2004), är *”respektera företagets nätverk med samarbetspartners och leverantörer genom stimulans, och hjälp dessa med förbättringar”*. Varför inte utgå från den principen genom att hjälpa sin leverantör om stora problem uppstår? Det skulle kunna vara en möjlighet om samverkan ökar mellan entreprenör och leverantör.

### 10.3 Kvalitet - Kundtillfredsställelse

Kundtillfredsställelse betraktas som det slutgiltiga måttet på god kvalitet (Bergman och Klefsjö, 2001). Föreliggande studie har utgått ifrån huselementens kvalitet och tillhörande leveranssäkerhet, där leveranssäkerheten kan ses som rätt produkt i rätt kvantitet. Tre av fyra studerade projekt hade en likartad storleksfördelning och omfattning av felen. Huselement från Hustillverkare 1 hade emellertid stora brister vilket resulterade i extra arbeten såsom justeringar och kompletteringar. På grund av de extra moment och den extratid som åtgick utgjorde detta även en stor besvikenhet hos yrkesarbetare vid montering. Ett led i ökat kvalitetsarbete är enligt Lean Thinking ständiga förbättringar genom att fel kommer upp till ytan genom exempelvis korta ledtider (Liker, 2004). Enligt produktionschefen på Projekt D och Fältfabrik 2 letade de fel för att bli effektivare, vilket är i enlighet med Lean Thinking. Även på Projekt A och Projekt B uttryckte produktionsledningen att en bra produktkvalitet är *”att allt ska passa så att vi inte behöver lägga en minut extra vid varje lyft”*. Också ett viktigt steg i Lean Thinking så att slöseriet som annars kan uppstå elimineras. Vid brister och fel uppstår slöseri i form av tid, som inte är av värde för slutliga kunden (Womack & Jones, 2003).

Hur kommer det sig då att Hustillverkare 1 orsakade dålig kundtillfredsställelse i form av bristande och felande huselement, när Hustillverkare 2 klarade av att leverera med mycket färre fel och brister? Dennes svar på de bristfälliga och felande leveranserna var att underentreprenörerna ej höll måttet och ej klarade att leverera den produkt de

åtagit sig att leverera. Hade Hustillverkare 1 levererat bättre huselement om de och Skanska hade en mer intim samverkan, lik partnerskap? Vi påstår det. Studier av Hustillverkare 2 indikerar att Projekt C och Hustillverkare 2 samverkan bidrar till ökad förståelse för varandras arbete vilket också framkom tydligt i intervjuerna med dessa två. De två parterna hade förståelse för varandras krav och förväntningar. På ett liknande sätt samarbetade fältfabrikerna med tillhörande monteringsplats. Samverkan mellan fältfabrik och monteringsplats fungerade bra på grund av att de två enheterna har förståelse för varandras verksamhet, vilket medför eller innebär strävan mot samma mål. Det är viktigt att även här poängtera att Projekt C och Hustillverkare 1, samt fältfabrikerna arbetade efter standardiserade arbetssätt vilket enligt Lean Thinking är en grundförutsättning för ständiga förbättringar Liker (2004). Detta kan också vara en förklaring varför kundtillfredsställelsen var högre i tre av fyra projekt.

## 10.4 Miljöarbete - Avfall i byggprojekt

På samtliga byggarbetsplatser liksom i de fältfabriker som besöktes har gips, virke, farligt avfall och blandat avfall sorterats. Virke har anställda med vedpanna i hemmet använt som bibränsle och kan därför ses som en sortering. Det fanns ingen skillnad mellan de arbetsplatserna som använder fältfabrik och de som köper in motsvarande huselement från hustillverkare avseende sorteringsgraden. På Projekt C sorterades dock det blandade avfallet som brännbart och icke brännbart. Hur viktig är då sorteringen på byggarbetsplatsen? Först och främst måste klargöras att det blandade avfallet sorterades av Renova, vilket var en tjänst som projekten betalade extra för. Det innebär vidare att avfallet sorterades i slutänden, dock ej på arbetsplatsen. De två anledningarna till att sorteringen ej ägde rum på byggarbetsplatserna, var dels att boende folk i omnejd använde containrarna för hushållssoppor och dels att vissa projekt hade utrymmesbrist. Vad gäller de projekt där boende använde containrarna för egna sopor förde det med sig att byggarbetsplatsen fick sortera själva. I det avseendet arbetar arbetsplatserna efter Lean Thinking då slöseri i form av extra arbete eliminerades. Produktionsledningarna har gjort bedömningen att de vinner tid på den typ av avfallshantering, vilket utifrån Lean Thinking enligt oss är korrekt.

Men vad händer den dagen som sorteringstjänsten från Renova försvinner eller om produktion sker på en plats med stora ytor och där inga privatpersoner använder byggarbetsplatsens containrar för eget bruk?

Hustillverkarna arbetade med källsortering i en helt annan grad än byggarbetsplatserna. Fraktionerna var många, där även isoleringsspill sorterades och togs om hand av lokala lösullsisoleringsföretag. De båda hustillverkarna beställde även isolering utan tillfällig skyddsplast, som annars är nödvändig på byggarbetsplatser för skydd av nederbörd. Hustillverkarna har skyddade lagringsmöjligheter under tak vilket medför att tillfällig skyddsplast av den sorten inte behövs. Dessutom tar det tid att täcka av och dessutom kostar mer att avfallssortera. I det avseendet sker hustillverkarnas avfallshantering enligt Lean Thinking, då onödig tid och kostnad elimineras. Slutsats av ovanstående diskussion är att de två involverade hustillverkarna har en helt annan möjlighet att källsortera sitt avfall. Anledningen tror vi framförallt beror av de stora områdena som disponeras, stora kvantiteter av avfallet vilket möjliggör exempelvis hantering av isoleringsspill.

Vad som är bäst ur miljöhänsyn låter vi dock vara osagt med tanke på att byggarbetsplatserna faktiskt får sitt avfall sorterat i slutänden. Enligt TPS mest grundläggande princip som utgör basen på pyramiden till 4-P modellen bör företag *”basera ledningsbeslut på en långsiktig filosofi, även på bekostnad av kortsiktiga ekonomiska mål”* (Liker, 2004). Med den principen i åtanke kan man tänka sig att ledningen måste ta beslut huruvida Skanska ska agera i den här frågan.

Under fokusområdet avfall i byggprojekt studerade vi också huruvida byggarbetsplatserna arbetade med att minska spill eller inte. De två studerade fältfabrikerna arbetar kontinuerligt med minskat spill genom inköp av exakt kapat virke. Anledningen var dels att arbetet blev effektivare och dels att minskat spill bidrar till lägre kostnader avseende avfall, vilket å andra sidan hade blivit en liten kostnad då arbetare på byggarbetsplatsen tog till vara på spillet. Det arbetet går helt i linje med Lean Thinking, då extra arbete minskas på byggarbetsplatsen. Även om tjänsten exakt kapning är en utgiftspost för entreprenören, så bidrar tjänsten till en effektivare byggprocess. Detta skapar högre effektivitet och minskat slöseri av tid. Hustillverkarna arbetar på ett likadant sätt som fältfabrikerna, d.v.s. virke av samma sort i stora kvantiteter köps exakt kapat medan resten kapas på plats. Det spill som blir av virke i Hustillverkare 1 produktion flisas för användning till briketter. Hustillverkare 2 paketerar istället spillet och säljer det vidare som ved. En jämförelse mellan hustillverkare och fältfabriker avseende spillhantering visar på att samtliga arbetar efter principen att minska spillet. Hustillverkarna har dock lättare att motivera exempelvis tillverkning av briketter och motsvarande på grund av större kvantiteter.

## 10.5 Miljöarbete – Miljöarbete vid transporter

Vår studie har utgått från hur långa transporterna har varit mellan ursprunglig leverantör av virke, isolering och fönster till monteringsplatsen för de projekten som använde sig av hustillverkare. Vi studerade huruvida transporterna hade sett ut om materialet levererades direkt till monteringsplatsen istället, d.v.s. om en fältfabrik hade använts. Det som också utfördes var en kartläggning av hur avståndet hade sett ut om istället de två berörda hustillverkarna producerade huselement till de byggarbetsplatser som i studien använde fältfabrik. Om vi analyserar utifrån det perspektivet framkom det i studien att hustillverkarens geografiska placering var av stor betydelse för transporterna. Om exempelvis leverantörerna av respektive virke, fönster och isolering fanns i hustillverkarens omnejd, som i fallet med Projekt B och Hustillverkare 1, uppstod endast ett fåtal mils skillnad med omvägen via hustillverkaren. I det fallet endast 2 mil till skillnad från Projekt C och Hustillverkare 2 där skillnaden istället var 27 mil. Som bilaga 1 visar så är den största differensen 29 mil, ett transportavstånd som hade erhållits om Hustillverkare 2 istället producerade huselement till Projekt B. Minsta differensen är emellertid om Hustillverkare 2 producerade huselement till Projekt D, då avståndsdifferensen hade blivit 0,1 mil istället. Viktigt att poängtera är att dessa transportavstånd är något hypotetiska, då möjligheten att bedriva fältfabrik på Projekt B och Projekt C kan vara begränsande på grund av tidigare nämnda investeringar, byggkompetens och ytor för stationering. Förutsättningarna för produktion med hustillverkare på Projekt A och Projekt D kan även de vara begränsade på grund av högkonjunktur och därmed höga priser på huselement. Dock är transportavstånden intressanta då de pekar på att fältfabrik i



samtliga fall för med sig mindre transporter än hustillverkarna som berörs i studien och därmed minskar miljöpåverkan.

I intervjuerna framkom att produktionsledningarna på de projekt som använde sig av hustillverkare ej tog hänsyn till transportavståndet mellan byggarbetsplats och respektive hustillverkare vid en upphandling. Det viktiga var istället hög kundtillfredsställelse hos respektive produktionsledning så att rätt kvalitet erhöles samt att leveransprecisionen var tillförlitlig. Som Jonsson och Matsson (2005) hävdar går alltså inte företagsekonomiska perspektiv hand i hand med minskad miljöpåverkan. Som produktionsledningarna syftade på i fallstudierna så fanns inga direktiv om att transportavståndet var viktigt att ta hänsyn till från Skanskas sida, då priset var av större inverkan vid upphandling av hustillverkare.

En av de viktigaste utgångspunkterna för ett byggprojekt för att minska miljöpåverkan, är hänsyn till transportavståndet till leverantören. Ett annat sätt enligt Jonsson och Matsson (2005) är att kräva att vald leverantör är certifierad enligt ISO 14001 och aktivt arbetar med miljöfrågor. I det avseendet kan bedömningen göras i den här studien att Hustillverkare 1 är det bättre valet för Göteborgsregionen, utifrån ett miljöperspektiv i transporthänseende. Då Hustillverkare 1 dels är certifierad enligt ISO 14000 och dels har kortare transportavstånd till Göteborg med omnejd. Lean Thinking förespråkar egentligen inget specifikt avseende miljöarbetet i transporterna. Det finns dock andra aspekter att begrunda avseende Lean Thinking. En av utgångspunkterna är enligt Womack och Jones (2003) att identifiera värdet och värdets flöde. Om vi ser på transporterna utifrån det perspektivet är det av betydelse vilket transportavstånd som finns mellan leverantör och i vårt fall byggarbetsplats. Den tid som transporten tar tillför ej något värde till slutprodukten varför försök till elimination av onödiga transporter borde genomföras. En annan aspekt är även att ett led i Lean Thinking är att korta ledtiderna så att problem kommer upp till ytan. I det avseendet brister också de leverantörer som har långa transportavstånd. I studien har produktionsledning och yrkesarbetare betraktats som kund under exempelvis fokusområdet kundtillfredsställelse, varför Lean Thinking avseende värdet i det avseendet brister. Anledningen till det är att transport av färdig produkt inte räknas som värdeökning. Utgår vi dock ifrån att huselementen ej var en färdig produkt d.v.s. den färdiga produkten var huset så håller resonemanget om att transporten var en tid som för kunden inte hade något värde. Den tiden borde därför kortas.

## 10.6 Sammanfattning av analys och diskussion

Studien visar att standardiserade arbetssätt ger en bra kunskapsåterföring. De två fältfabrikerna arbetade efter standardiserade arbetssätt likväl som Hustillverkare 2 och Projekt C, vilket medförde en effektiv kunskapsåterföring. Standardiserade arbetssätt visade sig också vara något som uppnås efter en längre tids samverkan. Utifrån studien sett påstår vi att långvarig samverkan bidrar till bättre kunskapsåterföring, standardiserade arbetssätt och vidare ständiga förbättringar.

Leveransprecisionen har varit varierande mellan projekten, där framförallt Hustillverkare 2 utmärker en mycket god leveransprecision. Här var tillförlitligheten 100 procent. Hustillverkare 1 har däremot bidragit till låg tillförlitlighet i form av svag leveransprecision. Under fokusområdet tillförlitlighet har också mycket slöseri i form

av framförallt lager och onödig tid identifierats. Endast Hustillverkare 2 och Projekt C hade ett arbetssätt som till mycket stor del eliminerade slöseri i form av tid som för den slutliga kunden ej är av värde. Studien har även konstaterat att fältfabrikerna till stor del arbetade efter lagerprincipen, där montering skedde utifrån väderlek. Det här arbetssättet bidrar till att lager, till viss del bildas på arbetsplatsen, vilket utifrån studiens analysverktyg ses som en brist.

Kundtillfredsställelsen har varit varierande mellan projekten, dock kan konstateras att de projekt som arbetat med fältfabriksproduktion har en över lag sett hög kundtillfredsställelse. Även Projekt C har visat en god kundtillfredsställelse med de huselement levererade från Hustillverkare 2 där få brister och fel uppstod. Projekt B och Hustillverkare 2 har emellertid haft en del bekymmer med framförallt felande huselement med en låg kundtillfredsställelse som följd. När kundtillfredsställelsen har studerats sågs ett samband mellan god samverkan och god kundtillfredsställelse, där en god samverkan bidrar till förståelse för varandras verksamheter och en strävan mot samma mål.

Fältfabrikerna och hustillverkarna arbetar bägge efter principen att minimera spill genom inköp av exaktkapat virke. Det som skiljer de två enheterna från varandra var framförallt hustillverkarnas möjlighet till en effektiv källsortering och hantering av spill och avfall. De arbetsplatser som besöktes i studien, Projekt A, B, C och D, samt de två fältfabrikerna använder samtliga en sorteringstjänst som miljöföretaget Renova tillhandahöll. Det medförde en sortering av avfallet i efterhand.

Studien visar att lokaliseringen av de ursprungliga leverantörerna av virke, isolering och fönster har stor betydelse för det totala transportavståndet till byggarbetsplatsen. Om de ursprungliga leverantörerna fanns i en hustillverkares omnejd bidrog detta till ett litet totalt transportavstånd, även om hustillverkaren var stationerad långt ifrån arbetsplatsen. Fallen med fältfabrik gav i studien det minsta transportavståndet. I studien framkom också att produktionsledningarna som arbetade med hustillverkare ej tog någon större hänsyn till transportavståndet till en hustillverkare vid val av flera. Priset var av större inverkan vid av hustillverkare än transportavståndet som påverkar miljön.

# 11 Slutsats och rekommendation

De projekt som studerades gav väldigt olika resultat vilket medför svårigheter att konkretisera vilket produktionssätt som har flest fördelar i alla situationer. Från analys och diskussion framgår att fältfabriksproduktion har fler styrkor än vad motsvarande hustillverkare har om vi utgår från studiens analysverktyg, Lean Thinking. Om vi endast ser på en hustillverkare, Hustillverkare 2, ser vi dock egentligen endast en nackdel nämligen transportavståndet som förde med sig flest miljökonsekvenser genom långa transporter och lång ledtid. Slutsatsen av studien är dock att produktion med fältfabrik är ett bättre alternativ sett utifrån de fem fokusområdena och Lean Thinking perspektiv.

Slutsatsen som dras av studien är att båda produktionssätten bör finnas kvar, men att dessa i sin tur bör utvecklas individuellt. Anledningen till detta beror av att alla kommande projekt kanske ej har möjlighet att bedriva intern produktion med fältfabrik. Som kapitel fyra visar måste ekonomiska överväganden, byggkompetens och stora ytor för stationering föreligga, vilket kanske inte alltid är fallet.

Slutsatser och rekommendationer gällande de två produktionssätten redovisas nedan under respektive kapitlet 11.1 och 11.2.

## 11.1 Fältfabrik – slutsats och rekommendation

Inom fältfabriksproduktion har vi märkt en avvikelse från sättet att tänka inom Lean Thinking, nämligen att mellanlager av huselement är acceptabelt. För att en process ska effektiviseras inom begreppet Lean Thinking måste ”pull” erhållas genom att yrkesarbetare som utför monteringen hela tiden måste ha en strävan att få huselement levererade till sig. Det innebär att ledtiderna kortas, vilket i sin tur ställer krav på de yrkesarbetare som tillverkar huselementen, vilket i sin tur kan stimulera en effektivare byggprocess. Även fel och brister avseende huselementen och själva tillverkningen kommer således upp till ytan, vilket i sin tur genererar innovativt tänkande och därmed en effektivare process. *Vår slutsats och rekommendationen är alltså att skapa en byggprocess där produktionen ständigt arbetar utifrån ”pull” för att på så vis uppnå effektivitet.*

En annan rekommendation och slutsats rör avfallshanteringen som vi tycker borde kunna göras mer effektiv. En förutsättning för att kunna bedriva fältfabrik är stora ytor för bland annat upplag. Om nu en effektivare process erhålls genom att ovanstående rekommendation avseende mellanlager av huselement efterlevs, kommer dessa upplagsytor ej behövas i samma utsträckning som tidigare. Varför inte då använda dessa upplagsytor till ett inhägnat område för avfallshantering? Det skulle då bli möjligt med en mer omfattande källsortering i fler fraktioner.

Ytterligare en rekommendation är arbete över projektgränser. När fler fältfabriker än en bedrivs i samma region, varför inte ta lärdom av varandras arbete för en mer standardiserad och effektivare produktion? Vi anser att det inte finns någon anledning till egna lösningar om det redan finns bra lösningar i en annan fältfabrik.

## 11.2 Inköp från hustillverkare – slutsats och rekommendation

Anledningen till att arbetet med Hustillverkare 2 fungerade så pass bra som det gjorde hade uteslutande med bra samverkan att göra. Även om Projekt C och Hustillverkare 2 inte hade ett formellt partnerskap så medförde en god samverkan ett bra resultat.

*Slutsats och rekommendation avseende hustillverkare är att entreprenörer borde ingå i ett mer fördjupat arbete med ett fåtal tillverkare för att på så vis uppnå ett standardiserat arbete och gemensamma lösningar.*

Detta innebär ett långsiktigt tänkande där båda parterna vinner. Anbudsförfarandet och kalkylering skulle också underlättas genom en ökad samverkan, då den blivande hustillverkaren till ett projekt redan är vald. En bedömning från Skanska Hus Göteborg bör göras huruvida produktion ska ske på fältfabrik eller ej, i kommande projekt. Resterande och därmed också kommande projekt bör då kunna ligga till grund för hur många hustillverkare som behövs för produktionen vilket vidare ligger till grund för en mer omfattande samverkan med ett fåtal hustillverkare.

En annan slutsats och rekommendation handlar om osäkerheten kring de hustillverkare som finns idag. Om produktionsledningen på Projekt B visste det de vet idag hade de förmodligen inte beställt huselement levererade från Hustillverkare 1. Vår rekommendation är därför att en kartläggning utförs av samtliga hustillverkare som Skanska Hus Göteborg har använt sig av, för en utvärdering av dessa. Det borde vidare ligga till grund för en fördjupad samverkan.

## 11.3 Kombinerad rekommendation – en idé!

*Varför inte kombinera de styrkor som vi lyfter fram med hustillverkarna och fältfabrikerna genom att producera huselement på en större anläggning i närheten av de områden som inom sinom tid kommer att bebyggas?*

Avståndet mellan produktion och montering påverkar transporterens miljöbelastning, och skapar ledtider vilket studien visat. Bortsett från det visar studien inte på några svagheter relaterade till avståndet mellan produktion och montering. I samtliga projekt användes lastbil för transport av väggelement. I Projekt B, som ur ett Lean Thinking perspektiv kan ses som det minst lyckade projektet, fanns inga samband mellan transportavståndet och de problem som uppstod på projektet.

Optimalt borde vara att Skanska Hus Göteborg arrenderar en lokal lämplig för ändamålet där produktion bör ske för flera projekt samtidigt. Varje projekt tillhandahåller yrkesarbetare och arbetsledare som tillhör projektet för att vara stationerade i fabriken. Fördelen med att ha flera projekt koncentrerade i samma fabrik är utbyte av erfarenheter mellan samtliga yrkeskategorier, men även gemensamma logistiklösningar på fabriken och leveranser till fabriken. Samtidigt minskas transportarbetet vilket minskar miljökonsekvenser och den ledtid som inte tillför något värde för kunden. Andra fördelar är miljöarbetet på fabriken som kan utökas till en mer omfattande och effektiv källsortering.

*Slutligen vill vi konstatera att då kunskap och byggkompetensen finns inom regionen vore det fördelaktigt för Skanska Hus Göteborg att nyttja den vid en mer omfattande intern produktion, särskilt betraktat att arbete med fältfabrik fungerar så pass bra som det gör idag.*

## 12 Referenser

- American Quality Foundation and Ernest & Young, (1991), "International Quality Study", Cleveland, OH, Ernest & Young.
- Ball, J., (2002), "Can ISO 14000 and eco-labelling turn the construction industry green?", *Building and Environment*, 2002;37(4):421-8.
- Bergman, B., Klefsjö, B., (2001), "Kvalitet – från behov till användning", Tredje upplagan, Studentlitteratur Lund.
- Bergman, B., Klefsjö, B., (1991), "Kvalitet – från behov till användning", Första upplagan, Studentlitteratur Lund.
- Björnfot, A., (2006), "An Exploration of Lean Thinking for Multistorey Timber Housing Construction", Luleå Tekniska Universitet, Avhandling 2006:51
- Borgbrant, J., (2003), "Byggprocessen i ett strategiskt perspektiv", Bygghögskolekommissionen.
- Boutin-Dufresne, F., Savaria, P., (2004), "Corporate social responsibility and financial risk", *Journal of Investing*, 13(1), pp. 57-66.
- Byggekostnadsdelegation, (2000), "Slutrapport från Byggekostnadsdelegationen", SOU 2000:44.
- Bryman, A., (2001), "Samhällsvetenskapliga metoder", Liber AB.
- Byggsektorns kretsloppsrad, (2001), "Byggsektorns betydande miljöaspekter", Miljöutredning för byggsektorn, Stockholm.
- Burstrand, H., (1998), "Lättbyggnad med stål", Stålbyggnadsinstitutet, Publikation 164.
- Carlstedt, S. J., (2002), "Bygg och rivningsavfall", Sveriges Byggindustrier, Andra upplagan.
- CEN, (1996), "Miljöledningssystem - Kravspecifikation med vägledning för användning (ISO 14001:1996)", Standardisering i Sverige: Stockholm.
- Chandler, A.D., (1977), "The Visible Hand", Cambridge, MA, Belknap Press, Harvard University Press.
- Chitherlet, S., Defaux, T., (2005) "Energy and environmental comparison of three variants of family house during its whole life span", Laboratory of Solar Energetic and Building Physics, Applied University of West-Switzerland.
- Chitherlet, S., (2001), "Towards the holistic assessment of building performance based on an integrated simulation approach", Lausanne:encole Polytechnique Fédérale de Lausanne, EPFL;2001.
- Ejvegård, A., (2003), "Vetenskaplig metod", Studentlitteratur, Lund.

Elmuti, D., Kathawala, Y., (1997), "An investigation into the effects of ISO 9000 on participants' attitudes and job performance", *Production and Inventory Management Journal*, 38, No. 1, pp. 52-57.

Franzén, T., Lind, E., (2000), "Leverantörsamverkans inverkan till ett mer industrialiserat byggande", Chalmers Tekniska Högskola, Institutionen för byggnadsekonomi, Examensarbete - M.Sc. Thesis 2000:5.

Feigenbaum, A., (1983), "Total Quality Control", New York, MacGraw-Hill.

International Energy Agency, (2001) "LCA methods for buildings".

Jonsson, P., Mattsson, S-A., (2006), "Logistik - Läran om effektiva materialflöden", Studentlitteratur, Lund.

Jansson, J., (2005), "Förstudie om produktivetsfrågor", Research rapport 2005:04, Luleå tekniska universitet.

Johansson, B., Lagerqvist, O., (1997), "Vi behöver en bättre byggprocess", SBUF-projekt.

Johansson, K.-E., (1997), "Driftsäkerhet och underhåll", Studentlitteratur. Lund.

Josephson, P.-E., Saukkoriipi, L., (2005), "Slöseri i byggprojekt – Behov av förändrat synsätt", FoU rapport 0507.

Kinnander, A., Almström, P., (2006), "Att mäta produktivetspotentialen – Rapport om Productivity Potential Assessment (PPA)", NUTEK R 2004:04.

Kondo, Y., (2002), "Customer Satisfaction: How can I measure it?", *Total Quality Management Vol. 12 No 7&8 2001* pp. 867-872.

Lessing, J., (2005), "Industriellt byggande ska utveckla trähusindustrin", *Träinformation: September 2005*, pp. 7-15.

Lessing, J., Stehn, L., Ekholm, A., (2005), "Industrialised housing: definition and categorization of the concept", *Proceedings IGLC-13 July 2005 Sydney Australia*, pp. 471-480.

Liker, J. K., (2004), "The Toyota Way – 14 Management Principles", McGraw-Hill, USA.

Liker, J. K., Morgan, J. M., (2006), "The Toyota Way in Services: The Case of Lean Product Development", *Academy of Management Perspectives*

Lusk, E.J., Opierzynski, R., Halperin, M., Zhuo, L., (2006), "ISO 14000 IT Software Transfer from Europe to Thailand: Issues To Be Addressed"

Mehri, D., (2006), "The Darker Side of Lean: An Insider's Perspective on the Realities of the Toyota Production System", *Academy of Management Perspectives*.

Merriam, S.B., (1994), "Fallstudien som forskningsmetod", Studentlitteratur, Lund.

Pheng, L. S., Fang, T. H., (2005), "Modern-day lean construction principles: Some questions on their origin and similarities with Sun TZU'S Art of War", Management Decision.

Powell, T.C., (1995), "Total Quality Management as competitive advantage: a review and empirical study", Strategic Management Journal, 16, pp. 15-37.

Quazi, H. A., Hong, C. W., Meng, C. T., (2002), "Impact of ISO 9000 certification on quality management practices: A comparative study", Total Quality Management Vol. 13 No 1 2002 pp. 53-67.

Rao, S.S., Ragu-Nathan, T.S., Solis, L.E., (1997), "Does ISO have an effect on quality management practices? An international empirical study", Total Quality Management, 8, pp. 335-346.

Salem, O., Solomon, J., Genaidy, A., Minkarah, I., (2006), "Lean Construction: From Theory to Implementation", Journal of Management in Engineering.

Sjölander, T., (2005), "Avfall på byggarbetsplatser", Väg och Vattenbyggaren nr 5.

Slack, N., Chambers, S., Johnston, R., (2004), "Operations Management", Prentice Hall.

SOU 2002:115, (2002), "Skärpning gubbar! – om konkurrens, kvalitet och kompetensen i byggsektorn", Fritzes, Stockholm, Sverige

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

Tam, V.W.Y, Tam, C.M., Zeng, S.X., Chan, X.X., (2005) "Environmental performance measurement indicators in construction", Department of Building and Construction, City University of Hong Kong.

Yong, J., Wilkinson, A., (2002), "The long and winding Road: The evolution av quality management", Total Quality Management Vol. 13 No 1 2002 pp. 101-121.

Toolanen, B., (2006), "Lean Construction – samverkansinriktat industriellt processtänkande", Väg- och Vattenbyggaren nr. 1 2006.

Wallén, G., (1996), "Vetenskapsteori och forskningsmetodik", Studentlitteratur, Lund.

Womack, J.P., Jones, D.T., (2003), "Lean Thinking – banish waste and create wealth in your corporation", Free Press, New York.



**Elektroniska källor:**

[1] Nationalencyklopedin, 2007-02-02,  
[http://www.ne.se.proxy.lib.chalmers.se/jsp/search/article.jsp?i\\_art\\_id=287374](http://www.ne.se.proxy.lib.chalmers.se/jsp/search/article.jsp?i_art_id=287374)

[2] Nationalencyklopedin, 2007-02-02,  
[http://www.ne.se.proxy.lib.chalmers.se/jsp/search/article.jsp?i\\_art\\_id=234211](http://www.ne.se.proxy.lib.chalmers.se/jsp/search/article.jsp?i_art_id=234211)

[3] Eniro, 2007-01-30, [www.eniro.se](http://www.eniro.se)

**Föreläsning:**

Blinge, Magnus, (2006), Kurs Logistik V, Chalmers Logistik & Transport/Transekt AB

# Appendix

## Bilaga 1: Materialflöden

Tabellen visar materialflödena för materialen isolering, fönster och virke för den huselementsproduktion som valts för specifikt område, samt alternativa produktionsmetoder. Vid leveranser från hustillverkare visas även alternativt sätt med fältfabrik inom projektområdet, och vid fältfabriksproduktion visas alternativ med leveranser från de två hustillverkare som studerats i studien. Beräkningarna utgår ifrån transportsträckor för produktion av ett hus. Från leveranser av material till hustillverkare/fältfabrik till att huselementen levereras till monteringsplats. Ingen viktning av att leverantörer levererar mer än material till ett hus per tillfälle utförs. Differensen som beskrivs är differensen mellan alternativt produktionsätt och det produktionsätt som projektet valt. D.v.s. Negativ differens innebär att alternativet har kortare transportavstånd och positiv differens innebär kortare transportavstånd för det produktionsätt som projektet valt. Kortast transportavstånd, d.v.s. om det finns två fabriker tillhörande någon av materialleverantörerna har den närmsta fabriken valts. För att mäta transportavstånd har vägbeskrivningsfunktionen på [www.eniro.se](http://www.eniro.se) använts.<sup>3</sup>

Projekt B	Leverantör	Leverantör - Hustillverkare*	Hustillverkare* - Byggarbetsplats	Totalt transport avstånd
Hustillverkare 1	Isolering	16,3	5,7	47,2
	Fönster	25,2		
	Virke	0		

Alt. Fältfabrik	Isolering	16,5	0	45,6
	Fönster	23,4		
	Virke	5,7		
			<b>Differens</b>	<b>-1,6</b>

Projekt C	Leverantör	Leverantör - Hustillverkare*	Hustillverkare* - Byggarbetsplats	Totalt transport avstånd
Hustillverkare 2	Isolering	19,9	32,8	76,7
	Fönster	6,3		
	Virke Leverantör 1**	14,5		
	Virke Leverantör 2**	2,8		
	Virke Leverantör 3**	0,0		
	Virke Leverantör 4**	0,5		

Alt. Fältfabrik	Isolering	25,7	0	49,9
	Fönster	14,2		
	Virke	10		
			<b>Differens</b>	<b>-26,8</b>

<sup>3</sup> Eniro, 2007-01-30, [www.eniro.se](http://www.eniro.se)

Projekt A	Leverantör	Leverantör - Hustillverkare*	Hustillverkare* - Byggarbetsplats	Totalt transport avstånd
<b>Fältfabrik 1</b>	<i>Isolering</i>	16,2	0,5	45,7
	<i>Fönster</i>	23		
	<i>Virke</i>	6		

<b>Alt. Hustillverkare 1</b>	<i>Isolering</i>	16,3	5,7	47,2
	<i>Fönster</i>	25,2		
	<i>Virke</i>	0		
			<b>Differens</b>	<b>1,5</b>

<b>Alt. Hustillverkare 2</b>	<i>Isolering</i>	19,85	30,4	74,4
	<i>Fönster</i>	6,3		
	<i>Virke Leverantör 1**</i>	14,5		
	<i>Virke Leverantör 2**</i>	2,8		
	<i>Virke Leverantör 3**</i>	0,0		
	<i>Virke Leverantör 4**</i>	0,5		
			<b>Differens</b>	<b>28,7</b>

Projekt D	Leverantör	Leverantör - Hustillverkare*	Hustillverkare* - Byggarbetsplats	Totalt transport avstånd
<b>Fältfabrik 2</b>	<i>Isolering</i>	16,3	2	50,1
	<i>Fönster</i>	23,8		
	<i>Virke</i>	8		

<b>Alt. Hustillverkare 1</b>	<i>Isolering</i>	16,3	8,7	50,2
	<i>Fönster</i>	25,2		
	<i>Virke</i>	0		
			<b>Differens</b>	<b>0,1</b>

<b>Alt. Hustillverkare 2</b>	<i>Isolering</i>	19,85	31,4	75,4
	<i>Fönster</i>	6,3		
	<i>Virke Leverantör 1**</i>	14,5		
	<i>Virke Leverantör 2**</i>	2,8		
	<i>Virke Leverantör 3**</i>	0,0		
	<i>Virke Leverantör 4**</i>	0,5		
			<b>Differens</b>	<b>25,3</b>

\*

*Under hustillverkare räknas även fältfabriker vid alternativ med fältfabriker*

\*\*

*Värdena är viktade efter hur stor andel som levererade från en vis underleverantör. Informationen kommer från hustillverkaren.*

## Bilaga 2: Bildspel av en montering

Ett bildspel över en montering av en undervåning och bjälklag till ett hus vid Projekt D, där huselementen var förtillverkade vid Fältfabrik 2. Monteringens sker på samma sätt vid montering med huselement från en hustillverkare. Monteringens av undervåning och bjälklag som visas i bildspelet nedan, tog ungefär fyra timmar för tre yrkesarbetare och en kranförare.



*Figur 1 Väggelement i väggstöd inför montering*



*Figur 2 Inlyftning med kran av första väggelementet*



*Figur 3 Inpassning av väggelementet*



*Figur 4 Infästning av väggelement i betongplattan*



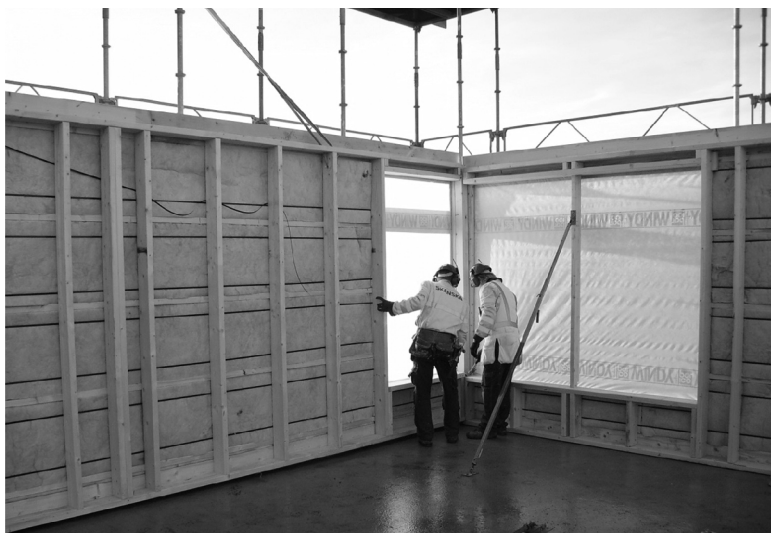
*Figur 5 Montering av monteringsstöd till väggelement*



*Figur 6 Första väggelementet monterat och strävat*



*Figur 7 Inlyftning av andra väggelementet*



*Figur 8 Inpassning av väggelementet mot redan monterat*



*Figur 9 Inlyftning av ytterligare ett väggelement*



*Figur 10 Inpassning av väggelement mot redan monterat*



*Figur 11 Inlyftning och inpassning av väggelement mellan redan monterade*



*Figur 12 Undervåningens ytterväggar färdigmonterade*

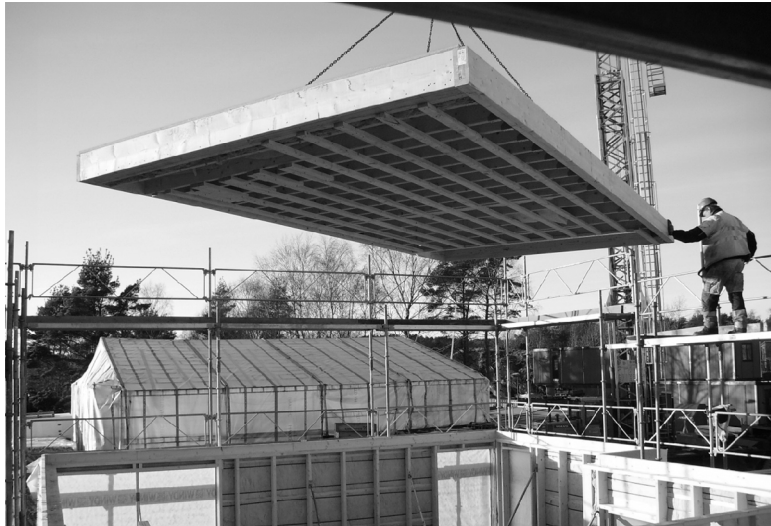


*Figur 13 Inlyftning av innervägg*



*Figur 14 Montering av innervägg*





*Figur 15 Inlyftning av bjälklag*



*Figur 16 Inpassning av bjälklag*



*Figur 17 Bjälklag och väggelement till undervåningen färdigmonterade*