

Logistikens roll i industrialiserat byggande

- en fallstudie av ”Trähus”



Stina Carlsson och Anna Nordin

Examensarbete Linköpings Universitet

Handledare Dan Andersson

LIU-IEI-TEK-A--08/00318--SE

Institutionen för ekonomisk och industriell utveckling

Linköping 2008



Sammanfattning

Krav på lägre produktionskostnader, kortare byggtider, felfria produkter och längre garantitider är ständigt aktuella i byggbranschen. Blickarna har de senaste åren vänts mot den traditionella industrin och möjligheterna att dra lärdomar från denna. Begreppet industrialiserat byggande har fötts och definieras i denna undersökning som förtillverkning av byggelement och komponenter i fabrik för vidare montering på byggarbetsplatsen. Det ses att detta sätt att bygga skulle kunna vara ett sätt att svara till de krav som ställs och i detta examensarbete undersöks hur logistik kan vara ett medel i att svara till dessa krav; hur logistik kan möjliggöra industrialiserat byggande. En fallstudie görs av ett företag som i denna undersökning benämns "Trähus", ett företag vars verksamhet består av industrialiserat byggande i trä och *syftet med denna undersökning är att utreda hur, ur ett logistiskt perspektiv, "Trähus" byggprocess kan effektiviseras.*

En del i problematiken kring industrialiserat byggande är att nå en balans mellan standardisering och flexibilitet. Standardisering för att uppnå en effektiv process och flexibilitet för att kunna svara till kunds krav. Med standardisering avses ett repetitivt utförande av något som fungerar bra vilket kan innefatta såväl standardiserade produkter som en standardisering på processnivå. Med en utgångspunkt i koordinationsteorier undersöks hur koordination, att hantera beroenden mellan aktiviteter, av material- och informationsflödet kan vara ett sätt att nå en mer standardiserad byggprocess och därigenom nå en sänkt total kostnad. Ett grundkrav för att kunna koordinera är information; för att strategiskt styra en process måste det vara känt hur processen ser ut, vilka problem som finns, vad konsekvenserna av olika val blir etcetera. Här identifieras i denna undersökning ett problem i att det i stor utsträckning saknas just information vilket ger dåliga förutsättningar för att på ett bra sätt koordinera. Vidare är det just information som i stor utsträckning är problemet även i själva koordinationsarbetet.

Bristande koordination ger slöserier i processen, med slöseri avses något som inte tillför något värde. Det kan exempelvis vara väntan eller felaktiga produkter. Genom att identifiera slöserier i processen kan bristande koordination kartläggas och slöserierna uppstår i många fall längre bak i processen och inte där de återfinns. Det konstateras i denna undersökning att bristande koordination i sig ökar kraven på ytterligare koordination då extra arbete som blir nödvändigt vid problem måste koordineras vilket kräver resurser och genererar kostnader.

Denna undersökning resulterar i att ett flertal slöserier identifierats och vidare härleds till bristande koordination någonstans i byggprocessen. Förslag på hur koordinationen bör se ut för att reducera eller eliminera dessa slöserier presenteras för ett urval om tre beroenden. De första aktiviteterna i byggprocessen, försäljning, inköp och projektering, är av stor vikt för hur den fortsatta processen ser ut. Detta då alla andra aktiviteter direkt eller indirekt är beroende av försäljning, inköp och projektering. Utifrån detta väljs beroenden kopplade till dessa aktiviteter för vidare analys. Analysen visar att informationsutbytet mellan försäljning, inköp och projektering måste koordineras bättre genom viss standardisering av informationen samt av formerna för utbytet. Att det i dessa inledande aktiviteter i processen råder stor osäkerhet ger att det finns ett behov av möten och att det krävs rutiner kring dessa för att de ska fylla sitt syfte.

Analysen visar också på behovet av en förbättrad koordination vad gäller lagermaterial. Här finns möjligheter att i större utsträckning koordinera försörjningen av lagermaterial genom olika regler och rutiner med ett elektroniskt stöd istället för genom personlig kommunikation.

En generell slutsats i fallet "Trähus" är att det är av högsta vikt att få en bättre kontroll på byggprocessen i form av en medvetenhet om vilka konsekvenser olika val får, vilka slöserier

som finns, dess omfattning och vad de beror av. Denna typ av information är nödvändig för att nå en bra koordination och för att kontinuerligt kunna förbättra. En högre grad av standardisering av information och informationsutbyte, tydligare regler och rutiner kring möten och lagerstyrning är exempel på åtgärdsförslag som denna undersökning resulterar i och de bidrar till en högre grad av standardisering i byggprocessen då de syftar till att nå ett repetitivt utförande av något som fungerar bra. Ett första steg är alltså att exempelvis ta fram regler och rutiner för lagerstyrningen men sen är ett nödvändigt och kan tyckas självklart steg att följa dessa för att nå standardisering.

Kvalitativ och kvantitativ data indikerar att slöserierna kan vara omfattande och ger vidare en ledning i att en förbättrad koordination kan ge "Trähus" en högre grad av standardisering i byggprocessen och vidare en sänkning av totalkostnaden.

En slutsats utifrån detta är att "Trähus" byggprocess kan effektiviseras genom att applicera de koordinationsverktyg som presenteras i denna undersökning. "Trähus" är ett byggföretag som ägnar sig åt industrialiserat byggande och genom att visa på hur man ur ett logistiskt perspektiv kan effektivisera "Trähus" byggprocess har också frågan om hur logistik kan möjliggöra industrialiserat byggande besvarats.

Abstract

There is always a demand for lower constructions costs, shorter lead-times, less products with errors and more generous guarantees within the area of construction. During the last few years the attention has turned towards the more traditional industry to see if there is something to learn from there. The concept of industrial construction is born and is in this study defined as prefabrication of construction components and units in a factory to be assembled at the construction site. It is seen that this building technique could be a way of responding to the existing demands. This master thesis investigates whether logistics could be of help in responding to the demands; how logistics can enable industrial construction. A case study of a company, in this thesis named "Trähus", is carried out. "Trähus" is a company in the industrial construction business producing wooden houses. *The purpose with this master thesis is to study how, from a logistics perspective, the construction process at "Trähus" can be made more effective.*

One major issue when it comes to industrial construction is to find a balance between standardization and flexibility. Standardization is needed to reach an effective process and flexibility is needed to satisfy the customer. Standardization is defined as regularity and repetition of successful practice, do something in a good way and make it a standard. With a starting-point in the theories of coordination it is examined how coordination of the flow of material and information can be a way of reaching a more standardized construction process and thereby a lower total cost. One fundamental requirement to enable coordination is information. To strategically manage a process it has to be known what the process looks like, what problems there are and what the consequences of choices made are. Lack of information is identified as a problem in this study; this defines the potential of reaching a good coordination. Information is also identified as a common problem in the practice of coordination.

Deficient coordination generates waste in the process; waste is defined as something that does not create value. It could be time spent waiting or products containing errors. This study shows that deficient coordination increases the need for coordination since all extra work that needs to be done to solve upcoming problems also demands coordination, which requires resources and generates costs. This study identifies several wastes that are deduced to lacking coordination somewhere in the process.

The initial activities in the construction process are of great importance for the continuing process. The performance of sales, procurement and design determine how the following activities in the process can be performed. This since all other activities is directly or indirectly dependent on sales, procurement and design. The consequence of this is that it is of high importance that these initial activities are well performed so that it enables the activities that follow to be well performed.

The analysis shows that the exchange of information between sales, procurement and design needs to be more effective and efficient. This could be reached through standardization of the information exchanged and of the form in which it is exchanged. Another action proposed shows how the coordination of material in stock can be improved. It shows the need of more rules, routines and that there is a need of computerizing the coordination.

One general conclusion in the case of "Trähus" is that it should be of high priority to reach a better control of the processes meaning that there needs to be an awareness of the consequences of certain choices, existing waste, the extent of the waste and what it is due to. This kind of information is necessary to enable a good coordination and a continuous work with improvements. A higher degree of standardization of information and information

exchange, rules and routines stock management are examples of actions proposed in this study. These actions lead to a higher degree of standardization in the construction process since they aim to reach a repetition of successful practice. A first step is therefore to develop rules and routines for stock control but then a second and obvious step is to follow them to reach standardization.

Quantitative and qualitative data indicate that the wastes in the construction process are extensive and this gives that an improved coordination could give the processes of "Trähus" a higher degree of standardization in the construction process and thereby a reduction of the total cost.

A conclusion is that the construction process of "Trähus" can be made more effective through the implementation of coordination mechanisms presented in this study. "Trähus" is a construction company within industrial construction and through showing how, from a logistics perspective, the construction process at "Trähus" can be made more effective it is also shown how logistics can enable industrialised construction.

Förord

Detta examensarbete med logistiskinriktning är en del av Lean Wood Engineering, i fortsättningen benämnt LWE. LWE är ett kompetenscenter för forskning och utveckling inom industriellt träbyggande, trämanufaktur och interiöra lösningar (Luleå tekniska universitet 2007). LWE är ett samarbete mellan Luleå tekniska universitet, Linköpings tekniska högskola, Lunds tekniska högskola, VINNOVA¹ och tolv företag inom bygg- och trämanufaktursektorn (Luleå tekniska universitet 2007). Ett av dessa företag, Setra Group², är det företag som detta examensarbete görs i samarbete med, på uppdrag av LWE genom Linköpings tekniska högskola.

Setra har ett stort intresse i att tillskansa sig fördjupade kunskaper om industrialiserat byggande i trä. De vill främja en ökad användning av trä och trävaruprodukter och arbetar kontinuerligt med produktutveckling och är följaktligen en potentiell leverantör av ingående material vid industrialiserat byggande i trä. Setra har utvecklat ett byggsystem för industrialiserat byggande av flervåningshus i trä, detta byggsystem heter Trälyftet³. Ett företag som i denna undersökning benämns "Trähus" är ett företag som ägnar sig åt industrialiserat byggande i trä och som det ges tillfälle att studera i denna undersökning.

Vi vill rikta ett stort tack till Dan Andersson som varit den akademiske handledaren under detta examensarbete och ett stort stöd på vägen. Vi vill också tacka opponenterna för värdefulla kommentarer. Avslutningsvis ett stort tack till Setra och "Trähus" för att ni bistått med er tid och för undersökningen viktig information.

Stockholm 2008-01-24



Stina Carlsson



Anna Nordin

¹ Statlig myndighet under näringsdepartementet med ansvarsområden innovationer, forskning och utveckling, <http://www.vinnova.se/Om-VINNOVA/>

² För information om Setra Group, se <http://www.setragroup.se/>

³ För information om Trälyftet, se <http://www.setragroup.se/templates/Page.aspx?id=1228>

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING	1
1.1	BAKGRUND.....	1
1.2	SYFTE.....	3
1.3	DIREKTIV.....	3
2	SITUATIONSBESKRIVNING	5
2.1	BYGGANDE I TRÄ.....	5
2.2	”TRÄHUS”.....	7
2.3	BYGGPROCESSEN.....	7
2.4	BYGGMARKNADEN I SVERIGE.....	10
2.5	INDUSTRIALISERAT BYGGANDE.....	11
3	REFERENSRAM	17
3.1	LOGISTIK.....	17
3.1.1	<i>Intern och extern koordination</i>	18
3.1.2	<i>Koordination och integration</i>	18
3.2	ATT KOORDINERA.....	20
3.2.1	<i>Olika typer av beroenden</i>	20
3.2.2	<i>Koordinationsmekanismer</i>	22
3.2.3	<i>Bristande koordination ger slöserier</i>	27
3.2.4	<i>Reducera den icke värdeskapande tiden</i>	28
3.3	ANALYSMODELL.....	30
4	UPPGIFTSPRECISERING	35
4.1	DET STUDERADE SYSTEMET.....	35
4.2	SYFTESNEDBRYTNING.....	39
5	METOD	49
5.1	TILLVÄGAGÅNGSSÄTT VID PLANERING.....	49
5.1.1	<i>Val av ansats</i>	49
5.1.2	<i>Val av metod för datainsamling</i>	50
5.2	TILLVÄGAGÅNGSSÄTT VID DATAINSAMLING OCH ANALYS.....	51
5.2.1	<i>Datainsamling</i>	51
5.2.2	<i>Analys</i>	52
5.3	TILLVÄGAGÅNGSSÄTT VID AVSLUT.....	55
5.4	METODKRITIK.....	55
6	DATA	59
6.1	ÖVERGRIPANDE FÖRUTSÄTTNINGAR I ”TRÄHUS” BYGGPROCESS.....	59
6.2	HUR BYGGPROCESSEN SER UT IDAG.....	61
6.2.1	<i>Inköp</i>	61
6.2.2	<i>Projektering</i>	65
6.2.3	<i>Produktionsförberedelse</i>	66
6.2.4	<i>Ingående logistik</i>	67
6.2.5	<i>Prefabricering – Yttervägg</i>	68
6.2.6	<i>Prefabricering – Golv och tak</i>	69
6.2.7	<i>Prefabricering – Innervägg</i>	70
6.2.8	<i>Prefabricering – Volymelement</i>	71
6.2.9	<i>Prefabricering</i>	74
6.2.10	<i>Utgående logistik</i>	75
6.2.11	<i>Montage</i>	76
6.2.12	<i>Färdigställande</i>	77
7	ANALYS	79
7.1	BEROENDEN I ”TRÄHUS” BYGGPROCESS.....	79
7.2	VAR I BYGGPROCESSEN SLÖSERIER UPPSTÅR.....	84
7.3	HUR BYGGPROCESSEN BÄTTRE KAN KOORDINERAS.....	94

7.3.1	<i>Koordination inköp - projektering</i>	96
7.3.2	<i>Koordination inköp – ingående logistik</i>	98
7.3.3	<i>Koordination försäljning - inköp</i>	100
7.3.4	<i>Kostnadseffekt</i>	101
8	SLUTSATSER	103
9	VIDARE REFLEKTIONER OCH REKOMMENDATIONER	107

FIGURFÖRTECKNING

FIGUR 1.	BYGGNADSPRISINDEX (DETTA MÅTT BEAKTAR PRODUKTIVITETS- OCH VINSTUTVECKLINGEN INOM BOSTADSPRODUKTIONEN) I RELATION TILL KONSUMENTPRISINDEX (SCB 2007)	2
FIGUR 2.	OLIKA TYPER AV ELEMENT. TILL VÄNSTER PLANELEMENT, TILL HÖGER VOLYMELEMENT (STUDIEBESÖK "TRÄHUS" 2007)	3
FIGUR 3.	VÄGGKONSTRUKTION I LÄTTVIKTSTRÄ TILL VÄNSTER, VÄGGKONSTRUKTION I MASSIVTRÄ TILL HÖGER (STUDIEBESÖK "TRÄHUS" 2007).....	5
FIGUR 4.	STANDARDISERADE VILLOR (HÖÖK 2005, s. 10)	6
FIGUR 5.	BESKRIVNING AV INDUSTRIALISERAT BYGGANDE I TRÄ I SVERIGE, BERGSTRÖM (2004, PAPER V s. 4) REFERERAR TILL BERGSTRÖM OCH STEHN (2004) (ERP: ENTERPRISE RESOURCE PLANNING).....	6
FIGUR 6.	BESKRIVNING AV HELA BYGGPROCESSEN INDELAD I FYRA FASER, FRITT FRÅN ADOLFI (2007)	8
FIGUR 7.	GENOMFÖRANDE VID TOTALENTREPRENAD, FRITT FRÅN NORDSTRAND (2000, s. 62).....	9
FIGUR 8.	EXEMPEL PÅ BYGGPROJEKT MED DE OLIKA TYPERNA AV AKTÖRER, FRITT FRÅN SARDÉN (2005, s. 11) ...	9
FIGUR 9.	MÖJLIGHETER ATT PÅVERKA ETT BYGGPROJEKT, FRITT FRÅN NORDSTRAND (2000, s. 112)	10
FIGUR 10.	OLIKA TYPER AV ELEMENT. TILL VÄNSTER PLANELEMENT, TILL HÖGER VOLYMELEMENT (STUDIEBESÖK "TRÄHUS" 2007)	12
FIGUR 11.	BYGGPROJEKTS KOMPLEXITET (BERTELSEN & SACKS 2007, s. 50).....	14
FIGUR 12.	ATT NÅ EN INTEGRERAD FÖRSÖRJNINGSKEDJA, FRITT FRÅN STEVENS (1989, s. 7).....	19
FIGUR 13.	KUNDER OCH LEVERANTÖRER I OLIKA LED.	19
FIGUR 14.	DELAT BEROENDE, TILL VÄNSTER DELNING AV GEMENSAM RESURS OCH TILL HÖGER GEMENSAMT BEROENDE AV EN TREDJE AKTIVITET, FRITT FRÅN HÅKANSSON OCH PERSSON (2004, s. 14).....	21
FIGUR 15.	SERIEBEROENDE, FRITT FRÅN HÅKANSSON OCH PERSSON (2004, s. 13).....	21
FIGUR 16.	ÖMSESIDIGT BEROENDE, FRITT FRÅN HÅKANSSON OCH PERSSON (2004, s. 14)	22
FIGUR 17.	HUR HÖG OSÄKERHET, HÖGT ANTAL INBLANDADE OCH HÖG GRAD AV BEROENDE PÅVERKAR BEHOVET AV OLIKA FORMER AV KOORDINATION, FRITT FRÅN VAN DE VEN ET AL. (1976).....	23
FIGUR 18.	EXEMPEL PÅ LEDTIDSANALYS MED VÄRDESKAPANDE RESPEKTIVE ICKE VÄRDESKAPANDE TID, FRITT FRÅN ARONSSON ET AL. (2004, s. 208) OCH PERSSON (1995, s. 20)	28
FIGUR 19.	TID SOM ADDERAR VÄRDE RESPEKTIVE KOSTNADER. GENOM ATT REDUCERA ICKE VÄRDESKAPANDE TID MINSKAS KOSTNADERNA, FRITT FRÅN CHRISTOPHER (2005, s. 159)	28
FIGUR 20.	GRAD AV BEROENDE OCH GRAD AV KOORDINATION	30
FIGUR 21.	HUR HÖG OSÄKERHET, HÖGT ANTAL INBLANDADE OCH HÖG GRAD AV BEROENDE PÅVERKAR BEHOVET AV OLIKA FORMER AV KOORDINATION, FRITT FRÅN VAN DE VEN ET AL. (1976).....	33
FIGUR 22.	DET STUDERADE SYSTEMET	38
FIGUR 23.	GRAD AV BEROENDEN I BYGGPROCESSEN	40
FIGUR 24.	SYFTESNEDBRYTNING – HUR SER BEROENDENA I "TRÄHUS" BYGGPROCESS UT?	41
FIGUR 25.	GRAD AV KOORDINATION I BYGGPROCESSEN	41
FIGUR 26.	SYFTESNEDBRYTNING – VAR BRISTER KOORDINATIONEN I "TRÄHUS" BYGGPROCESS?	43
FIGUR 27.	VAD SOM PÅVERKAR UNDER VILKA FORMER KOORDINATIONEN SKER, FRITT FRÅN VAN DE VEN ET AL. (1976)	45
FIGUR 28.	SYFTESNEDBRYTNING – VILKEN KOSTNADSREDUCERING KAN UPPNÅS GENOM FÖRBÄTTRAD KOORDINATION?.....	47
FIGUR 29.	"TRÄHUS" TÄNKTA ARBETSGÅNG ("TRÄHUS" 2007).....	60
FIGUR 30.	ALLT INGÅENDE MATERIAL TILL EN VILLA ("TRÄHUS" 2007)	64
FIGUR 31.	INKÖP	64
FIGUR 32.	PROJEKTERING	66
FIGUR 33.	PRODUKTIONSFÖRBEREDELSE	67
FIGUR 34.	INGÅENDE LOGISTIK.....	68
FIGUR 35.	TILL VÄNSTER YTTERVÄGGSLINAN OCH TILL HÖGER FÄRDIGA YTTERVÄGGAR (STUDIEBESÖK "TRÄHUS" 2007).....	69
FIGUR 36.	PREFABRICERING AV GOLV, TILL HÖGER SES FÖRBEREDELSE FÖR VIDARE INSTALLATIONER (STUDIEBESÖK "TRÄHUS" 2007).....	70

FIGUR 37. MONTERING PÅ VOLYMELEMENTLINAN AV EN INNERVÄGG (STUDIEBESÖK "TRÄHUS" 2007)	71
FIGUR 38. DE TRE VOLYMELEMENTLINORNA (STUDIEBESÖK "TRÄHUS" 2007)	72
FIGUR 39. VOLYMELEMENT, MONTAGE AV TAK, INSYN I EN MODUL SAMT ETT INSATT KÖK (STUDIEBESÖK "TRÄHUS" 2007)	73
FIGUR 40. PREFABRICERING	75
FIGUR 41. UTGÅENDE LOGISTIK.....	76
FIGUR 42. FÄRDIGMONTERADE TVÅPLANSVILLOR (STUDIEBESÖK "TRÄHUS" 2008).....	77
FIGUR 43. MONTAGE OCH FÄRDIGSTÄLLANDE.....	78
FIGUR 44. BEROENDENA MELLAN AKTIVITETERNA, ÖMSESIDIGT BEROENDE MARKERAS MED DUBBELPIL, INFORMATIONSFLÖDEN ÄR STRECKADE PILAR OCH MATERIALFLÖDEN HELDRAGNA PILAR	83
FIGUR 45. BEROENDENA MELLAN AKTIVITETERNA INKLUSIVE DE IDENTIFIERADE ONÖDIGA BEROENDENA MARKERADE MED RÖDA PILAR	83
FIGUR 46. IDENTIFIERING AV GRUNDORSAKER TILL DE TVÅ SLÖSERIERNA ÖVERFLÖDIGA PROCESSER I PREFABRICERINGEN SAMT VÄNTAN I MONTAGE OCH FÄRDIGSTÄLLANDE.....	89
FIGUR 47. GRAD AV BEROENDE OCH GRAD AV KOORDINATION	94
FIGUR 48. ANALYS AV KOORDINATIONSFORM INKÖP - PROJEKTERING	97
FIGUR 49. ANALYS AV KOORDINATIONSFORM INKÖP – INGÅENDE LOGISTIK	99
FIGUR 50. ANALYS AV KOORDINATIONSFORM FÖRSÄLJNING - INKÖP	100
FIGUR 51. DOLDA PROBLEM I BYGGPROCESSEN	108

TABELLFÖRTECKNING

TABELL 1. BEROENDEN OCH LÄMPLIGA KOORDINATIONSMEKANISMER (THOMPSON 1992)	22
TABELL 2. KOORDINATIONSMEKANISMER KOPPLADE TILL UNDER VILKEN FORM DE SKER	26
TABELL 3. KOORDINATIONSMEKANISMER KOPPLADE TILL UNDER VILKEN FORM DE SKER	32
TABELL 4. KOORDINATIONSMEKANISMER KOPPLADE TILL UNDER VILKEN FORM DE SKER	44
TABELL 5. RESPONDENTER VID DATAINSAMLING	52
TABELL 6. SAMMANSTÄLLNING AV BYGGPROCESSENS BEROENDEN	82
TABELL 7. SLÖSERIER OCH DESS OMFATTNING	86
TABELL 8. SLÖSERIER HÄRLEDDA TILL GRUNDORSAKER	91
TABELL 9. BEROENDEN SOM HANTERAS BRISTFÄLLIGT	92
TABELL 10. BEROENDEN SOM HANTERAS BRISTFÄLLIGT	95
TABELL 11. KOORDINATIONSMEKANISMER KOPPLADE TILL UNDER VILKEN FORM DE SKER	96

1 Inledning

I inledningen redogörs för bakgrunden till undersökningen och vidare presenteras undersökningens syfte. Kapitlet avslutas med för undersökningen givna direktiv.

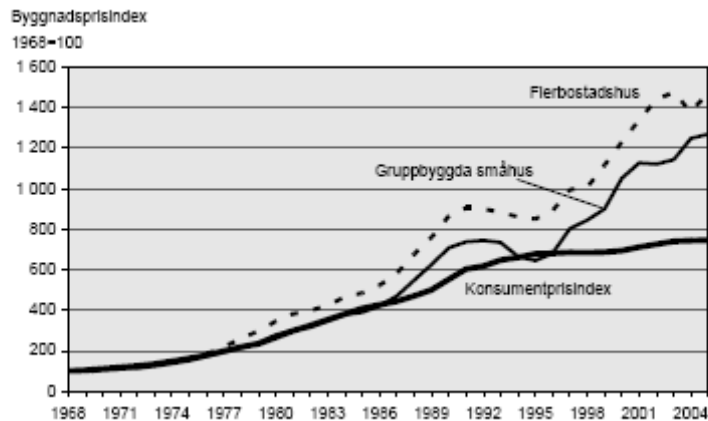
1.1 Bakgrund

År 2002 tillsattes en byggkommission av regeringen. Denna fick i uppdrag att utreda bygg- och anläggningssektorn. Bakgrunden till utredningen var ett flertal allvarliga fel i byggnader, kartellbildningar, svart arbetskraft samt en sedan länge pågående debatt om sjuka hus. Utredningen mynnade ut i åtgärdsförslag som bland annat syftade till att främja konkurrensen, hålla nere byggkostnaderna och höja kvaliteten inom sektorn. (Ericsson et al. 2002)

Den dominerande delen av tillverkningsarbetet vid byggande har historiskt sett skett ute på byggarbetsplatsen (Apleberger, Jonsson & Åhman 2007). Vid ett så kallat traditionellt bygge är många olika aktörer inblandade; elektriker, målare, snickare med flera. Varje nytt bygge ses som ett nytt projekt och lite lärdom dras mellan projekten. Borgbrant (2003) menar att det i den traditionella byggprocessen inte finns någon tanke på helheten från de olika aktörerna utan att varje part gör det som är avtalat, det är högt fokus på kortsiktig lönsamhet vid byggarbetsplatsen. Detta leder till mängder av gränssnitt och till stora förluster av information då kommunikationen mellan aktörerna är undermålig (Borgbrant 2003).

Enligt SCB (2007) ökade byggpriserna mer än konsumentprisindex mellan 1995 och 2005, se figur 1 nedan. Lutz och Gabrielsson (2002) menar att detta beror på att det i sektorn finns en statisk konkurrens som lett till att samma typ av produkter alltid har levererats på samma typ av sätt. Styrningen av flödena har alltså inte förändrats. Följden av detta har blivit prisökningar för att företagen i branschen ska kunna behålla sina marginaler, detta istället för att arbeta för en effektivisering av processerna och produkterna (Lutz & Gabrielsson 2002). Med många aktörer involverade blir det många prisökningar för att respektive aktör ska kunna behålla sina marginaler vilket resulterar i ett högt slutpris. Denna utveckling har kunnat fortskrida då slutkund har betalat det höga slutpriset vilket med kontinuerligt ökande bostadspriser inte har varit någon förlustaffär.

Figur 1 nedan visar på prisutvecklingen för nybyggnation. Medan konsumentprisindex har ökat med omkring 5 % mellan 1995-2005 så har byggnadsprisindex under samma period ökat med omkring 80 % (SCB 2007).



FIGUR 1. BYGGNADSPRISINDEX (DETTA MÅTT BEAKTAR PRODUKTIVITETS- OCH VINSTUTVECKLINGEN INOM BOSTADSPRODUKTIONEN) I RELATION TILL KONSUMENTPRISINDEX (SCB 2007)

Krav på lägre produktionskostnader, kortare byggtider, felfria produkter och längre garantitider i byggande är ständigt aktuella men beroende på hur mycket problemen uppmärksammas satsas det olika mycket från inblandade företag på att komma till rätta med problemen. Uppmärksammandet av problemen i byggbranschen genom byggkommissionens rapporter tillsammans med en bostadsbrist har lett till att intresset har ökat för alternativa sätt att bygga. (Apleberger et al. 2007)

För att kunna klara av de ökande kraven på lägre produktionskostnader, kortare byggtider, felfria produkter och längre garantitider kan industrialiserat byggande vara en lösning. Med industrialiserat byggande menas vanligtvis att vissa delar av byggarbetet flyttas från byggplatsen till en mer lämpad produktionsmiljö, till exempel en fabrik. Arbetet på byggarbetsplatsen innehåller då sammansättningsaktiviteter av olika förtillverkade delar; montering. (Apleberger et al. 2007) Förutom begreppet *industrialiserat byggande* används begreppet *industriellt byggande*. Industrialiserat byggande respektive industriellt byggande definieras lite olika av olika författare medan många inte gör någon skillnad mellan begreppen. Gemensamt för de båda begreppen är att det handlar om tillverkning i en sluten miljö samt montering på byggarbetsplatsen. I denna undersökning används begreppet industrialiserat byggande som här definieras som förtillverkning av byggelement och komponenter i fabrik för vidare montering på byggarbetsplatsen.

Industrialiserat byggande kan vara en lösning på problemen som finns i det traditionella byggandet under förutsättningen att man kan nå tillräckliga upprepnings- och skaleffekter (Apleberger et al. 2007). Detta dels i sättet man producerar men dels i designen av olika byggdelar och komponenter (Apleberger et al. 2007). Det krävs alltså en viss volym och en viss repetitivitet i det man gör för att nå lägre kostnader, kortare byggtider och så vidare. Brege, Johansson och Pihlqvist (2004) menar att det jämfört med traditionellt byggande i trä finns potential att sänka kostnaderna genom industrialiserat byggande i trä genom möjligheterna till en högre grad av prefabricering, förbättrad logistik samt en förbättrad konstruktionsprocess. Även Höök (2005) ser att det inte räcker att bara flytta in under tak och tillverka delarna där. Själva produktionsprocessen måste industrialiseras vilken förutsätter viss standardisering av såväl produkter som processer för att vara kostnadseffektiv. Detta utan att förlora flexibilitet och kund Anpassning.

Med logistik vill man uppnå kundnöjdhet till låg totalkostnad. Logistik definieras av Christopher (2005) som processen att, genom organisationen och dess marknadskanaler, strategiskt styra anförskaffningen, förflyttningen och lagringen av material, delar och färdiga produkter, samt tillhörande informationsflöde, på ett sätt som gör att nuvarande och framtida

lönsamhet maximeras genom ett kostnadseffektivt uppfyllande av order. En effektiv och strategisk styrning av material och information skulle kunna vara en förutsättning för att på ett bra sätt kunna bygga industrialiserat. Frågan som väcks är hur logistik kan möjliggöra industrialiserat byggande?

Det finns flera stora företag som ägnar sig åt industrialiserat byggande i diverse material, exempelvis trä eller betong. Exempel på företag som har pågående projekt eller tidigare haft projekt inom industrialiserat byggande är NCC och Skanska. Det rör sig dels om enplanshus och villor men även om flervåningshus. Fram till 1994 var det enligt lag förbjudet att bygga "Trähus" med fler än två våningar, detta på grund av brandfaran (Sardén 2005). I och med legaliseringen 1994 ökade intresset för konstruktion i trä. Setra Group, Sveriges största träindustriföretag som tillsammans med kompetenscentret Lean Wood Engineering är uppdragsgivare för detta examensarbete, har tagit fram ett byggsystem för flervåningshus i trä. Detta kallas Trälyftet. Trälyftet är ett byggsystem i massivträ för flervåningshus som är baserat på industrialiserat byggande med volymelement, se figur 2 nedan. I denna undersökning ges möjlighet att studera ett företag som i denna undersökning benämns "Trähus". "Trähus" är ett företag som förtillverkar delar i trä i fabrik för att vidare montera dessa på byggarbetsplatsen, enligt tidigare definition ägnar de sig åt industrialiserat byggande i materialet trä. "Trähus" har fabriker på två orter varifrån de levererar det som kunden önskar, från enskilda komponenter som ytter- och innerväggelement, planelement, till kompletta volymelement och färdigmonterade byggnader ("Trähus" 2007). I figur 2 nedan illustreras plan- respektive volymelement.



FIGUR 2. OLIKA TYPER AV ELEMENT. TILL VÄNSTER PLANELEMENT, TILL HÖGER VOLYMELEMENT (STUDIEBESÖK "TRÄHUS" 2007)

Frågan hur logistik kan möjliggöra industrialiserat byggande är ställd. Med "Trähus" finns vidare ett företag som ägnar sig åt just industrialiserat byggande i trä. En möjlighet ges att studera "Trähus" byggprocess ur ett logistiskt perspektiv för att utreda hur denna kan effektiviseras. Detta för att kunna svara till hur logistik kan möjliggöra industrialiserat byggande.

1.2 Syfte

Syftet med denna undersökning är att utreda hur, ur ett logistiskt perspektiv, "Trähus" byggprocess kan effektiviseras.

1.3 Direktiv

Det är byggprocessen vid byggande av hus med volymelement och inte planelement som studeras, detta efter direktiv från Setra och "Trähus".

Detta direktiv att det är produktionen av volymelement som studeras och inte produktionen av planelement får konsekvenser för undersökningens resultat. Produktionen av volymelement är relativt ny medan produktion av planelement är något som "Trähus" ägnat sig åt under lång

tid. En konsekvens av detta direktiv är att det finns en risk att vissa av de problem med koordinationen som identifieras kan vara problem som existerar för att verksamheten är ny och man inte helt har kommit i ordning. Hade även produktionen av planelement studerats hade de en jämförelse kunnat göras för att visa på vilka problem som är generella i "Trähus" byggprocess och vilka som är unika för produktionen av volymelement. Direktivet ges då det för Setra och "Trähus" är mer intressant att utreda hur produktionen av volymelement kan effektiviseras. Konsekvensen är att resultatet blir begränsat och mindre generaliserbart i fråga om hur logistik kan möjliggöra industrialiserat byggande. Detta då undersökningen endast ger information om fallet industrialiserat byggande med volymelement.

2 Situationsbeskrivning

För att ge en djupare förståelse för situationen beskrivs i detta kapitel byggande i trä, "Trähus", byggprocessen och hur den kan organiseras samt dess delar och aktörer, den svenska byggmarkanden och industrialiserat byggande.

2.1 Byggande i trä

Byggande av flervåningshus, hus med fler än två våningar, i trä var förbjudet fram till 1994. Förbudet infördes i slutet av 1800-talet efter ett antal stora stadsbränder under 1700- och 1800-talet. Idag är det tillåtet att bygga "Trähus" med fler än två våningar under förutsättning att de regler som finns efterföljs. De krav som ställs på svenska byggnader idag är stabilitet, brandsäkerhet, hygien, hälsa och miljö, säkerhet, ljudisolering samt energieffektivitet och isolering. (Sardén 2005)

Förbudet mot att bygga flervåningshus i trä främjade användandet av andra material som betong och stål samtidigt som ingen utveckling skedde av avancerade konstruktioner i trä. Även idag är stål och betong de material som främst används vid byggande av flervåningshus och materialen svarar till ställda krav efter år av utveckling och skickliga tillverkare. (Höök 2005)

Det finns enligt Höök (2005) två slags byggsystem i trä; det i lättviktsträ samt det i massivträ. Med lättviktsträ avses en konstruktion med trästomme som vidare fylls med någon form av isolering, till exempel gullfiber. För att det ska bli en vägg sätts sedan skivor på båda sidorna som alltså innesluter isoleringen. Figur 3 nedan visar till vänster en halvfärdig vägg enligt byggsystemet lättviktsträ. En konstruktion i massivträ är som det låter en massiv träkonstruktion, istället för isolering består exempelvis väggarna av på varandra ihopsatta brädor med luftfickor för att möjliggöra dragnings av exempelvis el. En vägg i massivträ återfinns till höger i figur 3 nedan.



FIGUR 3. VÄGGKONSTRUKTION I LÄTTVIKTSTRÄ TILL VÄNSTER, VÄGGKONSTRUKTION I MASSIVTRÄ TILL HÖGER (STUDIEBESÖK "TRÄHUS" 2007)

Massivträ användes historiskt sett mycket i Sverige men i och med förbudet mot byggnation av flervåningshus i trä försvann användningen och tanken på den typen av konstruktion återupptogs inte förrän 1994, idag används den främst vid byggnation av flervåningshus (Sardén 2005). När det gäller enfamiljshus (med högst två våningar) har Sverige en lång

tradition av huskonstruktion med lättviktsträstomme, 74 % av alla enfamiljshus byggda mellan år 1990 - 2002 är byggda på detta sätt (Bergström 2004). Denna konstruktion har, enligt Höök (2005), sedan 70-talet varit mer kostnadseffektiv än liknande hus i betong eller stål. Att använda sig av standardiserade prefabricerade plan- och volymelement har blivit alltmer utbredd vid konstruktion av denna typ av hus, se figur 4 nedan (Höök 2005). Vad gäller flervåningshusen byggda med trästomme är siffran lägre (Bergström 2004), denna marknad domineras istället av ett fåtal stora företag som huvudsakligen använder sig av stål och betongkonstruktioner. Företag som använder en industrialiserad process vid konstruktion av "Trähus" har ännu inte fokuserat på flervåningshus men Bergström (2004) ser att en potential finns för industrialiserat byggande av flervåningshus i trä.



FIGUR 4. STANDARDISERADE VILLOR (HÖÖK 2005, s. 10)

Bergström (2004) refererar till Bergström och Stehn (2004) som har gjort en undersökning bland svenska företag som ägnar sig åt industrialiserat byggande i trä. Undersökningen delar upp företagens verksamhet i fem dimensioner (A-E) och olika nivåer av komplexitet (1-4). N är antalet företag per svarsalternativ. Resultatet av undersökningen sammanfattas i figur 5 nedan.

Key-characteristic	Level	Description	(%)	N
A Customisation approach	1	Customised standard products	31	15
	2	Customised products	69	33
B Main product	1	Garages, cottages, and sheds	17	8
	2	One-family detached houses	67	32
	3	Multi-family dwellings, schools, and offices ≤2 storeys	12	6
	4	Multi-family dwellings, schools, and offices >2 storeys	4	2
C Production method	1	Building element manufacturer	67	32
	2	Volume element manufacturer	33	16
D Company size	1	Small (annual turnover < € 10 M)	58	28
	2	Medium-sized (annual turnover < € 50 M)	38	18
	3	Large (annual turnover ≥ € 50 M)	4	2
E ERP approach	1	Uses no system, will not implement	50	24
	2	Uses no system, will implement	19	9
	3	MRP system user	19	9
	4	ERP system user	12	6

FIGUR 5. BESKRIVNING AV INDUSTRIALISERAT BYGGANDE I TRÄ I SVERIGE, BERGSTRÖM (2004, PAPER V s. 4) REFERERAR TILL BERGSTRÖM OCH STEHN (2004) (ERP: ENTERPRISE RESOURCE PLANNING)

I figur 5 ovan kan utläsas att flest små och medelstora företag deltagit i undersökningen och att flertalet av företagen ägnar sig åt en kundfokuserad tillverkning. Klart flest företag har enfamiljshus som huvudprodukt. Tillverkningen av volymelement är vid tidpunkten för undersökningen inte särskilt utbredd. Bergström (2004) ser att en trolig anledning till att industrialiserat byggande i trä ökat i popularitet är en ökad kundfokus men höjer ett varnande finger för att om detta är det enda i fokus nyttas resurserna dåligt på grund av att möjligheterna att uppnå effektiva produktionsprocesser begränsas.

2.2 "Trähus"

"Trähus" är ett privatägt företag som har funnits sedan ett tiotal år tillbaka. Verksamheten har sedan starten bestått av byggande i trä. "Trähus" är enligt tidigare definitioner en byggentreprenör och ägnar sig åt industrialiserat byggande i trä. De prefabricerar i fabrik och monterar på byggarbetsplatsen.

För "Trähus" är det viktigt att vara flexibla, att kunna producera och leverera det kunden önskar, men samtidigt standardiserade. Det gäller att i samråd med kunden komma fram till en lösning som passar "Trähus" produktion samtidigt som kunden är nöjd. Detta är en utmaning för företaget i enlighet med vad som tidigare nämnts om kundanpassning och standardisering. Deras kunder är kommersiella byggherrar, alltså inte privatpersoner, i Sverige och Norge men all produktion sker i Sverige. "Trähus" har två fabriker samt ett huvudkontor, dessa tre enheter återfinns på olika platser i Sverige. På huvudkontoret sitter ett tiotal personer som förutom ledningen arbetar med administration, inköp, försäljning och teknik. ("Trähus" 2007)

Den ena fabriken ligger precis bredvid ett sågverk varifrån ca 90 % av virket levereras till de båda fabrikena. Detta beror mycket på att "Trähus" vill ha virke av samma kvalitet i det de bygger. "Trähus" har nyligen börjat färdigkapa virke i den fabrik som ligger i anslutning till sågverket så att det är färdigt att använda direkt i prefabriceringen. Virket färdigkapas efter de mått som behövs i prefabriceringen och detta färdigkapade virke skickas till båda fabrikena. (Studiebesök "Trähus" 2007)

"Trähus" bygger idag huvudsakligen i lättviktsträ och byggnaderna är idag inte av slaget flervåningshus utan byggnader i ett till två plan. Det som studeras i denna undersökning är enligt tidigare tillverkning av volymelement och det är byggnader i ett till två plan i lättviktsträ. (Studiebesök "Trähus" 2007) Dessa hus kan i princip vara helt klara att flytta in i efter montage. Alla installationer är gjorda i volymelementen och behöver bara kopplas ihop vid monteringen och till exempel kan badrum och kök göras klart i fabriken. Ibland kan det, ofta rent ekonomiskt, vara svårt att göra klart allt i volymelementen i fabriken vilket då resulterar i att material levereras med volymelementen till byggarbetsplatsen och där görs det sista klart. Tapetsering är ett av dessa moment i och med att tapeter är mycket känsliga vid förflyttning, det kan enkelt uppstå sprickor ("Trähus" 2007).

Det finns företag som tillverkar det man kallar kataloghus, ett exempel är Älvsbyhus¹. Med detta menas att de har ett fåtal standardiserade produktalternativ som kund kan välja mellan. Ofta är kunderna privatpersoner. "Trähus" är inte ett företag av denna typ utan ser ett värde i att kunna vara flexibla gentemot kund och de riktar sig heller inte mot privatpersoner. Man försöker dock i största möjliga mån att styra kunds önskemål mot lösningar som passar den produktion man har ("Trähus" 2007).

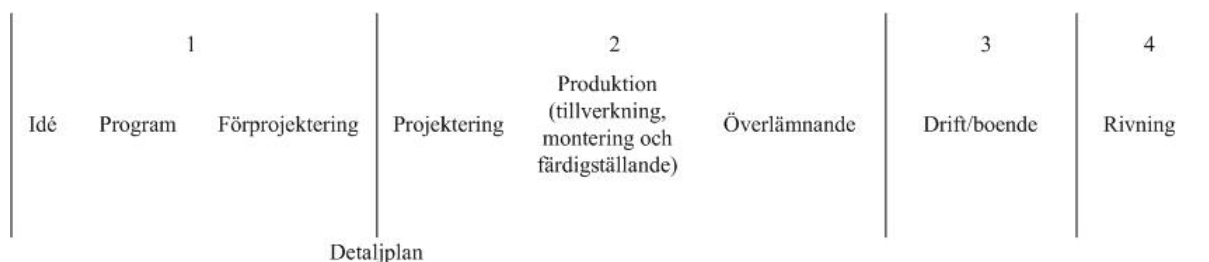
2.3 Byggprocessen

Under bondesamhället på 1800-talet byggde var och en det de behövde. Med tiden har husbyggandet blivit mer och mer tekniskt komplicerat med installationer av gas, centralvärme, WC och el vilket har krävt inblandning av fler aktörer i processen. Detta då byggmästaren själv inte klarade av att hålla en tillräckligt hög kompetensnivå för att få behörighet att utföra dessa arbeten. De entreprenörer som kom in på marknaden var dels el-entreprenörer och dels de som gick under förkortningen VVS entreprenörer, vatten-, värme-

¹ För mer information om Älvsbyhus, se <http://www.alvsbyhus.se/>

och sanitetsarbets entreprenörer. (Nordstrand 2000) Idag står VVS för värme, ventilation och sanitet.

Lutz och Gabrielsson (2002) beskriver att förutom själva byggandet innefattar byggprocessen också planering av bebyggelsen, finansiering, projektering samt förmedling och förvaltning av bostäder. Detta definieras som byggprocessens värdekedja (Lutz & Gabrielsson 2002). Bengt Adolphi, sakkunnig på Setra, (2007) menar att byggprocessen egentligen kan sträcka sig ännu längre, från en idé om att något ska byggas till att det som byggs rivs. I figur 6 nedan visas denna process uppdelad i fyra faser efter beskrivning av Adolphi (2007). I fas 1 kan byggprojektet fortfarande avbrytas men väl i fas 2 avbryts inte ett projekt (Adolphi 2007). Det ska poängteras att denna bild inte tidsmässigt visar hur stora de olika faserna är. Det kan variera från fall till fall men det är inte ovanligt att fas 2 är den tidsmässigt kortaste efter fas 4. Fas 1 kan ta flera år.

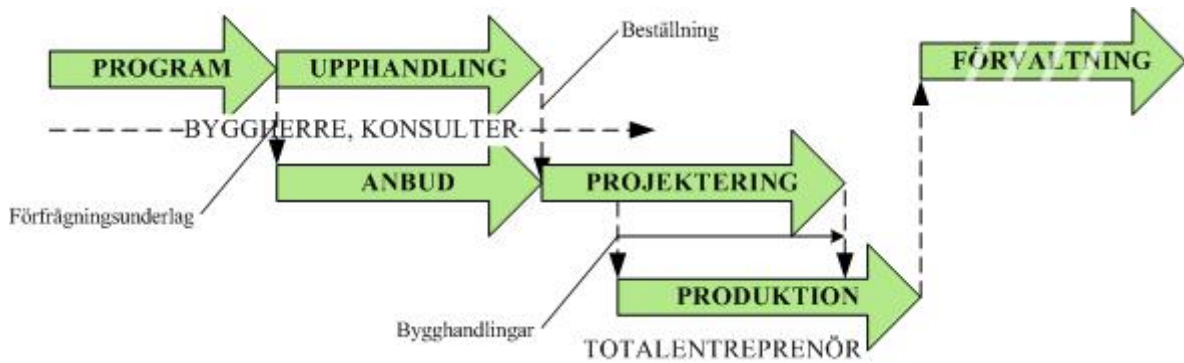


FIGUR 6. BESKRIVNING AV HELA BYGGPROCESSEN INDELAD I FYRA FASER, FRITT FRÅN ADOLFI (2007)

Nordstrand (2000) definierar olika begrepp som är vanligt förekommande och tidvis förvirrande i byggprocessen. Byggherre är vanligtvis den som beställer bygget, det kan vara en privatperson såväl som ett företag eller en myndighet, och är ofta den framtida ägaren till byggnadsverket. Byggherren kan bygga själv eller låta en byggentreprenör göra det, i detta fall sluts ett entreprenadavtal mellan byggherren och byggentreprenören. Det som förr kallades byggmästare är det som idag omnämns byggentreprenör. (Nordstrand 2000) Det är alltså vanligtvis byggherren som i fas 1 får en idé, se figur 6 ovan.

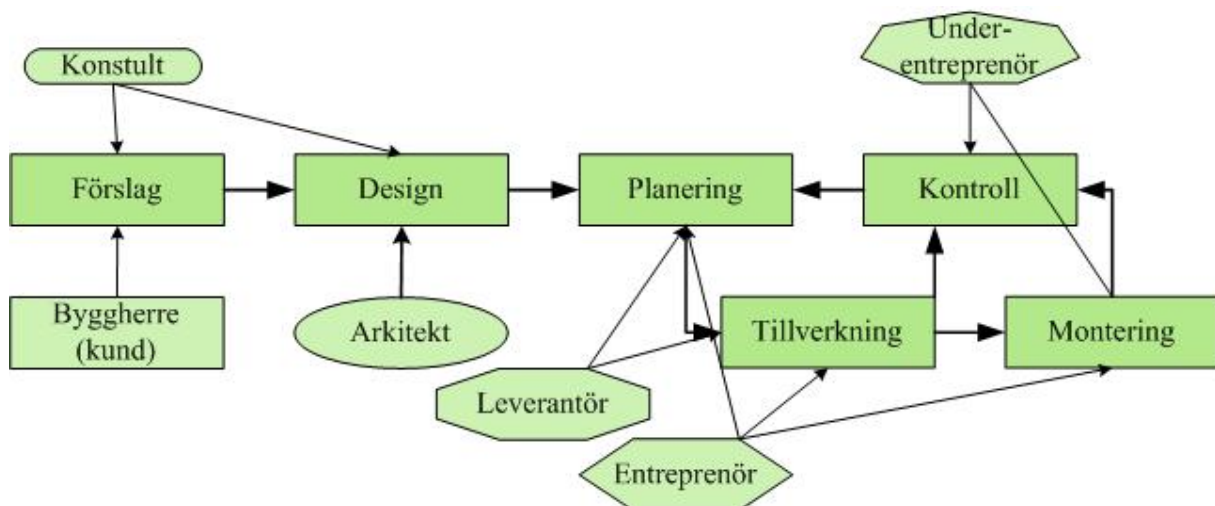
Ett byggprojekt utgår från att det finns ett behov av lämpliga lokaler för en viss verksamhet. Ibland är det politiska beslut som ligger bakom, i detta fall är det statliga myndigheter eller företag som genomför projekten. I andra fall är det ofta de som representerar de framtida användarna som startar projektet, exempelvis företag eller privatpersoner. Det har blivit allt vanligare att byggentreprenörer kan erbjuda ett helhetsåtagande, det vill säga allt från inköp av mark till försäljning av exempelvis bostadsrätterna. Byggprojekt kan organiseras på olika sätt, nedan illustreras och beskrivs formen totalentreprenad som nämns ovan (Nordstrand 2000). Denna form beskrivs då det är den form som mest överensstämmer med "Trähus" verksamhet (Adolphi 2007). Övriga entreprenadformer återfinns i Bilaga II – Entreprenadformer.

Vid totalentreprenad utreder byggherren själv (med en projektledare) vilka krav som ska ställas på den färdiga byggnaden. Dessa krav kan röra allt från antal rum till ventilationskrav och bildar tillsammans ett ramprogram. Ramprogrammet är sedan underlaget vid upphandlingen av totalentreprenaden där totalentreprenören ska projektera såväl som bygga med en egen projektledare. Denna typ av entreprenader kan upphandlas i konkurrens alternativt beställas direkt av en entreprenör. (Nordstrand 2000) Totalentreprenad illustreras i figur 7 nedan.



FIGUR 7. GENOMFÖRANDE VID TOTALENTREPRENAD, FRITT FRÅN NORDSTRAND (2000, s. 62)

Sardén (2005) beskriver ett byggprojekt som ett nätverk av olika typer av aktörer. Om flera byggprojekt studeras kan det konstateras att det är ett konstant antal typer av aktörer inblandade, dessa är byggherre, konsult, entreprenör, arkitekt, leverantör och underentreprenör. I ett mer kortsiktigt perspektiv, ett projekt, ändras nätverkets form under projektets gång och det är olika aktörer inblandade vid olika stadier i projektet. Dessutom är det olika form på nätverket beroende på vilken typ av projekt det handlar om (Sardén 2005). Figur 8 nedan illustrerar hur Sardén (2005) beskriver ett exempel på ett byggprojekt med olika aktörer inblandade i olika stadier.



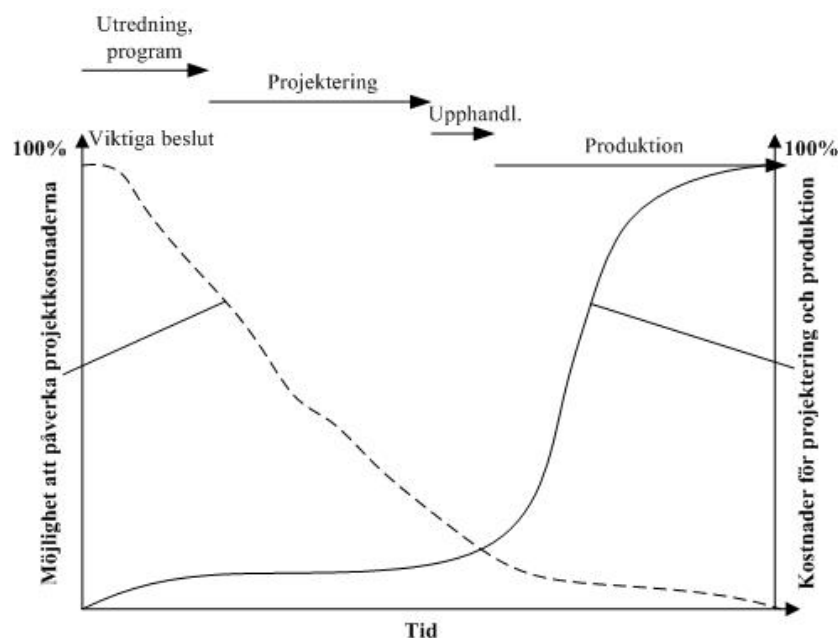
FIGUR 8. EXEMPEL PÅ BYGGPROJEKT MED DE OLIKA TYPERNA AV AKTÖRER, FRITT FRÅN SARDÉN (2005, s. 11)

Adolfis (2007) beskrivning av en byggprocess, figur 6, Nordstrands beskrivning av de olika entreprenadformerna, figur 7 och Bilaga II - Entreprenadformer samt Sardéns beskrivning av nätverket vid ett byggprojekt, figur 8, är alla olika slags beskrivningar av byggprocessen. I Adolfis (2007) beskrivning av byggprocessen involveras olika aktörer i olika faser beroende av hur byggprojektet organiseras vilket Nordstrand (2000) beskriver. Vidare inkluderar Sardén (2005) i en större utsträckning nätverket av aktörer i olika delar av ett byggprojekt.

Enligt Adolphi (2007) finns det när det handlar om byggnation av bostäder framförallt två typer av byggherrar. Dessa använder sig av olika typer av entreprenad; förvaltningsbyggherre och försäljningsbyggherre. En förvaltningsbyggherre använder sig huvudsakligen av utförandentreprenad, alternativt totalentreprenad, och byggnationen blir hyresrätter. Förvaltningsbyggherren kommer, som namnet antyder, även att förvalta byggnaderna och söker följaktligen låga löpande kostnader vilket kräver att byggnaden är av bra kvalitet. Ett exempel på förvaltningsbyggherre är ett bostadsbolag som anlitar en entreprenör, exempelvis

Skanska hus², för att bygga hyreshus. En försäljningsbyggherre använder sig huvudsakligen av totalentreprenad och byggnationen blir bostads- alternativt äganderätter. Detta ger att en låg investeringskostnad eftersträvas då vinsten görs vid försäljning. Här kan ett exempel vara NCC Boende³, en byggherre, som anlitar NCC Construction⁴ som totalentreprenör. (Adolfi 2007) I fallet ”Trähus” är det främst försäljningsbygggherrar som är kunder och entreprenadformen som studeras är totalentreprenad.

Ett byggnadsprojekt kräver en ordentlig projektering då det är väldigt många olika aspekter att ta hänsyn till, bland dessa kan nämnas lagar, krav, kostnader och tidsram (Nordstrand 2000). De inledande besluten är de viktigaste då det är svårt att påverka kostnaderna i de senare stegen i ett byggprojekt (Nordstrand 2000). Figur 9 nedan illustrerar möjligheterna att påverka ett byggprojekt, i detta fall från utredning till och med produktion, i byggprojektets olika stadier och motsvarande kostnadsutveckling. Detta visar på hur viktiga de första delarna av ett byggprojekt är och att de påverkar de senare. Det finns alltså ett beroende mellan projektets olika aktiviteter, det som görs tidigt i processen och de beslut som tas där påverkar sedan den fortsatta processen. Dessutom är det, om kostnadsutvecklingen studeras, av vikt att optimera styrningen av processer för att hålla nere kostnaderna i största möjliga mån.



FIGUR 9. MÖJLIGHETER ATT PÅVERKA ETT BYGGPROJEKT, FRITT FRÅN NORDSTRAND (2000, s. 112)

2.4 Bygghandeln i Sverige

Enligt Byggindex (2007) sysselsattes 293 000 personer i byggverksamhet i juli 2007 vilket motsvarar 6,3 % av den totala sysselsättningen i Sverige.

Byggentreprenadmarknaden karaktäriseras av ett fåtal dominerande företag som har en nationell verksamhet, bland dessa kan Skanska Hus, PEAB Sverige AB⁵ och NCC Construction nämnas. Till detta kommer många små aktörer. Dessa små aktörer är ofta specialiserade på reparationer och får hantera mindre kunniga kunder i form av privatpersoner och bostadsrättsföreningar. Denna struktur ger en konkurrenssituation som är tvärdelad och helt beroende av om det handlar om små eller stora projekt. Små företag har ingen möjlighet att

² För mer information om Skanska hus, se http://www.skanska.se/skanska/templates/page_273.aspx

³ För mer information om NCC Boende, se <http://www.boende.ncc.se/Templates/StartPage.aspx?id=122>

⁴ För mer information om NCC Construction, se http://www.ncc.se/templates/GenericPage_2531.aspx

⁵ För mer information om PEAB Sverige AB, se http://www.peab.se/Om_Peab/Koncernen/Bygg/Sverige

konkurrera om stora projekt medan de stora aktörerna är verksamma i både stora som små projekt. Inom andra branscher är det vanligt att småföretag samarbetar under ett gemensamt varumärke, exempelvis ICA. Detta är ovanligt i byggsektorn vilket leder till att det inte kan nås några skalfördelar utan varje enskild aktör måste producera, handla upp material, se till att materialflödena fungerar, kalkylera, söka upp köpare, samt planera och styra byggprocessen och själva byggandet. Till detta kommer all administration. Följden är att ingen tid finns till exempelvis marknadsföring och produktutveckling. (Lutz & Gabrielsson 2002)

Geografiskt sett är marknaden mer uppdelad än någonsin i områden med hög tillväxt, långsam tillväxt samt områden med tillbakagång. De stora aktörerna agerar i områden med hög tillväxt och de undviker ofta att agera i samma områden som varandra vilket gör konkurrensen begränsad och priserna höga. Motsatt förhållande gäller på andra marknader där både de nationella och regionala aktörerna konkurrerar vilket pressar priserna. (Lutz & Gabrielsson 2002)

2.5 Industrialiserat byggande

Som nämns i kapitel 1.1 *Bakgrund* finns det olika definitioner på vad som menas med industrialiserat byggande och det görs även en uppdelning av vissa författare mellan begreppet industrialiserat byggande och industriellt byggande. En uppdelning av begreppen är inte av intresse för denna undersökning utan vad som menas här med industrialiserat byggande är förtillverkning av byggelement, i denna undersökning mer specifikt volymelement, och komponenter i fabrik för vidare montering på byggarbetsplatsen.

Det pratas mycket om konceptet industrialiserat byggande inom svensk byggindustri och projektnyheter står att läsa om på flera av de stora svenska byggföretagens hemsidor:

”Vi har effektiviserat inköpet och industrialiserat hela byggprocessen – idag pratar vi om en monteringsplats istället för en byggarbetsplats” (Skanska ModernaHus 2007)

På NCCs hemsida stod att läsa den 6 september 2007:

”Aldrig tidigare har tekniken att bygga förändrats så genomgripande” (NCC Komplet 2007 I)

Dock gick det inte riktigt enligt plan och den 2 januari 2008 kunde följande läsas på NCCs hemsida:

”- NCCs satsning på industriellt bostadsbyggande i fabrik var viktig för NCC och för hela byggbranschen. NCC Komplet skulle sänka byggkostnaderna för flerbostadshus radikalt. Detta bedöms idag inte vara möjligt. Det är svårare, tar längre tid och kostar mer än vi räknade med från början. Projektet har däremot gett oss viktig kunskap som i sin tur ger oss framtida konkurrensfördelar. Sammantaget har NCC under fem år investerat och tagit kostnader på drygt 1 miljard kronor i projektet” (NCC Komplet 2007 II)

Som namnet industrialiserat byggande antyder vänds blickarna mot industrin och möjligheterna att dra lärdomar från denna. Det har historiskt sett redan gjorts försök i området, ett exempel är det så kallade miljonprojektet i Sverige på 60-talet då en miljon bostäder skulle byggas under en tioårsperiod. Under de tio år som projektet pågick utvecklades förtillverkningen av exempelvis väggelement och ett antal fabriker för just elementtillverkning etablerades. Alltså skulle projektet kunna ses som lyckat ur ett industrialiserat perspektiv. Fokus under miljonprogrammet låg på teknik, inte på önskemål från dem som sedan skulle bebo bostäderna, varför programmet och industrialiserat byggande kom att förknippas med dåliga och enformiga boendemiljöer. Detta ledde till ett motstånd mot en mer industrialiserad byggprocess vilket kan ses som ett misslyckande. (Apleberger et al. 2007)

De problem som lyfts fram av den kommission som tillsattes år 2002 i kombination med bostadsbrist har återigen närt intresset för en industrialiserad byggprocess. (Apleberger et al. 2007) Vad innebär då en industrialiserad byggprocess?

Enligt ovan definieras industrialiserat byggande som förtillverkning av byggelement och komponenter i fabrik för vidare montering på byggarbetsplatsen. Ett flertal fördelar med att lägga en stor del av tillverkningen i fabrik påpekas av flera författare. Gibb (2001) menar att genom att flytta tillverkningen till en fabriksmiljö fås en mer kontrollerbar omgivning och bättre möjligheter att förbättra säkerhet, produktivitet och kvalitet. Apleberger et al. (2007) ser att produktion i en fabrik ger större möjligheter att använda tekniska hjälpmedel vilket kan reducera krävande arbetsmoment. En annan logisk fördel är att tillverkning inomhus ger skydd mot väder och vind och andra yttre störningsmoment.

Prefabricering kan ske i olika grad och Apleberger et al. (2007) gör en uppdelning i komponenter, moduler, planelement och volymelement. Björnfot och Sardén (2006) använder definitionen element istället för planelement men använder volymelement i enlighet med de tidigare författarna. Bergström (2004) identifierar även han två typer av element; byggnadselement samt volymelement. Härefter används begreppen planelement och volymelement, dessa illustreras i figur 10 nedan. Med planelement avses något som är tvådimensionellt, exempelvis väggar, golv och tak (Bergström 2004, Höök 2005, Gibb 2001) medan volymelement är en tredimensionell konstruktion. Vid tillverkning av volymelement görs även installationer av el, vatten, ventilation etc. så att endast små kompletteringar samt kopplingar behöver göras på byggarbetsplatsen (Sardén 2005). De prefabricerade elementen transporteras efter tillverkning i fabrik till byggarbetsplatsen för montering.



FIGUR 10. OLIKA TYPER AV ELEMENT. TILL VÄNSTER PLANELEMENT, TILL HÖGER VOLYMELEMENT (STUDIEBESÖK "TRÅHUS" 2007)

För att nå målen med industrialiserat byggande räcker det inte att bara byta arbetsmiljö, det gäller att industrialisera själva byggprocessen. Lean construction är ett begrepp som handlar om att applicera och anpassa principerna för lean production till byggindustrin. Detta anses vara möjligt om en balans mellan standardisering och flexibel kundanpassning kan uppnås. (Bergström 2004, Sardén 2005, Gibb 2001)

Standardisering definieras som *".../ the extensive use of components, methods or processes in which there is regularity, repetition and a background of successful practice and predictability."* (Gibb 2001, s. 308)

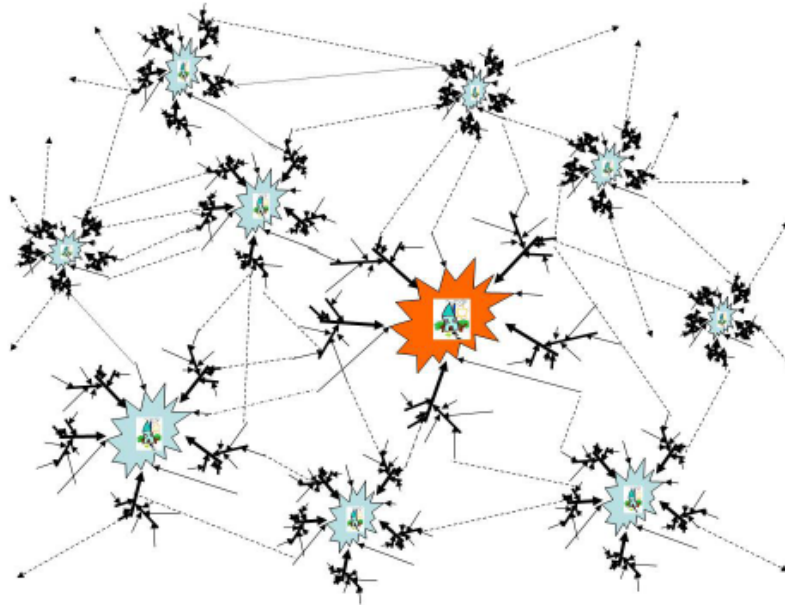
Standardisering kan enligt ovan appliceras på såväl produkter och metoder som processer och det handlar om att repetera något som är lyckat och som man vet fungerar. Det kan vara att produkten ser ut på samma sätt varje gång eller att ett arbetsmoment utförs på samma sätt varje gång. Det kan också vara att man på processnivå har en standard för hur man arbetar. Det handlar alltså inte om att man måste ha en väldigt standardiserad produkt utan det handlar om standardisering på alla nivåer i byggprocessen, något som ska vara genomgående. Vidare handlar det om repetition, att man gör på samma sätt varje gång. Ett dåligt utförande skulle

alltså hypotetiskt sett kunna göras till ett standardutförande som görs om flera gånger men enligt definitionen ovan av standardisering ska det vara något lyckat som repeteras.

Lean production blev ett uttryck i beskrivningen av Toyotas tillverkning och handlar om att eliminera slöseri för att nå en effektiv process. Detta genom att alltid ställa sig frågan vad kunden vill ha ut av processen och definiera svaret på frågan som värde. Efter detta kan en analys göras av vad i processen som är värdeskapande och vad som inte är det, de senare aktiviteterna ska elimineras. Det handlar om att kontinuerligt förbättra. Slöserier som kan elimineras kan vara överproduktion av produkter, väntan, onödiga transporter, överflödiga processer, överflödigt lager, onödiga förflyttningar och felaktiga produkter. (Liker 2004)

Vid försök att dra lärdom av exempelvis bilindustrin krävs en medvetenhet om de skillnader som finns mellan denna och byggindustrin. I byggindustrin handlar tid ofta om dagar eller veckor medan den traditionella tillverkningsindustrin snarare mäts i minuter eller timmar och kan ofta lätt fångas i statistik. (Fearne & Fowler 2006) Bygg är en projektbaserad industri som karakteriseras av komplexitet och osäkerhet medan bilindustrin karakteriseras av massproduktion. Här kan argumenteras att även en bil bör ses som en komplex produkt men enligt Bertelsen, Henrich, Koskela och Rooke (2007) är denna komplexitet inbyggd i produktionssystemet. Med detta menas att alla produktvarianter och anpassningar har tagits i beaktning vid utformandet av produkt och produktionssystem. Detta ger att produktionssystemet på det hela taget är detsamma oberoende av vilken produkt som produceras och att utrymmet för faktisk improvisation är väldigt litet. Ett exempel kan alltså vara produktion av bilar. Det finns olika modeller och olika varianter av varje modell, kunden kan kanske också göra vissa val för att få en kundanpassad bil. Dock är alla dessa variationer medtagna i produktionssystemet. Det är kundanpassad massproduktion. Studeras istället projektproduktion, som kan ses vara massproduktionens raka motsats, ges obegränsade möjligheter till designer och klient då varje projekt är unikt. Detta ger istället i sin tur krav på en ny design av produktionssystemet, i extremfallet en ny design för varje nytt projekt. Dock är det troligt att ingående delar i projektet, exempelvis komponenter, är massproducerade (Bertelsen et al. 2007). Detta ger att byggindustrin skiljer sig från den traditionella industrin, inte bara på grund av att det ofta rör sig om mer otypliga produkter utan också för att det handlar om en annan typ av produktion (Bertelsen et al. 2007). Vid industrialiserat byggande krävs en större grad av standardisering just för att varje produkt inte ska kräva en helt ny design av produktionssystemet. Det måste gå att genomföra aktiviteterna på ett standardiserat sätt och ha en övergripande process som också den är standardiserad.

Ett byggprojekt kännetecknas av stor komplexitet. Detta då det består av komplexa produkter och en komplex process bestående av många flöden. Det kan vara lämpligt att se på byggprocessen enligt figur 11. Denna illustrerar de ingående flödena som föder processen. Vidare illustreras att vissa av flödena också är flöden i en annan byggprocess. Ett exempel kan vara en underentreprenör som är anlitad i flera olika byggprojekt parallellt. Det kanske handlar om att kontrollera dessa flöden snarare än att kontrollera själva processen? Det är vid varje tidpunkt ett flöde som är det kritiska flödet för att processen ska kunna fortgå. Exempel på flöden kan vara material, information, arbetare och utrustning. Även aktiviteter som måste utföras i ett föregående steg kan ses vara ett flöde in i nästa steg. (Bertelsen & Sacks 2007)



FIGUR 11. BYGGPROJEKTS KOMPLEXITET (BERTELSEN & SACKS 2007, s. 50)

När viss tillverkning flyttas in i en fabrik kan det bli lättare att hantera denna komplexitet. Materialflödet kan ändras då det i fabrik finns andra möjligheter att lagra materialet eller att köpa in material till flera byggnader. Även arbetsflödet kan på ett enklare sätt planeras och hanteras, det behöver inte nödvändigtvis ses som ett flöde när arbetet sker i fabrik. Dock handlar det fortfarande om en komplex produkt och en komplex process för att producera denna produkt. Trots en förtillverkning i fabrik finns det fortfarande en byggarbetsplats även om mycket av arbetet har flyttats därifrån. Det finns fortfarande ett flertal flöden och aktiviteter som måste styras på ett sådant sätt att processen fungerar. Komplexiteten kan reduceras ytterligare genom standardisering, något som redan tidigare nämnts som en nyckel för att kunna nå en väl fungerande industrialiserad byggprocess.

I detta kapitel och i kapitel *1.1 Bakgrund* beskriver ett flertal författare hur standardisering är en förutsättning för att nå det man vill uppnå med industrialiserat byggande; att komma till rätta med de problem som präglar det traditionella byggandet. Detta stöds av ytterligare författare (Gann 1996, Gibb 2001) som ser att standardisering är en förutsättning för fabrikstillverkning av komponenter och att standardisering av produkter möjliggör kontinuerlig förbättring, på samma sätt som i andra industrier, till skillnad mot vad ansatsen att varje byggnation är ett nytt projekt gör. I förlängningen bör detta ge en högre genomgående kvalitet (Apleberger et al. 2007).

Det framgår vidare att byggande är komplext och präglas av projektproduktion. Också dessa faktorer kan knytas till standardisering då man genom standardisering kan reducera komplexiteten och på detta sätt underlätta kontrollen av alla flöden och aktiviteter. Genom standardisering skulle skillnaderna mellan olika projekt kunna minska genom att man har en genomgående standard som är densamma oavsett projekt.

Lägre produktionskostnader, kortare byggtider, felfria produkter och längre garantitider vill uppnås med industrialiserat byggande. Dessa mål kan i stort sammanfattas i att det är en lägre totalkostnad som vill uppnås. Kortare byggtider medför med stor sannolikhet lägre kostnader och om produkterna är felaktiga blir kostnadspåföljderna med stor sannolikhet höga. Längre garantitider ger att totalkostnaden sänks då byggnaderna håller längre och renoveringskostnaderna alltså blir lägre. Standardisering kan vara en förutsättning för att uppnå detta. Genom att standardisera ses exempelvis att en förkortning av byggtiderna kan

nås. Görs en aktivitet på samma sätt gång på gång fås en inlärningseffekt och detta går snabbare än om en ny metod tillämpas varje gång. På samma sätt ger ett standardiserat flöde av information mindre risk för missförstånd och tid sparas genom att det blir rätt första gången vilket även ökar kvaliteten. Detta handlar sammanfattningsvis om att upprepa något som fungerar bra, och att upprepa det tillräckligt många gånger för att kunna nå skaleffekter.

Syftet med denna undersökning är att utreda hur, ur ett logistiskt perspektiv, "Trähus" byggprocess kan effektiviseras. Logistik handlar om strategisk styrning av material- och informationsflöden för att uppnå kundnöjdhet till låg totalkostnad. I fallet industrialiserat byggande är standardisering en förutsättning för att nå en effektiv byggprocess med lägre totalkostnad. Detta ger för denna undersökning att det som ska utredas är hur, ur ett logistiskt perspektiv, den industrialiserade byggprocessen kan standardiseras så att en lägre totalkostnad uppnås. Eller mer precist hur en strategisk styrning av material- och informationsflöden kan göra den industrialiserade byggprocessen mer standardiserad och därigenom nå en lägre totalkostnad.

3 Referensram

En referensram tas fram för att undersökningen och dess resultat ska vara väl underbyggd med relevanta teorier. Enligt undersökningens syfte ska det utredas hur, ur ett logistiskt perspektiv, "Trähus" byggprocess kan effektiviseras. Inledningsvis klargörs begreppet logistik då undersökningen har ett logistiskt perspektiv och det är av intresse att definiera vad som menas med detta. Logistik handlar om strategisk styrning av material- och informationsflöden för att uppnå kundnöjdhet till låg totalkostnad (Christopher 2005). Utifrån logistikteorierna ligger fokus vidare på koordination av material- och informationsflödet. Teorin kring bygg och industrialiserat byggande visar på att det är av vikt att förstå hur de olika delarna i processen beror av varandra och vidare kunna hantera detta. Att hantera beroenden mellan aktiviteter är definitionen av koordination (Crowston & Malone 1994). I slutet av detta kapitel presenteras en analysmodell framtagen utifrån situationsbeskrivningen och studerade teorier.

3.1 Logistik

Från att ha handlat om lager och transporter har logistik under de senast dryga 20 åren blivit en viktig del i många företags konkurrensstrategier (Aronsson, Ekdahl & Oskarsson 2004). En väl fungerande logistik har för många företag skapat en ökad konkurrenskraft och lönsamhet jämfört med konkurrenterna (Aronsson et al. 2004). Logistik definieras av Christopher (2005) som processen att, genom organisationen och dess marknadskanaler, strategiskt styra anförskaffningen, förflyttningen och lagringen av material, delar och färdiga produkter, samt tillhörande informationsflöde, på ett sätt som gör att nuvarande och framtida lönsamhet maximeras genom ett kostnadseffektivt uppfyllande av order. Council of Supply Chain Management Professionals⁶ (2006) stöder detta sätt att se på logistik med ett litet förtydligande om att man ska uppnå kundens krav vilket kan ses vara en förutsättning för att maximera lönsamheten.

Christopher (1992, s. 10) ser vidare att "*the mission of logistics management is to plan and co-ordinate all those activities necessary to achieve desired levels of delivered service and quality at lowest possible cost*". Det som beskrivs som att strategiskt styra material- samt tillhörande informationsflöde ovan är med andra ord planering och koordination av aktiviteterna som är nödvändiga för att kunna uppnå önskad service och kvalitet till lägst kostnad. Detta stöds av Fugate, Mentzer och Sahin (2006) som ser att koordination syftar till att alla inblandade i flödet samarbetar för att uppnå önskad service och kostnadseffektivitet. Det finns i arbetet en fokus på processen och incitament för att nå ett gemensamt övergripande mål.

Enligt kapitel 2.5 *Industrialiserat byggande* ska det utredas hur en strategisk styrning av material- och informationsflöden kan göra den industrialiserade byggprocessen mer standardiserad och därigenom nå en lägre totalkostnad. Husbyggnation är en komplex verksamhet och det är väldigt många olika aktörer och flöden som beror av varandra måste styras på ett bra sätt om processen ska kunna vara effektiv. Koordination definieras av Crowston och Malone (1994) som "*Coordination is managing dependencies between activities*" och det är denna definition, att hantera beroenden mellan aktiviteter, som används i

⁶ Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP) grundades 1963 och är en organisation för de som är involverade i Supply Chain Management. Organisationen har 9000 medlemmar och syftar till att stödja och utveckla kunskap och forskning inom området Supply Chain Management.

<http://cscmp.org/AboutCSCMP/Definitions/Definitions.asp>

den här undersökningen. Det finns ett behov av att på ett bra sätt styra olika delar i processen som beror av varandra och koordination kan alltså vara ett sätt att nå en strategisk styrning av material- och informationsflöden vid industrialiserat byggande.

Att koordinera material- och informationsflödet är i denna undersökning att hantera beroenden mellan aktiviteter som påverkar eller påverkas av material- och informationsflödet. Detta hanterande ska göras så att kundnöjdhet till låg totalkostnad uppnås. Vidare ska detta hanterande kunna utföras repetitivt varvid standardisering uppnås. Beroenden kan föreligga såväl inom ett företag som mellan företag. För att hantera dessa krävs såväl intern som extern koordination.

3.1.1 Intern och extern koordination

I ett system kan aktiviteter identifieras och beroendena mellan dessa aktiviteter ska hanteras (Arshinder, Deshmukh & Kanda. 2007). Ett system kan definieras på olika nivåer (Arshinder et al. 2007). Om det är beroenden inom ett företag, det vill säga beroenden mellan ett företags olika aktiviteter, som hanteras benämns detta i denna undersökning intern koordination. Man kan också se till flöden genom en hel försörjningskedja, de inblandade företagen samarbetar för att uppnå service och kostnadseffektivitet. Koordination i det senare fallet innefattar då även att hantera beroenden mellan olika företags aktiviteter och benämns i denna undersökning extern koordination. Systemet i detta fall är större och den helhet som ska optimeras innehåller flera företag. Supply Chain Management, styrning av försörjningskedjan, är ett bredare koncept än logistik. Istället för att bara se till företagets helhet söks med Supply Chain Management länkar och koordination mellan leverantörers, kunders och företagets processer i hela kedjan (Christopher 2005, Arshinder et al. 2007).

Supply Chain Management är att styra relationer med leverantörer och kunder för att kunna leverera ett högre kundvärde till en, för hela försörjningskedjan, lägre totalkostnad (Christopher 2005). Mentzer et al. (2001) utvecklar begreppet något med att det handlar om att systematiskt och strategiskt koordinera funktioner inom ett företag samt mellan företag i försörjningskedjan i syfte att förbättra det långsiktiga resultatet för det individuella företaget såväl som för hela försörjningskedjan. Alltså både intern och extern koordination.

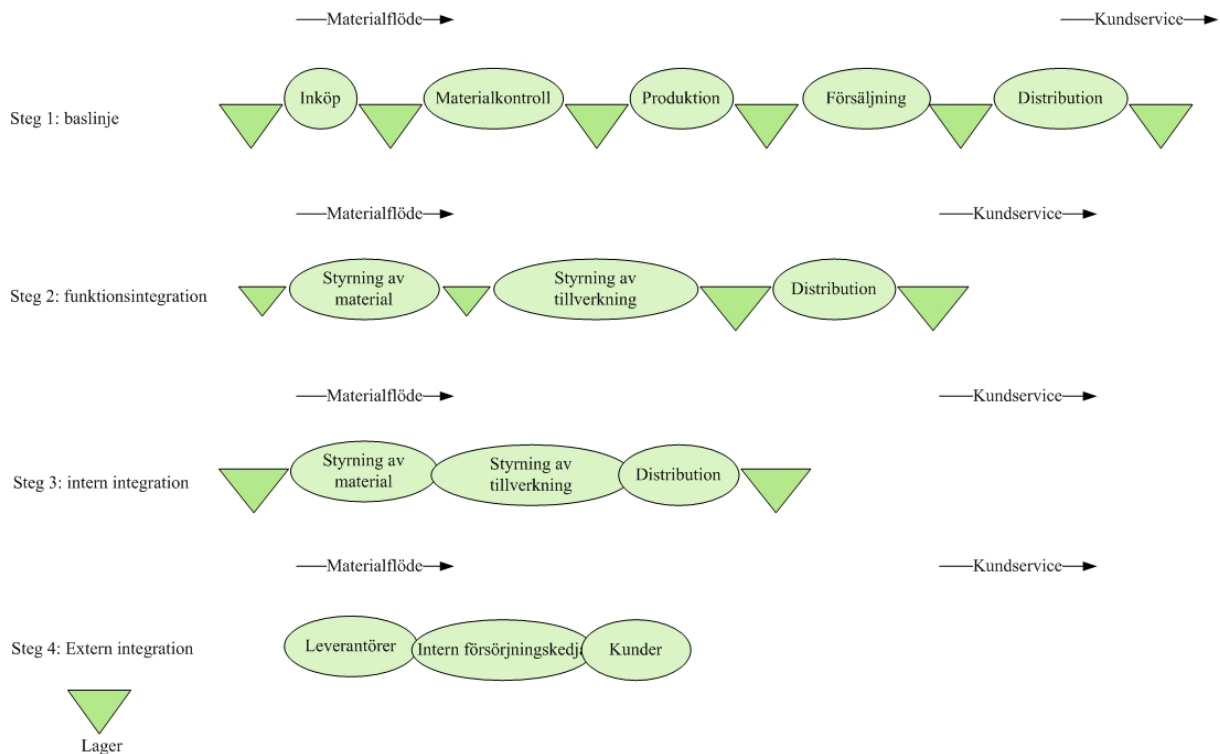
Nyckelmekanismerna som karakteriserar Supply Chain Management är koordination och integration (Romano 2003).

3.1.2 Koordination och integration

Koordination rör materialflöde såväl som informationsflöde och ställer krav på hur en organisation är utformad. För att på bästa möjliga sätt kunna styra flödena förutsätts en såväl intern som extern integration. (Lambert & Stock 2001, Christopher 2005) Att helt särskilja begreppen koordination och integration är svårt men genom att se till ett par olika teorier kan det klargöras något. Romano (2003) ser att de två grunderna för Supply Chain Management är flödeskoordination och organisatorisk integration. Det är genom flödeskoordination som en verkligt effektiv försörjningskedja kan uppnås. Integration däremot syftar till att bryta ner gränser mellan avdelningar och organisationer för att integrera arbetet i dessa. Christopher (2005) menar att integration i försörjningskedjan kan uppnås genom koordination vilket kan appliceras på Romanos (2003) synsätt att genom att koordinera flöden genom olika avdelningar uppnås integration. Van de Ven, Delbecq och Koenig Jr (1976) ger den definition som vidare appliceras i denna undersökning; att olika former av koordination används i syfte att integrera olika aktiviteter.

Koordination kan enligt ovan vara såväl intern som extern. På samma sätt kan såväl intern som extern integration nås. Nedan i figur 12 visas ett förslag på hur en integrerad

försörjningskedja kan nå genom integration i olika steg där det sista steget, steg 4, är extern integration och alltså en del i Supply Chain Management. I steg 1 har företaget helt självständiga funktioner som inte ser till helheten. I steg 2 har funktioner kopplade till varandra integrerats och i steg 3 nås intern integration som innebär att alla funktioner är integrerade och arbetar utifrån en helhetssyn. I detta steg används exempelvis integrerade informationssystem för att kommunicera mellan funktionerna. (Christopher 2005)



FIGUR 12. ATT NÅ EN INTEGRERAD FÖRSÖRJNINGSKEDJA, FRITT FRÅN STEVENS (1989, s. 7)

Fawcett och Magnan (2002) definierar fyra olika typer eller nivåer av integration som i näringslivet alla beskrivs som Supply Chain Management. Det råder följaktligen lite oklarheter i näringslivet om begreppets innebörd. De fyra typerna av integration är intern tvärfunktionell processintegration, integration bakåt mot leverantörer i första led, integration framåt i kedjan mot kunder i första led samt total integration såväl framåt som bakåt i kedjan, det vill säga inkluderande leverantörers leverantörer och kunders kunder och så vidare. Integration bakåt mot leverantörer ses vara den vanligaste formen av extern integration i kedjan medan total integration såväl framåt som bakåt ses vara väldigt sällsynt, snarare som ett teoretiskt ideal än en verklighet. (Fawcett & Magnan 2002)

I ovanstående uppdelningar av nivåer ses att företag i praktiken endast har kommit till andra eller tredje nivån. Visionen om koordination och integration genom hela försörjningskedjor är alltså fortfarande just en vision. (Fawcett & Magnan 2002, Barratt 2004) Nedan i figur 13 illustreras vad som avses med kunder respektive leverantörer i olika led.



FIGUR 13. KUNDER OCH LEVERANTÖRER I OLIKA LED.

Barratt (2004) belyser avsaknaden av det som ligger till grund för det som Fawcett och Magnan (2002) definierar som intern tvärfunktionell processintegration, nämligen internt samarbete. Barratt (2004) ser att flertalet företag har dålig kontroll på sina processer, sin kommunikation och sin interna koordination. Om ett företag inte förstår sina egna processer,

hur ska det då kunna förstå sina leverantörers och kunders processer? Saknas förståelse för hur processerna ser ut är det näst intill omöjligt att förbättra dem (Barratt 2004). Många företag fokuserar på att utveckla det externa samarbetet i kedjan men saknar i själva verket det interna samarbetet som anses vara en nödvändig grund för ett fungerande externt samarbete. Fawcett and Magnan (2002) konstaterar i enlighet med Barratt (2004), Christopher (2005) och Romano (2003) att företag måste ha sina egna interna processer under kontroll för att kunna fokusera på externt samarbete.

I denna undersökning ligger intern koordination i fokus då intern integration är en förutsättning för att på ett bra sätt nå extern integration och integration kan uppnås genom koordination, se ovan.

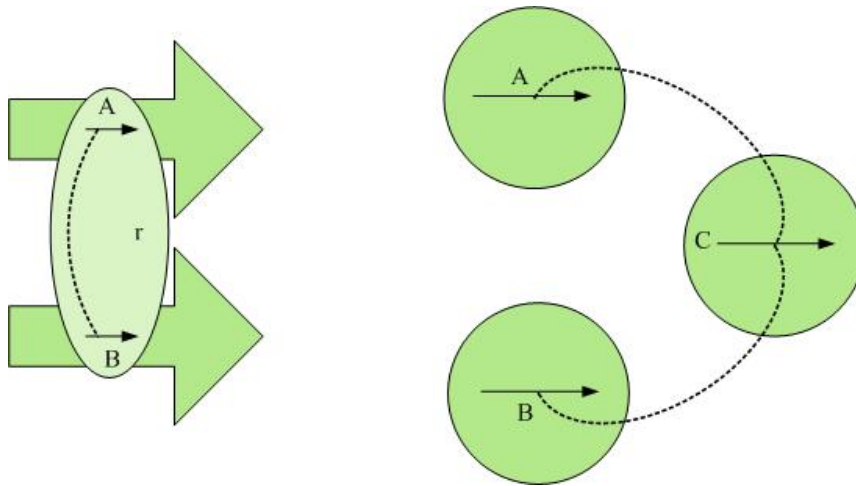
3.2 Att koordinera

Koordination är i denna undersökning enligt tidigare att hantera beroenden mellan aktiviteter. I logistikteorin är det koordination av material- och informationsflödet så att kundnöjdhet och låg totalkostnad uppnås som ligger i fokus. Beroenden mellan aktiviteter kan hanteras på olika sätt beroende av vilken typ av beroende det handlar om. Vidare ger en bristande koordination konsekvenser vilka genererar kostnader. I detta kapitel behandlas inledningsvis olika typer av beroenden och vidare koordinationsmekanismer för att hantera dessa. Bristande koordination resulterar i slöserier vilket redogörs för. Slöserier skapar inte värde men kan generera kostnader vilket förtydligas i teorin kring icke värdeskapande tid där en typ av koordinationsmekanismer som syftar till att reducera tid också presenteras.

3.2.1 Olika typer av beroenden

Thompson (1992) definierar tre former av beroenden; delat beroende, serieberoende och ömsesidigt beroende. Delat beroende handlar om att flera aktiviteter beror av en gemensam aktivitet eller resurs. Det kan också vara att flera delar inte direkt beror av varandra men ger ett bidrag till helheten, misslyckas någon av delarna blir det följaktligen ett hot mot helheten. (Thompson 1992) Crowston och Malone (1994) benämner den här typen av beroende delade resurser samt ett beroende mellan en aktivitet och dess underaktiviteter. Den resurs som ska fördelas kan till exempel vara tid, pengar eller utrymme. Ett beroende mellan en aktivitet och dess underaktiviteter kan förklaras av att många aktiviteter tillsammans syftar till att nå ett övergripande mål. Koordination ska hjälpa till att uppnå det gemensamma målet. (Crowston & Malone 1994)

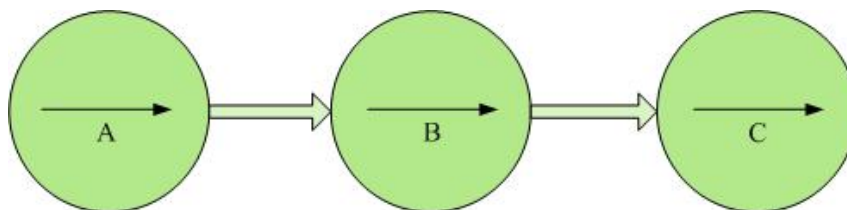
Delat beroende illustreras nedan i figur 14 där aktivitet A och B är beroende av aktivitet C, samt där aktivitet A och B delar en gemensam resurs i r. Att anpassa aktivitet C till aktivitet A kan få negativa följder för aktivitet B men det är inte säkert att så blir fallet, motsatsen eller ingen effekt kan också bli resultatet. Samma typer av resultat kan fås om resurs r anpassas till A eller B. Vidare ska tillgänglig kapacitet i aktivitet C eller resurs r fördelas på ett sådant sätt att störst nytta nås. Det kan till exempel handla om att besluta vad en person ska ägna sin arbetstid åt. Genom att identifiera denna typ av beroende kan skalfördelar uppnås exempelvis genom ett effektivt nyttjande av den resurs som delas av flera aktiviteter. (Håkansson & Persson 2004)



FIGUR 14. DELAT BEROENDE, TILL VÄNSTER DELNING AV GEMENSAM RESURS OCH TILL HÖGER GEMENSAMT BEROENDE AV EN TREDJE AKTIVITET, FRITT FRÅN HÅKANSSON OCH PERSSON (2004, s. 14)

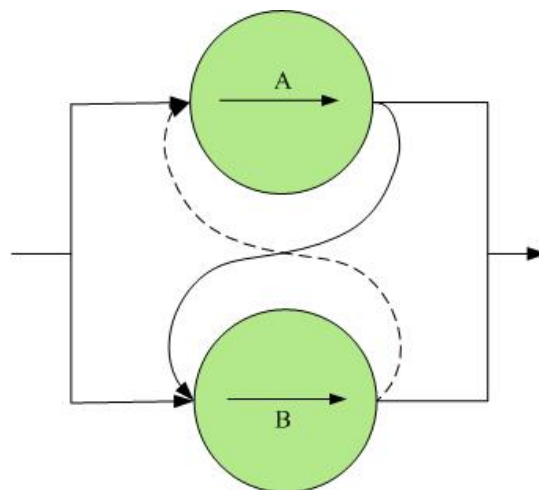
Den andra huvudgruppen av beroenden är serieberoende (Thompson 1992). Denna typ av beroende omnämns av Crowston och Malone (1994) som producent-konsument förhållande. I denna typ av beroende är två aktiviteter delar i en större helhet men har även ett direkt beroende mellan varandra (Thompson 1992). Detta beroende finns när en aktivitet producerar något som sedan används av en annan aktivitet. Den första aktivitetens output tjänar som den andra aktivitetens input eller ett annat exempel är att en aktivitet leder till ett visst förhållande som måste råda för att nästa aktivitet ska kunna utföras. (Crowston & Malone 1994)

Nedan i figur 15 illustreras serieberoende där aktivitet C är beroende av aktivitet B som är beroende av aktivitet A. Om aktivitet A måste utföras före aktivitet B krävs en signal som påvisar att aktivitet A är utförd och aktivitet B kan påbörjas. Detta serieberoende kan ge att det också finns ett beroende av någon form av förflyttning, det kan exempelvis vara delar som ska förflyttas från leverantör till kund för att vidare ingå i någon av kundens produkter. När det är information som ska förflyttas kallas det oftare kommunikation än transport. Vad som än produceras av en aktivitet måste vara användbart för den aktivitet som ska konsumera det. (Crowston & Malone 1994)



FIGUR 15. SERIEBEROENDE, FRITT FRÅN HÅKANSSON OCH PERSSON (2004, s. 13)

Den tredje typen av beroende är ömsesidigt beroende (Thompson 1992) eller begränsningar i simultanitet som Crowston och Malone (1994) benämner det. Med detta menas att två aktiviteter inte kan äga rum samtidigt alternativt måste äga rum samtidigt. Ett exempel på detta kan vara att aktivitet A är beroende av input från aktivitet B vars input är beroende av aktivitet A. Det kan till exempel röra sig om två aktiviteter som kompletterar varandra. Denna typ av beroende kan ge att de båda aktiviteterna måste äga rum samtidigt, är den ena aktiviteten försenad blir per automatik den andra aktiviteten också försenad. (Crowston & Malone 1994) Det kan argumenteras för att ömsesidigt beroende innehåller både delat beroende och serieberoende men att detta ändå är en tredje typ då det finns en utmärkande ömsesidighet (Thompson 1992). I figur 16 nedan illustreras denna form av beroende.



FIGUR 16. ÖMSESIDIGT BEROENDE, FRITT FRÅN HÅKANSSON OCH PERSSON (2004, s. 14)

3.2.2 Koordinationsmekanismer

Thompson (1992) ser att de tre typerna av beroenden är olika svåra att hantera. Delat beroende är den enklaste formen att hantera och ömsesidigt beroende den svåraste formen. Standardisering genom uppsättande av regler och rutiner kan vara ett bra sätt att hantera ett delat beroende. Det påpekas att detta förutsätter att satta regler är inbördes förenliga samt att de situationer de kan tillämpas för är relativt oföränderliga, återkommande och tillräckligt få för att kunna regleras. Olika sätt att hantera beroenden kallas koordinationsmekanismer. Planering ses vara en bra koordinationsmekanism vid serieberoende. Med planering menas att det upprättas någon form av scheman för de beroende enheterna. Detta ställer inte lika höga krav på rutinmässighet och fungerar bättre i mer dynamiska situationer. Vid ett ömsesidigt beroende ses ömsesidig anpassning vara en lämplig koordinationsmekanism. Detta innebär att ny information överförs under verksamhetens gång. I nämnd ordning ställer de olika koordinationsmekanismerna högre och högre krav på kommunikation och beslutsfattande, de kräver alltså olika mycket resurser. (Thompson 1992) Koordinationsmekanismerna definierade av Thompson (1992) sammanfattas i tabell 1 nedan.

TABELL 1. BEROENDEN OCH LÄMPLIGA KOORDINATIONSMEKANISMER (THOMPSON 1992)

Typ av beroende	Koordinationsmekanism
Delat beroende	Regler Rutiner Standardisering
Serieberoende	Planering Scheman
Ömsesidigt beroende	Ömsesidig anpassning

Van de Ven et al. (1976) gör en uppdelning i hur koordinationen sker med avseende på om den är opersonlig, personlig eller i grupp. I denna undersökning ses detta vara under vilka former koordinationen sker. Opersonlig koordinering kan till exempel utgöras av koordinationsmekanismerna regler, planer och scheman. Hit klassificeras också standardiserade system för information och kommunikation. Personlig koordinering definieras som att det finns vertikala och horisontella kanaler. En vertikal kanal kan vara en förman och dennes underställda medan en horisontell kan vara någon form av integrator mellan olika funktioner eller helt enkelt två individer som kommunicerar med varandra. Koordinering i grupp sker genom olika former av möten. I denna undersökning definieras möten som mer organiserade sammankomster medan en horisontell kanal kan vara två personer som springer

på varandra på kontoret eller som i produktionen utbyter information mellan olika aktiviteter. Under vilken eller vilka former, opersonlig, personlig eller grupp, man bör koordinera beror av tre olika faktorer; osäkerhet i uppgiften, beroende i uppgiften samt antal inblandade personer. En stor osäkerhet ger ett mindre behov av opersonlig koordination och personlig hierarkisk koordination men ett mycket större behov av koordination i grupp. Med osäkerhet avses uppgiftens svårighetsgrad samt dess variation. Om uppgiften utförs på samma sätt många gånger kan variationen ses vara låg vilket ger en lägre osäkerhet. Är uppgiften komplex och det finns svårigheter i att förutse hur den kan genomföras har den en hög svårighetsgrad vilket ger en ökad osäkerhet. Vad gäller faktorn antal personer så ses behovet av opersonlig koordination öka ju fler personer som är inblandade. Detsamma gäller den hierarkiska formen av personlig koordination med chefer på olika nivåer. Dock ses ingen minskning av koordinationen i grupp. Faktorn grad av beroende påverkar så att vid en ökad grad av beroende ökar behovet av personliga koordinationen och koordination i grupp. (Van de Ven et al. 1976) Graderna av beroende är definierade av Van de Ven et al. (1976) efter Thompsons (1992) uppdelning ovan, delat beroende är den enklaste formen och ömsesidigt beroende den svåraste formen. För att tydliggöra de tre faktorernas påverkan på lämplighet av i vilken form koordinationen bör ske illustreras konsekvenserna av en ökning av de olika faktorerna i figur 17 nedan. (Van de Ven et al. 1976)

Faktorernas påverkan på formen under vilken koordinationen bör ske	Opersonlig	Personlig	Grupp
Stor osäkerhet ger	↓	↓	↑
Stort antal inblandade ger	↑	↑	→
Hög grad av beroende ger	→	↑	↑

FIGUR 17. HUR HÖG OSÄKERHET, HÖGT ANTAL INBLANDADE OCH HÖG GRAD AV BEROENDE PÅVERKAR BEHOVET AV OLIKA FORMER AV KOORDINATION, FRITT FRÅN VAN DE VEN ET AL. (1976)

Mintzberg (1983) gör en uppdelning i fem typer av koordinationsmekanismer; ömsesidig anpassning, direkt ledning, standardisering av processer, standardisering av resultatet samt standardisering av arbetskraften. Här kan en likhet ses vid jämförelse med tabell 1 ovan där koordinationsmekanismer identifierade av Thompson (1992) sammanfattas.

Ömsesidig anpassning beskrivs som informell kommunikation, en vanlig koordinationsmekanism i enkla organisationer och paradoxalt nog också i de mest komplexa. Ömsesidig anpassning definieras i enlighet med hur det definieras av Thompson (1992) ovan som ett informationsutbyte under arbetets gång. Det är inte på förhand exakt känt vad som kommer att krävas utan en anpassning görs kontinuerligt. Två exempel kan vara två personer i en kanot som kan ses som en enkel organisation medan ett team som ska skicka någon till månen kan ses vara desto mer komplex, likväl finns det i båda ett behov av denna typ av koordinationsmekanism. (Mintzberg 1983)

Direkt ledning uppkommer när en organisation blivit något större och innebär att en person är ansvarig för övriga personers arbete och instruerar dessa i vad de ska göra. (Mintzberg 1983)

En standardiserad process finns när det är specificerat eller programmerat vad den innehåller. Ett exempel är en instruktion om hur en bil ska monteras ihop. Resultatet kan standardiseras

genom att just ange hur resultatet ska se ut. Dock kan vägen för att nå resultatet lämnas åt den som utför aktiviteten att bestämma. Den sista typen av standardisering, standardisering av arbetskraften, innebär att man säkerställer att alla som har en viss roll eller utför en viss aktivitet har en standardiserad skolning. På detta sätt kan standardiserade processer och resultat nås då det är troligt att de, utifrån en gemensam skolning, arbetar på samma sätt. (Mintzberg 1983)

I kapitel 2.5 *Industrialiserat byggande* samt kapitel 3.1 *Logistik* framgår att det som i denna undersökning ska utredas är hur en standardiserad industrialiserad byggprocess med sänkt totalkostnad kan uppnås genom koordination av material- och informationsflöden. Det förtydligas även att standardisering är ett repetitivt utförande av något som fungerar bra. Att göra ett utförande som genererar slöserier till en standard uppfyller alltså inte definitionen av standardisering. I detta kapitel lyfts standardisering även fram som en koordinationsmekanism. I den fortsatta undersökningen behandlas koordinationsmekanismen standardisering som övriga koordinationsmekanismer, det är alltså ett sätt att hantera beroenden mellan aktiviteter. En standardiserad industrialiserad byggprocess kan uppnås genom andra koordinationsmekanismer än just standardisering. Genom att till exempel alltid använda sig av koordinationsmekanismen möte för att hantera ett givet beroende, givet att detta är ett bra eller det bästa sättet att hantera beroendet, kan en mer standardiserad byggprocess uppnås. Detta genom att man har en standard för hur man koordinerar.

Mintzberg (1983) för ett liknande resonemang som Van de Ven et al. (1976) om att när en grupp blir större, fler antal personer, krävs en högre grad av direkt ledning, hierarki, istället för ömsesidig anpassning. Rör det sig om enkla och rutinmässiga uppgifter kan processen standardiseras. Blir det mer avancerade uppgifter kan det vara fördelaktigt att istället standardisera det önskade resultatet eller arbetskraften för att få en större flexibilitet. Det är troligt att en organisation måste hålla sig med en kombination av olika koordinationsmekanismer.

Andra exempel på koordinationsmekanismer som återfinns i teorin är incitament (Hvolby, Johansen & Wong 2004), kontrakt (Arshinder et al. 2007) och gemensamma mål (Kahn & Mentzer 1996). Alla dessa är verktyg för att styra flöden på ett visst sätt.

De i teorin⁷ ovan identifierade koordinationsmekanismer sammanfattas nedan.

- Standardisering av
 - Produkter
 - Metoder
 - Processer
 - Informations- och kommunikationssystem
 - Resultat
 - Arbetskraft
- Regler
- Planer
- Scheman
- Rutiner
- Vertikal kanal
- Horisontell kanal
- Kommunikation
- Planering
- Möten

⁷ Thompson (1992), Van de Ven (1976), Mintzberg (1983), Hvolby et al. (2004), Arshinder et al. (2007), Kahn och Mentzer (1996)

- Ömsesidig anpassning
- Direkt ledning
- Incitament
- Kontrakt
- Gemensamma mål

Då varje unik situation ställer olika krav på koordinationsmekanismer finns det inga egentliga begränsningar för hur många koordinationsmekanismer som finns.

I inledningen av detta kapitel delas koordinationsmekanismer in efter den form under vilken koordinationen sker; opersonlig, personlig eller i grupp. Tre faktorer, grad av beroende, osäkerhet i uppgiften och antal inblandade, avgör vidare behovet olika former av koordinationen sker. Detta efter definitioner av Van de Ven et al. (1976). Av ovan identifierade koordinationsmekanismer klassificeras standardisering, regler, planer, scheman, rutiner, incitament, kontrakt och gemensamma mål som opersonliga koordinationsmekanismer. Detta då dessa koordinerar utan att någon personlig inblandning krävs utom i ett inledande skede när exempelvis reglerna ska skrivas. Vertikal kanal, horisontell kanal, kommunikation, planering, ömsesidig anpassning och direkt ledning klassificeras som personliga koordinationsmekanismer. Detta då de kräver personlig inblandning men de kräver inte en grupp av människor som har ett möte under organiserade former. Möten, planering och ömsesidig anpassning klassificeras avslutningsvis som koordinationsmekanismer i grupp. Enligt denna uppdelning kan alltså vissa koordinationsmekanismer vara lämpliga under olika former. Koordinationsmekanismerna har delats upp i fyra huvudgrupper där regler, horisontell kanal, vertikal kanal och grupp har satts som grupprubriker. Detta presenteras i tabell 2 nedan.

TABELL 2. KOORDINATIONSMEKANISMER KOPPLADE TILL UNDER VILKEN FORM DE SKER

Form under vilken koordinationen sker	Koordinationsmekanismer
Opersonlig	Regler <i>Standardisering</i> Produkter Metoder Processer Informations- och kommunikationssystem Resultat Arbetskraft <i>Incitament</i> <i>Kontrakt</i> <i>Planer</i> <i>Scheman</i> <i>Rutiner</i> <i>Gemensamma mål</i>
Personlig	Vertikala kanaler <i>Direkt ledning</i> <i>Planering (scheman)</i> Horisontella kanaler <i>Kommunikation</i> <i>Ömsesidig anpassning</i>
Grupp	Möten <i>Planering</i> <i>Ömsesidig anpassning</i>

Vidare ser Sahin och Robinson (2002) att man i ett centraliserat respektive decentraliserat beslutstagande kan använda sig av olika koordinationsmekanismer. I ett centraliserat beslutstagande arbetar en enhet för att optimera nätverket medan i ett decentraliserat beslutstagande tillhandahålla information och incitament på ett sådant sätt att beslutstagarna tar beslut som ger det bästa till systemet i helhet. Informationsdelning är även en viktig del vid koordination enligt Sahin och Robinson (2002). För att kunna fatta de bästa besluten för systemet som helhet måste information om hur besluten påverkar helheten finnas. Detta stöds i teorin av Barratt (2004) som menar att det krävs förståelse för processerna för att kunna styra dem.

Om koordinationsmekanismerna ovan definieras som generella koordinationsmekanismer kan dessa specificeras ytterligare i mer specifika koordinationsmekanismer. Det kan till exempel ses att regler är en bra koordinationsmekanism om det finns ett stort behov av opersonlig koordination. Detta ger dock inte att beroendet har koordinerats utan det krävs specifika regler som är anpassade till situationen. Är en huvudaktivitet beroende av utförandet av diverse underaktiviteter kan detta hanteras genom att delmål sätts upp för underaktiviteterna på ett sådant sätt att delmålen tillsammans ger det övergripande målet, underaktiviteterna och deras mål ska vara synkroniserade på ett sådant sätt att det övergripande målet nås (Crowston & Malone 1994). Hvolby et al. (2004) tar upp buffertresurser som en koordinationsmekanism, genom att till exempel anställa extra personal eller ha lager fås en buffert för att hantera osäkerhet i aktiviteten. Att sätta mål eller besluta om buffertresurser kan göras av en arbetsledare men det kan även till exempel göras vid möten. Att se till att det som skickas

vidare från första aktiviteten vid ett serieberoende är användbart kan göras genom att till exempel standardisera det, fråga den som ska konsumera det som skickas vad denne vill ha alternativt låta denne medverka vid utformandet av det som ska produceras (Crowston & Malone 1994). Ömsesidigt beroende kan hanteras genom regler som förhindrar aktiviteter att äga rum samtidigt alternativt synkronisera aktiviteter så att de äger rum samtidigt (Crowston & Malone 1994).

De specifika koordinationsmekanismerna som redogörs för ovan är exempel, varje unik situation avgör exakt vad som är en bra specifik koordinationsmekanism, alltså hur beroendet mer specifikt bör hanteras.

Nedan följer en kort sammanfattning av de olika begrepp som använts ovan i kapitlet, detta för att klargöra eventuell begreppsförvirring.

- Form under vilken koordinationen sker: den kan vara opersonlig, personlig eller i grupp.
- Beroende: hur aktiviteter beror av varandra. Det finns tre olika typer i form av delat beroende, serieberoende samt ömsesidigt beroende.
- Generell koordinationsmekanism: mer övergripande mekanism som här delas in i grupperna regler, vertikala kanaler, horisontella kanaler och möten.
- Specifik koordinationsmekanism: mer operativa former av mekanismer. Ett exempel är standardisering av informationsflödet mellan två aktiviteter, vilken information som utbyts samt på vilken form. Det är en mer specifik tillämpning av standardisering.

När för situationen olämpliga koordinationsmekanismer används så brister koordinationen vilket genererar slöserier (Hvolby et al. 2004).

3.2.3 Bristande koordination ger slöserier

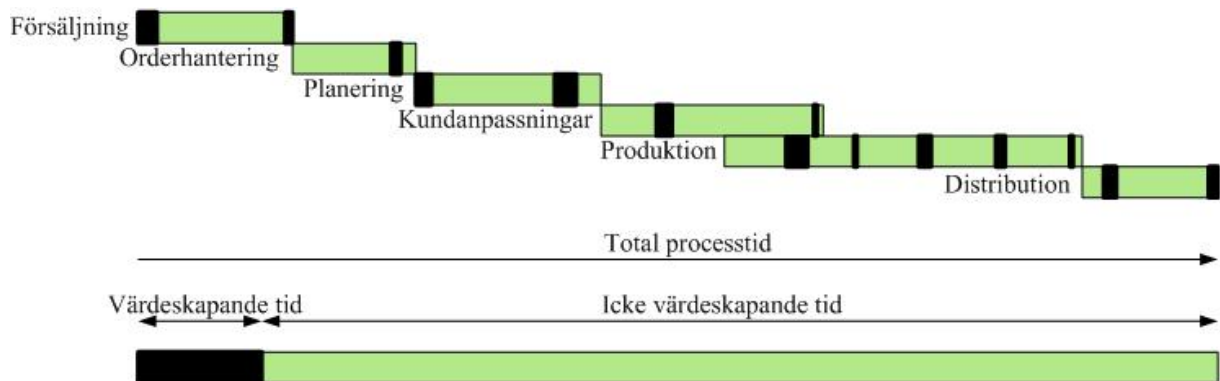
Bristande koordination kan leda till många problem och det går att identifiera bristande koordination genom olika prestationsmätningar (Hvolby et al. 2004). Lågt nyttjande av resurser är en effekt av att bristande koordination ger överskott och slöserier i systemet (Hvolby et al. 2004). Slöseri definieras som något som kräver resurser men inte skapar värde. Värde i sin tur definieras som något som kund är beredd att betala för. (Womack & Jones 2003) Slöserier i ett system kan vara överproduktion av produkter, väntan, onödiga transporter, överflödiga processer, överflödigt lager, onödiga förflyttningar och felaktiga produkter (Liker 2004). Alla dessa slöserier kan ses vara konsekvenser av dålig koordination.

Att koordinationen är bristande behöver inte betyda att det är för låg grad av koordination. Det kan istället vara för hög grad av koordination vilket skapar slöserier. Thompson (1992) tar upp att kostnaden för att koordinera ska tas i beaktning. Med detta menas att själva koordinationen i sig kan ge upphov till kostnader vilka måste vägas mot den kostnadsreducering som uppnås genom att koordinera bort slöserier. Exempel på kostnader för koordination skulle kunna vara investeringar i ett affärssystem för lagerstyrning eller kostnaden för den tid som läggs på möten.

De slöserier som finns i ett system är inte något som kunden vill betala för. Den tid som en produkt till exempel ligger i ett överflödigt lager är inte tid som skapar något värde som kunden är beredd att betala för. Enligt Stalk och Hout (1990) skapar viss tid i en process värde medan viss tid inte gör det. Oavsett om tid skapar värde eller inte genererar den oftast kostnader, om inte annat i form av kapitalbindning. För att kunna uppnå en låg total kostnad gäller det att maximera andelen värdeskapande tid och följaktligen minimera den tid som bara skapar kostnader.

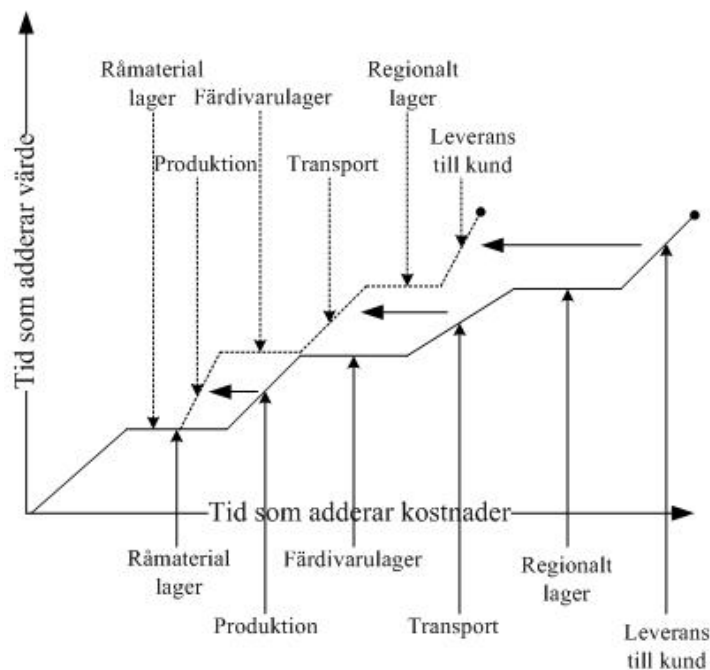
3.2.4 Reducera den icke värdeskapande tiden

Värdeskapande tid är den tid som läggs på att göra någonting som skapar en nytta som kunden är beredd att betala för (Christopher 2005). Exempel på tid som kan anses vara icke värdeskapande är tid som ägnas åt att göra en aktivitet en andra gång, till exempel att samma typ av kvalitetskontroll görs två gånger. Genom att reducera icke värdeskapande tid reduceras ofta även kostnader. (Stalk & Hout 1990) Alla aktiviteter som inte skapar värde ska om möjligt elimineras. Upp mot 99 % av tiden i en process är ofta tid som inte adderar något värde (Persson 1995). Värdeskapande och icke värdeskapande tid illustreras i figur 18 nedan.



FIGUR 18. EXEMPEL PÅ LEDTIDSANALYS MED VÄRDESKAPANDE RESPEKTIVE ICKE VÄRDESKAPANDE TID, FRITT FRÅN ARONSSON ET AL. (2004, s. 208) OCH PERSSON (1995, s. 20)

Att tid är icke värdeskapande betyder inte att den inte genererar några kostnader, snarare motsatsen. Exempelvis skapar tid i lager lagerföringskostnader. Christopher (2005) visar hur värde och kostnader skapas under en process och hur en reduktion av den tid som inte adderar värde kan förbättra service genom att ledtiden minskas och reducera kostnader, se figur 19 nedan. Den streckade grafen i figuren visar hur det kan se ut efter en reduktion av den icke värdeskapande tiden.



FIGUR 19. TID SOM ADDERAR VÄRDE RESPEKTIVE KOSTNADER. GENOM ATT REDUCERA ICKE VÄRDESKAPANDE TID MINSKAS KOSTNADERNA, FRITT FRÅN CHRISTOPHER (2005, s. 159)

Ledtiden kan minskas på olika sätt. Detta exempelvis genom att, där det går, parallellisera aktiviteter, synkronisera aktiviteter, eliminera grundorsakerna till att saker måste göras om

eller görs flera gånger och inte tillåta att något som inte är komplett skickas vidare. Processen och det den levererar ska förstås innan förändringar görs. Det är viktigt att kontinuerligt mäta resultat och resultatförbättringar för att få en uppfattning om eventuella problem och förändringars inverkan på resultatet. (Stalk & Hout 1990) En reduktion av ledtiden kräver att arbetssättet förändras, inte att personalen arbetar snabbare. Att jobba på samma sätt men snabbare ger oftast negativa effekter som till exempel övertid och kvalitetsproblem. Aktiviteterna måste organiseras och utföras på ett nytt och mer tidseffektivt sätt. (Persson 1995) Parallellisering uppnås genom att aktiviteter utförs parallellt istället för sekventiellt, ett krav för att detta ska vara möjligt är att det inte finns ett serieberoende. På detta sätt kan tiden som det tar att utföra aktiviteterna minskas. Genom att synkronisera aktiviteter reduceras eller elimineras den passiva tiden mellan två aktiviteter. Ett exempel här kan vara att se till att ingående material anländer till produktionen när det ska användas och inte ligger och väntar på att användas eller motsatt förhållande råder; att produktionen står still i väntan på ingående material. Tiden det tar att utföra en aktivitet kan minskas genom att förenkla aktiviteten, i vissa fall kan aktiviteten elimineras i sin helhet. (Persson 1995) Aronsson et al. (2004) tar upp ytterligare sätt att reducera tiden och det är genom att integrera, förbereda och kommunicera. Integrera gör man genom att aktiviteter som utförs var för sig utan att det skapar mervärde knyts samman, till exempel genom att montören själv kontrollerar produktkvaliteten istället för att ha en separat kontrollavdelning efter monteringen. Förbereda går ut på att nödvändigt material ska finnas tillgängligt när det ska användas. Genom att kommunicera effektivt reduceras antalet missförstånd och returerna. (Aronsson et al. 2004) Nedan sammanfattas dessa processförbättringsmekanismer:

- Parallellisering
- Synkronisering
- Tillåt inte att något som inte är komplett skickas vidare
- Förenkling
- Eliminering
- Integration
- Förberedelse
- Kommunikation

Processförbättringsmekanismerna ovan är per definition logistik, strategisk styrning av flöden för att nå en hög service till en låg kostnad. Enligt kapitel 3.2.3 *Bristande koordination ger slöserier* leder dåligt hanterade beroenden till olika former av slöseri. Vidare kan dessa slöserier kvantifieras i icke värdeskapande tid, alltså att något som kund inte är beredd att betala för sker och genererar kostnader under en viss tidsperiod. Processförbättringsmekanismerna syftar till att reducera tid som inte skapar värde; slöserier. I arbetet med att reducera ledtiden måste man förstå hur aktiviteter beror av varandra och ser ut för att kunna minimera ledtiderna, detta utifrån att det krävs en förståelse för hur processen fungerar för att kunna förbättra den. Görs en jämförelse med definitionen av koordination kan processförbättringsmekanismerna definieras som en typ av koordinationsmekanismer då de syftar till att hantera beroenden mellan aktiviteter på ett sådant sätt att den icke värdeskapande tiden reduceras. Vissa av dem är i princip identiska med de mer specifika koordinationsmekanismerna från koordinationsteorin, se kapitel 3.2.2 *Koordinationsmekanismer*. Ett exempel är förenkling som är ett sätt att nå användbarhet.

Det ska återigen påpekas att specifika koordinationsmekanismer kan vara väldigt många olika saker och det beror av den specifika situationen vad som lämpar sig.

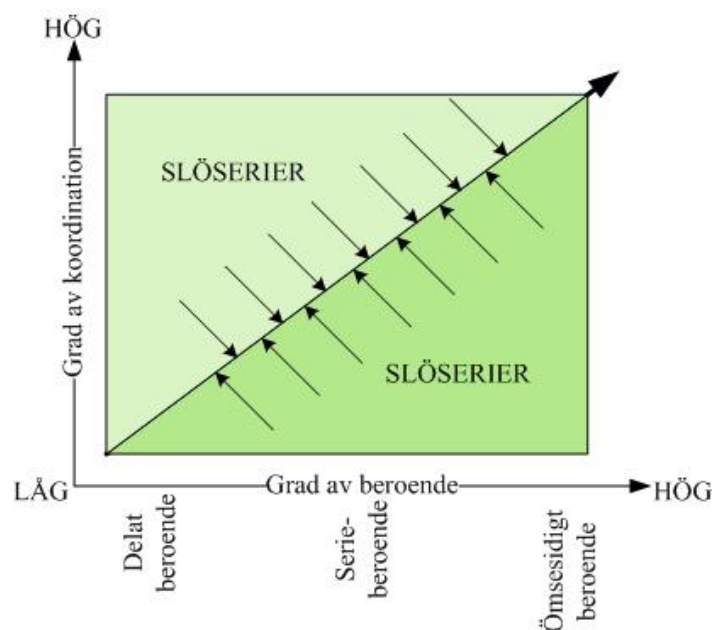
3.3 Analysmodell

Analysmodellen syftar till att visa på hur analys av data ska gå till för att syftet ska kunna uppnås och följaktligen ge en ledning i vilken data som måste samlas in för att nå ett resultat. Syftet med denna undersökning är att utreda hur, ur ett logistiskt perspektiv, "Trähus" byggprocess kan effektiviseras. En effektivisering av byggprocessen uppnås enligt tidigare genom en högre grad av standardisering och därigenom en lägre totalkostnad. Enligt teorin i referensramen ska, för att lyckas med logistiken, material- och tillhörande informationsflöden planeras och koordineras på ett sådant sätt att önskad service till lägsta möjliga kostnad kan uppnås. I denna undersökning kommer koordination av material- och informationsflödet i byggprocessen att vara utgångspunkten, det logistiska perspektivet, för att utreda hur en högre grad av standardisering och sänkt totalkostnad kan uppnås.

Koordination är per definition att hantera beroenden och bristande koordination genererar slöserier. Beroenden visar på samband i en process och för att fullt förstå en process och dess problem krävs en förståelse för sambanden. Ett första steg i att analysera vad som kan åstadkommas med koordination i byggprocessen är att identifiera behov av koordination, alltså göra en analys av hur den aktuella situationen ser ut. Behov av koordination finns då beroenden finns och behov av förbättrad koordination finns då slöserier finns. Nästa steg är att analysera hur koordinationen där den brister kan förbättras.

Figur 20 nedan illustrerar schematiskt kopplingen mellan grad av koordination och grad av beroende. Thompson (1992) visar på att de högre graderna av beroende kräver en högre grad av koordination. En utgångspunkt tas på x-axeln som står för grad av beroende. Finns det en hög grad av beroende och en låg grad av koordination (y-axeln) så ger detta en hög grad av slöserier. På samma sätt kan en låg grad av beroende och en hög grad av koordination också ge en hög grad av slöserier som uppstår i och med en för hög grad av koordination. Detta utifrån teorin som säger att även koordinationen i sig genererar kostnader (Thompson 1992).

Idealet är att befinna sig på diagonalen som skiljer den ljusa triangeln från den mörka. Den illustrerar situationen där graden av koordination är anpassad efter graden av beroende. Det är på denna diagonal det är som mest kostnadseffektivt, alltså där den lägsta totalkostnaden kan uppnås. Oavsett i vilken triangel slöserierna återfinns är det på grund av bristande koordination då den inte är anpassad till beroendet.



FIGUR 20. GRAD AV BEROENDE OCH GRAD AV KOORDINATION

Det är alltså mot diagonalen man ska sträva och för att kunna göra detta krävs kännedom om var i figuren man befinner sig. Figuren används i ett första skede deskriptivt för att visa på hur väl koordinationen är anpassad till graden av beroende, alltså huruvida man befinner sig på diagonalen eller inte. För att avgöra var i x-led man befinner sig krävs information om vilken grad av beroende det handlar om. Vad gäller detta är delat beroende den lägsta, därefter kommer serieberoende och den högsta graden är ömsesidigt beroende. För att göra en placering i y-led ska grad av koordination bestämmas, eller förenklat om graden av koordination är anpassad till graden av beroende eller inte. I denna undersökning tas här hjälp av slöserier, identifierade i kapitel 3.2.3 *Bristande koordination ger slöserier*, för att avgöra om koordinationen är anpassad till graden av beroende eller inte. Här ses dock att det inte behöver göras en skillnad av vilken triangel man befinner sig i. Om ett slöseri identifieras tyder det på att koordinationen är bristande vilket måste åtgärdas. Åtgärden ska göra att man minskar slöserierna och hamnar på diagonalen som beskriver det läge där graden av koordinationen är anpassad till graden av beroende. Det kan diskuteras om de slöserier som identifieras i kapitel 3.2.3 *Bristande koordination ger slöserier* täcker upp de slöserier som kan finnas i de båda trianglarna i figur 20 ovan. Det kan mycket väl vara så att det finns andra slöserier av vikt att ta hänsyn till men i denna undersökning är det slöserierna identifierade i kapitel 3.2.3 *Bristande koordination ger slöserier* som används.

Utifrån placeringen i figuren, om det finns slöserier, krävs vidare koordinationsmekanismer för att kunna förflytta sig mot diagonalen. Detta då koordinationsmekanismerna lämpar sig olika väl vid olika beroenden och för att kunna anpassa koordinationen till beroendet gäller det att använda sig av en lämplig koordinationsmekanism. Tabell 3 nedan sammanfattar de koordinationsmekanismer som identifieras i kapitel 3.2.2 *Koordinationsmekanismer*.

TABELL 3. KOORDINATIONSMEKANISMER KOPPLADE TILL UNDER VILKEN FORM DE SKER

Form under vilken koordinationen sker	Koordinationsmekanismer
Opersonlig	Regler <i>Standardisering</i> Produkter Metoder Processer Informations- och kommunikationssystem Resultat Arbetskraft <i>Incitament</i> <i>Kontrakt</i> <i>Planer</i> <i>Scheman</i> <i>Rutiner</i> <i>Gemensamma mål</i>
Personlig	Vertikala kanaler <i>Direkt ledning</i> <i>Planering (scheman)</i> Horisontella kanaler <i>Kommunikation</i> <i>Ömsesidig anpassning</i>
Grupp	Möten <i>Planering</i> <i>Ömsesidig anpassning</i>

I tabellen framgår det inte direkt vilken koordinationsmekanism som lämpar sig vid ett givet beroende men att en ledning kan fås genom en analys av under vilka former koordinationen bör ske; opersonligt, personligt eller i grupp.

För att få en uppfattning av under vilka former det finns behov av att koordinationen ska ske för ett givet beroende används figur 21 nedan. I denna framgår att det inte räcker att känna till vilken typ av beroende det handlar om utan också vilken grad av osäkerhet som finns samt antal inblandade. Med osäkerhet avses uppgiftens svårighetsgrad samt dess variation. Om uppgiften utförs på samma sätt många gånger kan variationen ses vara låg vilket ger en lägre osäkerhet. Är uppgiften komplex och det finns svårigheter i att förutse hur den kan genomföras har den en hög svårighetsgrad vilket ger en ökad osäkerhet. (Van de Ven et al. 1976) Vad gäller faktorn antal personer så finns det ingen tumregel som säger vad som är ett stort antal. Exempelvis kan sex personer som befinner sig på samma kontor anses vara ett ganska litet antal inblandade. Är de sex personerna däremot fördelade på ett stort geografiskt område kan det ses vara ett stort antal varvid behovet av opersonlig koordination ökar. Det är utifrån den specifika situationen som detta måste avgöras. Figuren visar på hur behovet av under vilken form koordinationen lämpar sig ske förändras när de olika faktorerna ökar vilket är en viktig aspekt. Detta innebär till exempel att i en situation med låg osäkerhet kan inga slutsatser dras kring att en form av koordination lämpar sig bättre än en annan om endast en analys av faktorn osäkerhet görs. Finns det dock i exemplet en hög grad av beroende så ökar alltså behovet av personlig koordination och koordination i grupp. Figur 21 ger alltså en ledning i under vilken form koordinationen bör ske för att nå diagonalen i figur 20, alltså en

kostnadseffektiv koordination som är anpassad efter det beroende som ska hanteras. Om en analys av de tre faktorerna inte ger någon ledning i under vilken form koordinationen lämpligen kan ske så bör den mest kostnadseffektiva formen vara opersonlig. Detta utifrån att koordinationsmekanismerna standardisering, regler och rutiner, vilka är opersonliga, enligt Thompson (1992) kräver minst kommunikation och beslutsfattande, alltså mindre resurser. Det ska poängteras att om en faktor förändras, till exempel att osäkerheten reduceras i ett beroende så förändras också behovet av under vilka former koordinationen bör ske.

Faktorernas påverkan på formen under vilken koordinationen bör ske	Opersonlig	Personlig	Grupp
Stor osäkerhet ger	↓	↓	↑
Stort antal inblandade ger	↑	↑	→
Hög grad av beroende ger	→	↑	↑

FIGUR 21. HUR HÖG OSÄKERHET, HÖGT ANTAL INBLANDADE OCH HÖG GRAD AV BEROENDE PÅVERKAR BEHOVET AV OLIKA FORMER AV KOORDINATION, FRITT FRÅN VAN DE VEN ET AL. (1976)

Med utgångspunkt i de tre faktorerna kan alltså en analys göras av under vilken eller vilka former koordinationen bör ske. Detta ger vidare en ledning i vilken eller vilka koordinationsmekanismer som lämpar sig. Självklart måste det mer specifikt utredas hur koordinationen ska ske utifrån den specifika situationen, alltså mer specifika koordinationsmekanismer, se kapitel 3.2.2 *Koordinationsmekanismer* och kapitel 3.2.4 *Reducera den icke värdeskapande tiden*. Det är avslutningsvis av intresse att analysera den potentiella kostnadsreducering som kan uppnås med förändrad koordination och väga denna mot kostnaden för själva koordinationen. I detta steg säkerställs att det verkligen är en förbättrad koordination som alltså inneburit en förflyttning mot diagonalen i figur 20 och alltså en lägre total kostnad.

Sammanfattningsvis ska i ett första steg en analys av var i figur 20 man befinner sig ske. Detta visar på om graden av koordination är anpassad efter det behov av koordination som finns utifrån graden av beroende. Bristande koordination genererar slöserier och ger att man inte befinner sig på diagonalen i figur 20. Finns det slöserier ska vidare en analys av hur koordinationen bör se ut göras. I ett första steg analyseras under vilken eller vilka former koordinationen bör ske, detta utifrån figur 21 ovan. Beroende av under vilken eller vilka former koordinationen bör ske finns det enligt tabell 3 olika koordinationsmekanismer som lämpar sig. För att mer specifikt kunna definiera exakt vilken koordinationsmekanism som lämpar sig måste en utgångspunkt tas i den specifika situationen. För att uppnå en förbättrad koordination måste vidare effekterna av koordinationen ge en sänkt total kostnad.

4 Uppgiftsprecisering

*Då ett undersökningssyfte är kortfattat beskrivet krävs en ytterligare precisering av **var** och **vad** som studeras. Var syftar till vilket system som studeras och vad till vad som måste svaras på för att kunna svara till undersökningens syfte. För att ta fram mer preciserade frågor tas en utgångspunkt i kapitel 3.3 Analysmodell som ger vad analysen ska bygga på.*

4.1 Det studerade systemet

I en organisation sträcker sig logistikens omfattning från styrningen av råvaror till och med leveransen av den färdiga produkten (Christopher 2005). I arbetet med logistik är det viktigt att se till hela systemet, att ha ett så kallat systemsynsätt. Logistik kan ses vara ett nätverk av relaterade aktiviteter och det är av vikt att förstå hur dessa aktiviteter beror av varandra. Om denna förståelse saknas riskeras suboptimering, det vill säga att delar av exempelvis ett företag förbättras på ett sådant sätt att det försämrar för företaget som helhet genom att generera en högre totalkostnad eller en försämrad servicenivå mot kund. För att förstå möjligheterna till förbättring och vad de medför måste företaget eller systemet ses i sin helhet. (Lambert & Stock 2001) Med detta systemsynsätt är logistik medlet för att tillfredställa kundbehoven genom koordination av material- och informationsflödet som sträcker sig från marknaden, genom företaget och dess funktioner och utöver det till leverantörerna (Christopher 2005).

För att definiera vad som ska innefattas i undersökningen och vad som utelämnas görs en systembeskrivning. Detta är följaktligen en viktig del då vad som tas med och vad som utelämnas i det studerade systemet ger olika möjligheter att uppnå ett resultat. Det studerade systemet ska tydligt beskriva vilka delar som måste ingå för att kunna svara till undersökningens syfte. Det studerade systemet kan ses vara en helhet som kan delas upp i olika delar; delsystem. Ett enkelt exempel på ett system är ett tält och delsystemen är då tältpinnar, duk och så vidare. Delsystemen eller delarna är beroende av varandra och helheten beror i sin tur av delarna. Det krävs en förståelse för systemets alla delar samt den helhet de är delar av för att kunna avgöra huruvida en förbättring av vissa delar leder till en förbättring av systemet som helhet. Ses bara till vad som förbättrar ett delsystem kan motsatt effekt fås på systemet som helhet, så kallad suboptimering. För att återknyta till tältexemplet kan detta vara att tältpinnarna förstärks på ett sådant sätt att de sedan inte passar ihop med duken.

Vilka delsystem kan i denna undersökning tillsammans bilda en helhet; det studerade systemet? Fokus ligger i denna undersökning på att hantera beroenden mellan aktiviteter, koordination. För att förstå dessa beroenden måste det definieras vilka aktiviteter som studeras. Det ska enligt syftet röra sig om aktiviteter som påverkar "Trähus" byggprocess och därigenom dess effektivitet. Ett alternativ är att studera alla aktiviteter som finns från det att ett träd fälls tills det att huset bebos eller ännu längre till det att "Trähus" garantitid går ut. Detta då alla dessa aktiviteter skulle kunna påverka "Trähus" byggprocess. Det kan dras ännu längre till att även undersöka aktiviteter hos leverantörer av exempelvis VVS-materiel och vidare deras leverantörer, alltså hela försörjningskedjan, eller kanske rättare sagt försörjningsnätverket. Detta är ingen möjlighet i denna undersökning då det finns begränsningar framförallt i form av tid. De aktiviteter som anses vara lämpligast att studera är de aktiviteter som utförs av "Trähus" i deras byggprocess. Detta utifrån teorin i kapitel 3.1.2 *Koordination och integration*, att det är av vikt att ha de interna processerna under kontroll innan fokus kan läggas på hela försörjningskedjan. Systemet avgränsas alltså i ett första steg till att röra de aktiviteter som utförs inom företaget "Trähus". Enligt direktiv, se kapitel 1.3 *Direktiv*, är det byggprocessen vid byggande av volymentelement som studeras och det är följaktligen aktiviteter relaterade till denna som ingår i systemet.

Det som studeras ska påverka byggprocessens effektivitet och ses ur ett logistiskt perspektiv. Det är material- och informationsflödet som ska koordineras och följaktligen ingår dessa flöden i det studerade systemet. Flödena avgränsas till att röra de flöden som går in i ”Trähus” byggprocess, inom ”Trähus” byggprocess, mellan de studerade aktiviteterna, samt ut från ”Trähus” byggprocess. Källor, till exempel leverantör och kund, till de flöden som går in i ”Trähus” byggprocess ingår inte i det studerade systemet, det gör inte heller mål för utgående flöden, till exempel kund och leverantör. Detta i enlighet med ovan, att det är den interna processen som studeras. Enligt ovan ska de studerade flödena vidare vara relaterade till byggande av volymelement. Dessa studerade flöden är delsystem på samma sätt som de aktiviteter som studeras.

Enligt ovan avgränsas systemet i ett första steg till att innefatta de aktiviteter som utförs av ”Trähus” och som påverkar eller påverkas av material- och informationsflödena. ”Trähus” byggprocess inleds med att en försäljning sker. Här avgränsas det studerade systemet ytterligare genom att låta den information som kommer från försäljning och in i följande aktiviteter inleda det studerade systemet. Alltså ingår inte själva försäljningen som en aktivitet, däremot blir output från försäljningen, den information som kommer från försäljningen, den input som påbörjar det studerade systemet. Det som säljs påverkar självklart material- och informationsflödet och således kan det tyckas att försäljningen ska vara med som en aktivitet. Däremot finns det en begränsning i tid i denna undersökning och försäljning är en omfattande aktivitet. Marknadsstrategier, prissättning och många olika delar kommer in i försäljningsaktiviteten som i denna undersökning anses ligga utanför det som ska studeras.

Systemet avslutas med den sista aktivitet ”Trähus” genomför innan ett färdigt hus står klart, systemets output är alltså ett färdigt hus. ”Trähus” är egentligen involverade längre än till att huset står klart. Det sker en överlämning till kund med besiktning efter att huset är klart. Vidare går ”Trähus” garantitid ut efter två år från överlämnandet och en sista besiktning sker då. Att systemet avgränsas innan denna sista aktivitet beror på att det inte finns några hus som är två år gamla, det finns alltså ingen möjlighet att studera detta. Det slutliga överlämnandet avgränsas bort som aktivitet i det studerade systemet då det ses att den slutgiltiga överlämningen till kund som aktivitet egentligen inte påverkar material och informationsflödet, kundens önskemål påverkar men dessa önskemål kommer in i ett tidigare skede i byggprocessen.

En aktivitet kan definieras på olika nivåer; en aktivitet skulle kunna vara att sätta på en dator för att i nästa aktivitet lägga en inköpsorder eller så kan dessa steg vara delar i aktiviteten inköp. Aktiviteterna ingår i det studerade systemet och ska således studeras varför även delarna i aktiviteten studeras. För att i denna undersökning inte missa någon viktig aktivitet som påverkar eller påverkas av material- eller informationsflödet definieras de studerade aktiviteterna på en övergripande nivå. Det skulle även vara omöjligt att hinna studera alla aktiviteter på en lägsta nivå och utreda beroenden dem emellan på den tid som denna undersökning utförs.

Utifrån underlag från ”Trähus” om hur deras byggprocess övergripande ser ut definieras aktiviteter enligt nedan. Detta verifieras vidare med ”Trähus” och Setra för att säkerställa att det inte råder några oklarheter. Prefabriceringen, i denna undersökning förtillverkningen av volymelementen i fabrik, är uppdelad i fyra olika aktiviteter. Med produktion menas vidare i rapporten allt som sker i fabriken samt på byggarbetsplatsen. De aktiviteter som inkluderas i produktion är produktionsförberedelse, ingående logistik, prefabricering, utgående logistik, montage och färdigställande.

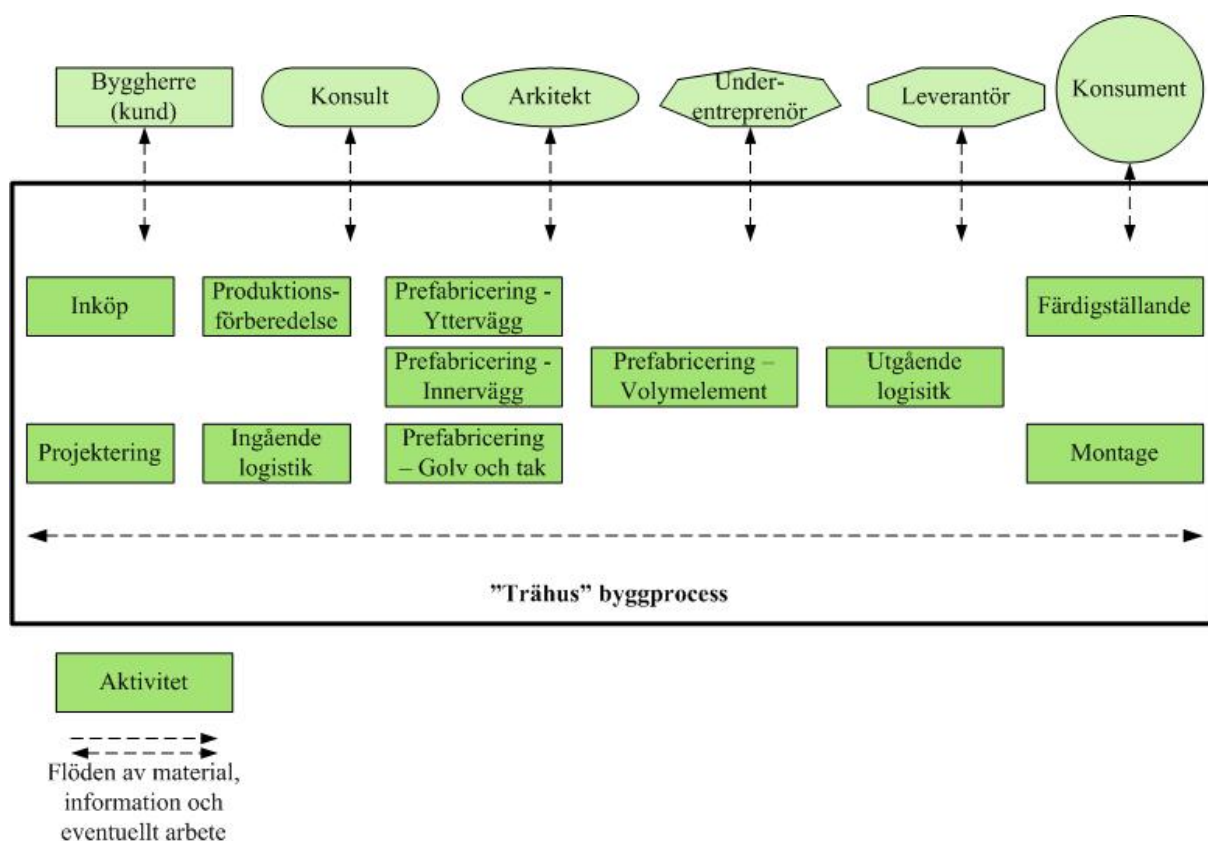
- **Inköp:** arbetet med materialförsörjning till produktionen

- **Projektering:** framtagande av allt ritningsunderlag och alla dokument som behövs för produktionen
- **Ingående logistik:** hantering av inleverans av material till fabriken, både till lager och till prefabriceringen
- **Produktionsförberedelse:** förberedelserna för prefabriceringen och monteringen
- **Prefabricering:**
 - **Yttervägg:** prefabriceringen av ytterväggar
 - **Innervägg och extramaterial:** prefabriceringen av innerväggar och extramaterial, till exempel balkongräcken och brotak
 - **Golv och tak:** prefabriceringen av golv och tak
 - **Volymelement:** prefabriceringen av volymelementen, ihopmontering av de andra prefabricerade delarna till volymelement och sedan färdigställande av volymelementen
- **Utgående logistik:** aktiviteten som tar volymelementen och en del annat material från fabrik till byggarbetsplatsen
- **Montage:** montering av volymelementen på byggarbetsplatsen till hus
- **Färdigställande:** färdigställandet av huset på byggarbetsplatsen

En aktivitet som ingår i "Trähus" byggprocess men som lika gärna skulle kunna vara en leverantörs aktivitet är den förkapning av virke som görs i den ena fabriken (den som inte studeras i denna undersökning) för att sedan skickas till båda fabrikena, se kapitel 2.2 "Trähus". Förkapningen i den andra fabriken ingår inte i det studerade systemet utan en avgränsning görs och den fabriken behandlas som en leverantör.

Det finns enligt kapitel 2.3 *Byggprocessen* diverse andra aktörer involverade i en byggprocess. Dessa beskrivs ovan som källor och mål till ingående och utgående flöden. Dessa aktörer är byggherre, konsult, arkitekt, underentreprenör och leverantör, se kapitel 2.3 *Byggprocessen*. Byggherren ses vara "Trähus" kund. Aktörerna har någon form av gränssnitt gentemot "Trähus", till exempel ett informationsutbyte eller en leverans av material. Dessa aktörers verksamhet, liksom förkapningen, ligger utanför systemet, i systemets miljö. Systemets miljö är det som inte ingår i det studerade systemet men som ändå kan påverka systemet (Bruzelius & Skärvad 2000). Även konsumenten, alltså den som i slutändan ska använda bygget, ingår i miljön då den kan påverka "Trähus" byggprocess, det kan till exempel vara så att konsumenten dröjer med de slutliga specifikationerna angående exempelvis färgval vilket följaktligen påverkar "Trähus" byggprocess.

I figur 22 nedan illustreras det studerade systemet. Det som ligger innanför den svarta rektangeln studeras, övrigt utelämnas.



FIGUR 22. DET STUDERADE SYSTEMET

Att avgränsa systemet kan ge konsekvenser på undersökningens resultat. Systemet avgränsas till att endast gälla de aktiviteter som utförs av "Trähus" och de flöden som binder samman dessa alternativt, leder in eller ut från dem. Vidare avgränsas systemet ytterligare till att inte inkludera aktiviteten försäljning eller aktiviteter efter färdigställande. Hade aktiviteten försäljning inkluderats i det studerade systemet hade kundens val och möjligheter att påverka produkten mer djupgående kunnat studeras. Detta hade gett en möjlighet att på ett bättre sätt förstå den fortsatta processen och de konsekvenser som följer av hur försäljningen genomförs. Dock ger information om efterföljande aktiviteter och flöden antydning om huruvida försäljningen fungerar på ett bra sätt eller inte. Problem som uppstår i senare aktiviteter kan härledas tillbaka till försäljningen i och med att outputen från försäljningen ingår i det studerade systemet. Detta ger att konsekvensen av avgränsningen inte är så stor då information om huruvida aktiviteten försäljning och beroendet mellan denna och andra aktiviteter fungerar väl framkommer ändå.

Överlämning samt garantibesiktning efter två år avgränsas bort av den anledning att det inte går att studera, det finns ännu inga projekt där det gått två år. Det skulle dock kunna vara en viktig del för undersökningen då kostnader som uppkommer senare även är del av totalkostnaden. Även slöserier i och med garantibesiktningen, till exempel stora kvalitetsproblem, missas. Det finns dock ingen möjlighet att studera eller ta del av statistik från några garantibesiktningar.

Övriga aktörer som påverkar "Trähus" byggprocess ingår i systemets miljö. Konsekvensen av att inga externa aktörer ingår i det studerade systemet är att helheten inte till fullo tas i beaktning. I exemplet leverantörer skulle fallet kunna vara att genom att studera dessa och deras aktiviteter upptäcka att beroendet mellan dessa och "Trähus" kan koordineras bättre vilket skulle ge en effektivare byggprocess till en lägre totalkostnad. Det får med andra ord en begränsande effekt på det möjliga resultatet och ger att det finns en viss risk för

suboptimering. Anledningen till att avgränsningen görs är att det är omöjligt ur resurssynpunkt att se till alla andra aktörers aktiviteter. Vidare är det av vikt att den interna processen i ett första steg fås under kontroll. Ytterligare ett steg i denna avgränsning är att förkapningen av virke som sker i "Trähus" ena fabrik (den som inte studeras i denna undersökning) behandlas som en aktivitet som utförs av en leverantör. Detta då en studie av denna aktivitet skulle kräva mycket extra resurser då den sker väldigt långt bort. Vidare finns inget som talar emot att fabriken behandlas som en leverantör. Fördelarna med att studera förkapningen är precis som i fallet med övriga leverantörer att det kan finnas möjligheter att förbättra koordinationen.

Avgränsningen av aktiviteter inom "Trähus" som inte direkt påverkar eller påverkas av material- och informationsflöden kan ge en viss påverkan på resultatet. Detta då exempelvis en aktivitet som fakturahantering faktiskt kan påverkas av hur order läggs eller antalet leverantörer.

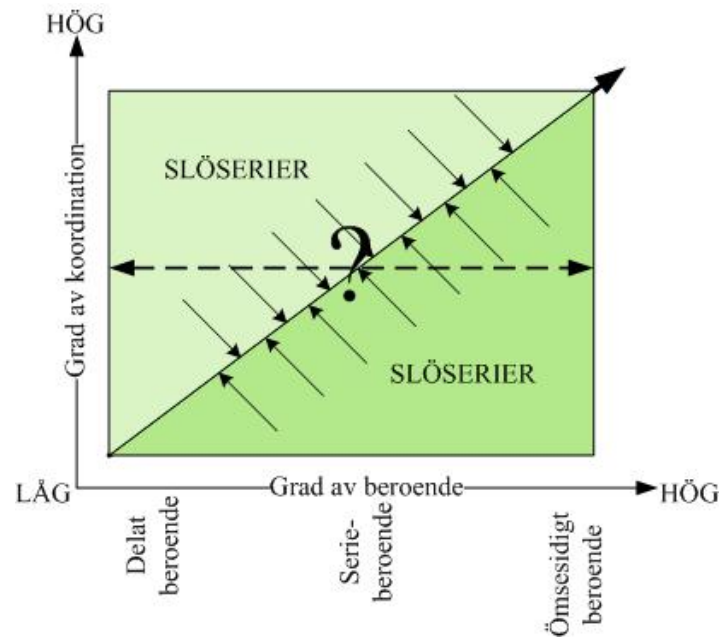
Avgränsningarna som görs medför alltså huvudsakligen att undersökningens resultat begränsas. Detta då beroenden och slöserier kan ha missats. Det skulle kunna vara så att resultatet ger en suboptimering av helheten då helheten inte studeras fullt ut. Däremot är de förslag som tas fram på bättre koordination inte några som påverkar det som ligger utanför det studerade systemet på ett negativt sätt. En bredare studie ses inte påverka det resultat som fås men med stor sannolikhet skulle det kunna ge ytterligare resultat.

4.2 Syftesnedbrytning

För att kunna uppnå syftet bryts det ner i konkreta frågeställningar som ska besvaras. Tanken är att om frågeställningarna som syftesnedbrytningen leder till besvaras så kan även syftet uppnås. *Syftet med denna undersökning är att utreda hur, ur ett logistiskt perspektiv, "Trähus" byggprocess kan effektiviseras.* Enligt kapitel 3.3 *Analysmodell* ligger fokus på hur koordination av material- och informationsflödet kan skapa en standardiserad byggprocess och därigenom ge en lägre total kostnad.

Nedan bryts syftet ner i konkreta frågor som kan struktureras i tre grupper av frågor. Strukturen är övergripande att de första två grupperna av frågor syftar till att utreda hur behovet av koordination i byggprocessen ser ut och var koordinationen brister. Behov av koordination finns då beroenden finns. Hur beroenden i byggprocessen ser ut ger en förståelse för sambanden som finns. Detta är av intresse för att förstå varför det ser ut som det gör och hur förbättringar kan uppnås. Den tredje gruppen av frågor ska svara till hur koordinationen kan förbättras.

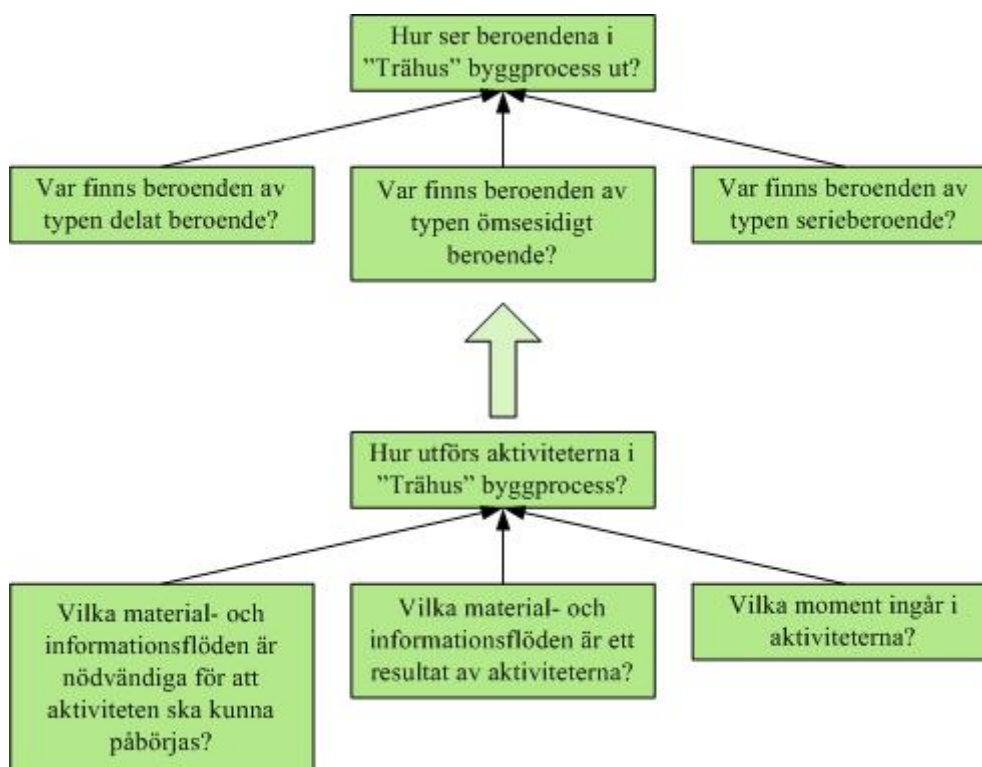
Enligt kapitel 3.3 *Analysmodell* är figur 23 nedan till hjälp vid analysen. Figuren visar schematiskt på att det finns en koppling mellan grad av beroende och den grad av koordination som krävs för att undvika slöserier. En första fråga som ställs är hur beroendena ser ut i "Trähus" byggprocess. Är detta känt kan en placering i x-led i figuren göras och en förståelse för sambanden i processen kan fås.



FIGUR 23. GRAD AV BEROENDEN I BYGGPROCESSEN

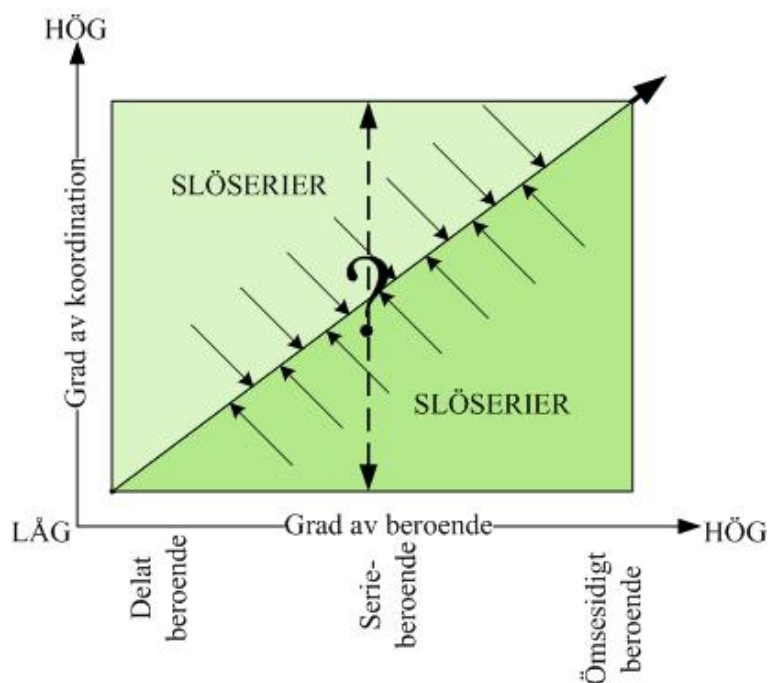
Beroendena är enligt kapitel 3.3 *Analysmodell* följande: delat beroende, serieberoende samt ömsesidigt beroende. Utifrån definitionen av beroendena, se kapitel 3.2.1 *Olika typer av beroenden*, framgår det att flödena mellan aktiviteterna samt resurser som krävs för att utföra aktiviteten avgör vilken typ av beroende det handlar om. För att kunna identifiera de flöden som går mellan aktiviteterna ställs frågan vilka material- och informationsflöden som är nödvändiga för att aktiviteten ska kunna påbörjas och vidare vilka flöden som är ett resultat av aktiviteten. I syfte att förstå vilka resurser som krävs för att utföra aktiviteten frågas vilka moment som ingår i aktiviteten. På detta sätt kan aktiviteterna kopplas samman med varandra och beroenden kan identifieras.

Frågorna som ställs sammanfattas i figur 24 nedan.



FIGUR 24. SYFTESNEDBRYTNING – HUR SER BEROENDENA I ”TRÄHUS” BYGGPROCESS UT?

Det är också nödvändigt att känna till positionen i y-led i figur 25 nedan för att kunna avgöra om det finns ett behov av förbättrad koordination vilket är fallet om graden av koordination inte är anpassad till graden av beroende.



FIGUR 25. GRAD AV KOORDINATION I BYGGPROCESSEN

Enligt kapitel 3.3 *Analysmodell* läggs endast vikt vid att analysera huruvida man i y-led befinner sig på diagonalen eller inte. Att känna till huruvida koordinationen mer specifikt är för hög eller för låg är inte nödvändigt då det som ska utredas endast är var det finns ett behov

av förbättrad koordination. Som ett verktyg för att identifiera huruvida graden av koordination är anpassad till graden av beroende används de slöserier som definierats i kapitel 3.2.3 *Bristande koordination ger slöserier*; överproduktion av produkter, väntan, onödiga transporter, överflödiga processer, överflödigt lager, onödiga förflyttningar och felaktiga produkter. Bristande koordination genererar slöserier och om slöserier kan identifieras kan det följaktligen konstateras att koordinationen brister. Slöserier ska identifieras och det frågas var i byggprocessen de olika slöserierna finns. Besvaras denna fråga kan det visas på vilka slöserier som finns och var i byggprocessen de återfinns. Det visar på att koordinationen i byggprocessen brister och vad följderna blir av det och vidare att det finns potential att förbättra koordinationen.

Att ett slöseri finns behöver inte bero av att koordinationen brister på samma ställe i processen som slöseriet identifieras, det kan vara en bristande koordination tidigare i byggprocessen som sedan ger symptom i form av slöserier längre ner i kedjan. För att komma till rätta med ett problem bör grundorsaken åtgärdas, annars hamnar man i en situation där man gång på gång måste lösa samma typ av problem. Utifrån detta ställs frågan vilken som är den faktiska orsaken till att slöserierna existerar. Ett exempel kan vara att det ofta saknas material vid en maskin. Ett angreppssätt är att tala om för personen som ansvarar för materialförsörjningen till maskinen att denne måste utföra sitt arbete bättre. Dock är det ingen effektiv metod om det är så att anledningen till att det ofta saknas material är att den som ansvarar för materialförsörjningen får bristfällig information om vilket material som behövs. Det är alltså den bristfälliga informationen som är den faktiska orsaken och det bör undersökas hur bättre information kan fås för att ge materialansvarig möjlighet att utföra ett bra arbete. För att kunna göra detta är nästa fråga att ställa var den bristfälliga informationen härstammar ifrån, alltså var i byggprocessen informationen tas fram för att koordinera materialförsörjningen. Frågan som ställs är var i byggprocessen slöseriet uppstår, vilket beroende som koordinationen brister i. Detta görs för att i ett nästa skede kunna förbättra koordinationen, vilket det krävs en analys av beroendet för att kunna göra.

Sammanfattningsvis frågas var i byggprocessen slöserier kan identifieras. Dessa slöserier visar på att koordinationen brister någonstans. För att vidare utreda var koordinationen brister frågas vad som är den faktiska orsaken till att slöserierna existerar. Den faktiska orsaken till att slöseriet existerar ger också vilket beroende som hanteras bristande. Fokus ligger på att förstå vad det är som i ett första skede genererar slöserier. En möjlighet är att bristande koordination på ett fåtal ställen i byggprocessen ger upphov till mängder av slöserier på olika ställen längre fram. Ägnar man sig åt så kallas brandsläckning, det vill säga att försöka åtgärda problem på plats när de uppstår, så måste detta göras på alla de ställen där slöserier identifieras. Fokuseras istället på grundorsaken kan det räcka med ett fåtal åtgärder en gång för att komma till rätta med problemen.

Frågorna som ställs sammanfattas i figur 26 nedan.



FIGUR 26. SYFTESNEDBRYTNING – VAR BRISTER KOORDINATIONEN I "TRÄHUS" BYGGPROCESS?

För att ta sig från det läge i figur 25 där "Trähus" befinner sig idag till diagonalen måste koordinationen förbättras, det vill säga förändras på ett sådant sätt att den är anpassad till behovet av koordination i det studerade beroendet. Koordinationsmekanismer lämpliga för att hantera beroendet där koordinationen idag brister måste identifieras. Tabell 4 nedan sammanfattar de koordinationsmekanismer som är aktuella i denna undersökning.

TABELL 4. KOORDINATIONSMEKANISMER KOPPLADE TILL UNDER VILKEN FORM DE SKER

Form under vilken koordinationen sker	Koordinationsmekanismer
Opersonlig	Regler <i>Standardisering</i> Produkter Metoder Processer Informations- och kommunikationssystem Resultat Arbetskraft <i>Incitament</i> <i>Kontrakt</i> <i>Planer</i> <i>Scheman</i> <i>Rutiner</i> <i>Gemensamma mål</i>
Personlig	Vertikala kanaler <i>Direkt ledning</i> <i>Planering (scheman)</i> Horisontella kanaler <i>Kommunikation</i> <i>Ömsesidig anpassning</i>
Grupp	Möten <i>Planering</i> <i>Ömsesidig anpassning</i>

Användandet av dessa koordinationsmekanismer ska ge en högre grad av standardisering och därigenom en sänkt total kostnad. Detta då koordinationsmekanismerna lämpar sig olika bra i olika situationer och lämpliga koordinationsmekanismer för hanterandet av ett beroende gör att en koordination anpassad till graden av beroende fås. Ett effektivt hanterande av beroenden införs och används repetitivt vilket ger en standard i utförandet. Enligt kapitel 3.3 *Analysmodell* går det inte att utifrån en typ av beroende säga vilken koordinationsmekanism som lämpar sig. Däremot kan en analys utifrån figur 27 nedan, ge en ledning i under vilken eller vilka former koordinationen bäst lämpar sig ske, alltså om koordinationen bör vara opersonlig, personlig och/eller ske i grupp. Är detta känt visar tabell 4 ovan vilka olika koordinationsmekanismer som finns på respektive form. Figur 27 visar att en stor osäkerhet ger ett ökat behov av koordinationen i grupp medan behovet av de båda andra formerna av koordination minskar. Ett stort antal inblandade har en annan effekt på vilken form som lämpar sig, behovet av opersonlig och personlig koordination ökar men det har ingen effekt på huruvida behovet av koordination i grupp ökar eller minskar. En hög grad av beroende har ingen effekt på hur opersonlig koordination lämpar sig men ger ett ökat behov av personlig koordination och koordination i grupp. Detta kan exemplifieras med ett ömsesidigt beroende där det råder hög grad av osäkerhet och det är ett stort antal inblandade. Faktorn osäkerhet ger ett behov av koordination i grupp men ett minskat behov av personlig och opersonlig koordination. Det stora antalet inblandade ger dock ett ökat behov av opersonlig och personlig koordination. Den höga graden av beroende talar också för koordination i grupp alternativt

personlig koordination. I det här exemplet kan det alltså vara nödvändigt med olika former av koordination för att nå en bra koordination av beroendet. Hade det däremot varit ett lågt antal inblandade kunde behovet av koordination i grupp ha varit högst. I ett annat fall med låg osäkerhet, ett lågt antal inblandade och en låg grad av koordination ger figuren ingen ledning i vilka koordinationsformer som är att föredra men Thompson (1992) ser att ett delat beroende, vilket det rör sig om vid en låg grad av beroende med fördel hanteras opersonligt genom regler, standardisering och rutiner. Finns det en låg grad av beroende och övriga faktorer inte ger någon ledning i vilka koordinationsformer som är att föredra bör formen vara opersonlig. Detta bör vara det mest kostnadseffektiva då det enligt Thompson (1992) är dessa typer av koordinationsmekanismer som kräver minst beslutsfattande och minst kommunikation.

Faktorens påverkan på formen under vilken koordinationen bör ske	Opersonlig	Personlig	Grupp
Stor osäkerhet ger	↓	↓	↑
Stort antal inblandade ger	↑	↑	→
Hög grad av beroende ger	→	↑	↑

FIGUR 27. VAD SOM PÅVERKAR UNDER VILKA FORMER KOORDINATIONEN SKER, FRITT FRÅN VAN DE VEN ET AL. (1976)

En fråga som ställs är alltså, för en given situation, vilken typ av beroende det rör sig om, graden av osäkerhet samt antal inblandade. Vilken typ av beroende det rör sig om tas fram då beroendena i "Trähus" byggprocess identifieras, se ovan. För att avgöra graden av osäkerhet frågas efter svårigheten i uppgiften samt graden av variation i uppgiften, detta utifrån den definition av osäkerhet i uppgiften som ges i studerad teori. I syfte att avgöra huruvida det är ett stort eller litet antal inblandade måste en utgångspunkt tas i den specifika situationen. Omständigheterna i hur man befinner sig rent geografiskt i förhållande till varandra kan ge att sex personer som befinner sig i samma byggnad är ett litet antal medan sex personer som befinner sig i olika delar av världen är ett stort antal. Utifrån detta frågas hur många som är inblandade samt hur inblandade personer är placerade geografiskt.

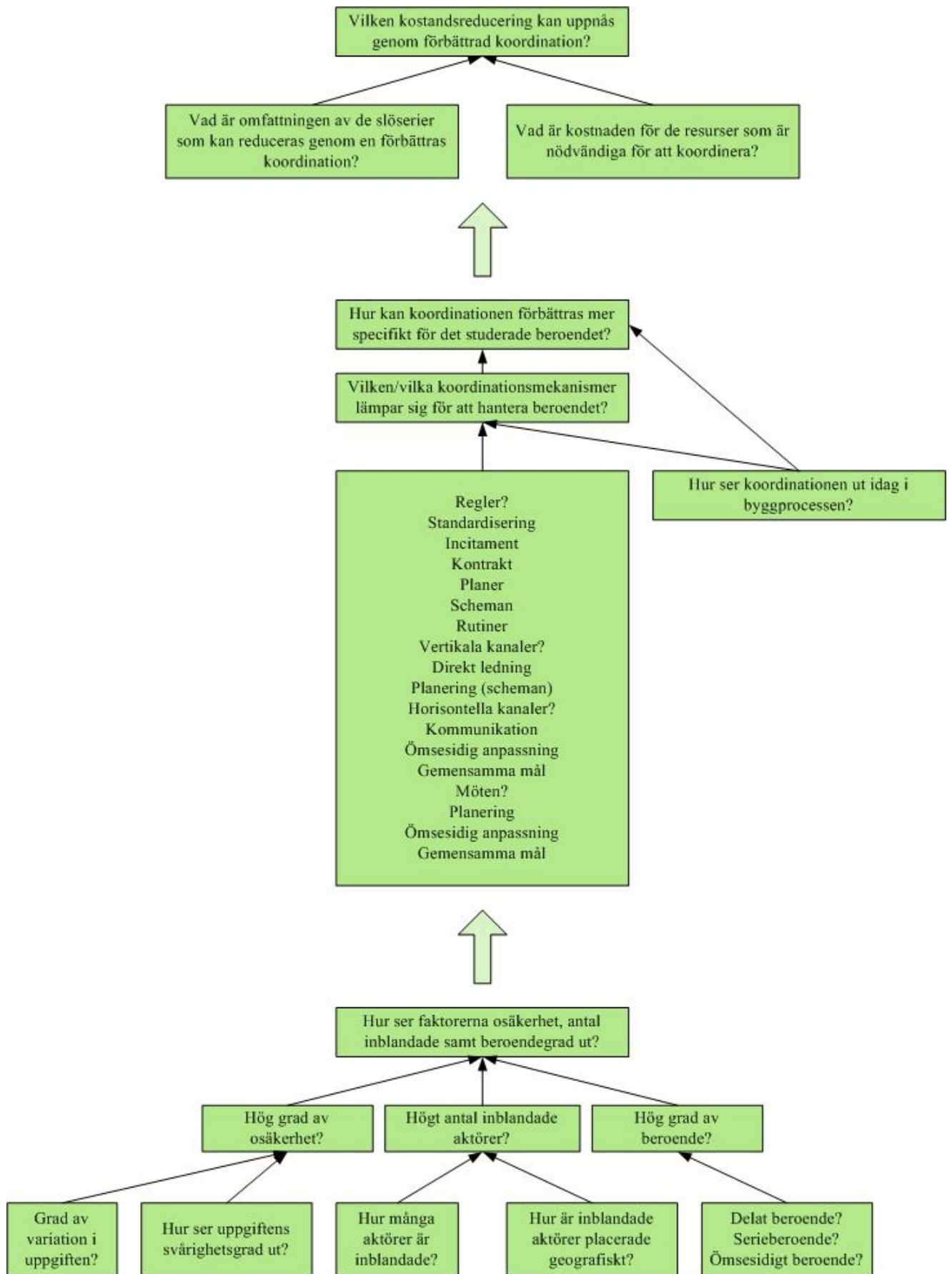
Figur 27 tas vidare till hjälp för att svara på frågan om vilka former som lämpar sig för att koordinera den givna situationen. När en eller fler lämpliga former för koordinationen har identifierats är nästa steg att svara på frågan vilka koordinationsmekanismer som lämpar sig för att hantera beroendet. I tabell 4 framgår att det för varje form av koordination finns olika koordinationsmekanismer och för att få en mer specifik ledning i vilken koordinationsmekanism som lämpar sig frågas hur koordinationen av det analyserade beroendet ser ut idag. Detta då det är känt att koordinationen brister men för att kunna avgöra mer specifikt vad det är som brister måste en analys av hur koordinationen sker idag göras. Hur koordinationen ser ut idag ger också en ledning i hur koordinationen mer specifikt kan förbättras. Med mer specifikt menas att det till exempel inte bara handlar om att beroendet ska koordineras med regler utan också hur detta ska göras och vilka regler det handlar om. Genom att endast vidare analysera koordinationen i de fall där slöserier identifieras för en angränsning i att i de fall där slöserier inte kan identifieras studeras koordination inte närmare. Ett alternativ hade varit att se över varje beroende och hur koordinationen ser ut i detta. Avgränsningen görs då det finns en begränsning i tid som gör att det inte är möjligt att se över

varje beroende djupare. Konsekvensen av avgränsningen är att bristande koordination riskerar att missas om inget slöseri som följer av det kan identifieras. Det ses dock inte att resultatet som fås påverkas av detta förutom att det kan vara något begränsat.

Att man vill närma sig eller i idealfallet hamna på diagonalen i figur 25 är för att där ges den lägsta totalkostnaden. Detta genom att graden av koordination är anpassad till graden av beroende. För att avgöra huruvida en förändrad koordination innebär att man närmar sig diagonalen ställs frågan vilken kostnadseffekt som kan uppnås. Sänks totalkostnaden har diagonalen närmats. Kostnadseffekten beror av vilken kostnadsreducering som kan uppnås vid förändrad koordination och vad koordination i sig kostar.

För att sammanfatta ovanstående ställs i ett första skede frågor för att svara till under vilken form koordinationen bör ske. Detta ger en utgångspunkt för att svara till vilka koordinationsmekanismer som lämpar sig för att hantera beroendet. Det frågas vidare hur koordinationen ser ut idag för att få ytterligare ledning i analysen av lämpliga koordinationsmekanismer, också på en mer specifik nivå. För att avgöra om den förändrade koordinationen ger en sänkning av totalkostnaden frågas vilken kostnadsreducering som kan uppnås då slöserier reduceras samt vad koordinationen i sig skulle kosta.

Frågorna som ställs sammanfattas i figur 28 nedan.



FIGUR 28. SYFTESNEDBRYTNING – VILKEN KOSTNADSREDUCERING KAN UPPNÅS GENOM FÖRBÄTTRAD KOORDINATION?

5 Metod

Med metod avses undersökningens tillvägagångssätt, alltså hur syftet uppnås (Björklund & Paulsson 2003). Uppgiftspreciseringen svarar till var och vad och metoden svarar till hur, hur undersökningens syfte ska kunna uppnås. I detta kapitel presenteras tillvägagångssättet uppdelat i tre delar; tillvägagångssätt vid planering, datainsamling och analys samt avslut. Metodkapitlet avslutas med metodkritik som syftar till att diskutera och kritisera alla de val som gjorts vad gäller undersökningens metod för att visa på undersökningens trovärdigt.

5.1 Tillvägagångssätt vid planering

För att kunna genomföra en bra undersökning vilket är en förutsättning för att kunna nå ett bra resultat är det viktigt med en väl genomförd planering. I denna undersökning startar planeringen i en situation där kunskap om industrialiserat byggande eftersöks och det finns ett fall i form av "Trähus" att studera. Vidare har undersökningen ett logistiskt perspektiv vilket mynnar ut i undersökningens syfte; *att utreda hur, ur ett logistiskt perspektiv, "Trähus" byggprocess kan effektiviseras.*

För att ha någon som helst möjlighet att svara till syftet krävs inledningsvis djupare kunskap om den aktuella situationen varför teori kring industrialiserat byggande studeras och information om "Trähus" inhämtas. Med en bättre förståelse för situation kan arbetet med att utforma en referensram påbörjas. Fokus ligger på att utforma en referensram med relevanta teorier som på ett bra sätt kan vara till hjälp i den fortsatta undersökningen. Teorierna knyts samman i modeller som ligger till grund för en vidare analys. Dessa modeller visar på vad som måste vara känt för att kunna genomföra analysen. För att säkerställa att denna information kan fås görs en uppgiftsprecisering som visar på vad som måste studeras och vad som måste svaras på för att få önskad information. Det studerade systemet definieras utifrån ett resonemang kring vad som är relevant att studera med utgångspunkt i undersökningens syfte. För att veta vad som måste svaras på för att kunna göra en analys och vidare svara på undersökningens syfte bryts syftet ner i mer konkreta frågor.

Ett nästa steg i planeringen är att välja ansats och vidare metod för datainsamling och analys. Med ansats menas hur undersökningen utformas rent tekniskt. Det vill säga, hur man ska gå tillväga för att önskade slutsatser ska kunna nås. (Lekvall & Wahlbin 2001) Att grundligt planera hur data ska samlas in kan vara avgörande för att nå önskade resultat. En utgångspunkt för den fortsatta planeringen tas i uppgiftspreciseringen som svarar på var och vad, metoden ska svara på hur.

5.1.1 Val av ansats

I denna undersökning frågas hur logistik kan möjliggöra industrialiserat byggande. För att kunna svara till detta studeras fallet "Trähus" byggprocess och undersökningens *syfte är att utreda hur, ur ett logistiskt perspektiv, "Trähus" byggprocess kan effektiviseras.* Det är alltså ett fall som studeras, en så kallad fallstudie.

Att det är fallet "Trähus" som ska studeras ges i ett tidigt skede i undersökningen. En möjlighet skulle kunna vara att studera ytterligare fall av industrialiserade byggprocesser för att förstå vad som är generellt för industrialiserat byggande och vad som är individuellt för de respektive företagen. I och med att en djupare förståelse eftersöks är det dock på grund av tidsbrist omöjligt att hinna studera flera företag och samtidigt nå önskat djup varför endast fallet "Trähus" studeras.

För att kunna svara till undersökningens syfte samlas data in. Olika typer av data kan vara önskvärd beroende av vilken typ av undersökning det rör sig om. Kvantitativ data ses vara

information som presenteras som siffror medan kvalitativ data är information som förmedlas med ord, det kan exempelvis röra sig om beskrivningar av något, brev och citat. (Merriam 1988) Enligt Björklund och Paulsson (2003) lämpar sig kvalitativa studier bäst om man vill skapa sig en djupare förståelse för ett ämne eller en situation medan kvantitativa ofta ger ett mer generaliserbart resultat. I denna undersökning eftersöks en djupare förståelse varför fokus i planeringen av vilken data som ska samlas in ligger på kvalitativ data som kompletteras med kvantitativ data.

5.1.2 Val av metod för datainsamling

Det är av vikt att välja rätt metod för att kunna samla in önskad typ av data som vidare används för att svara till de frågor som definieras i syftesnedbrytningen. *Undersökningens syfte är att utreda hur, ur ett logistiskt perspektiv, "Trähus" byggprocess kan effektiviseras.* Frågorna i syftesnedbrytningen är undersökande och innehåller frågeord som "vilka", "var" och "hur" och det är inte känt på förhand vilka som är de möjliga svarsalternativen. Detta ger att en datainsamlingsmetod som tillåter att svara på denna typ av frågor väljs.

Olika metoder för datainsamling har olika för- och nackdelar och lämpar sig olika bra beroende på vilka resurser som finns tillgängliga och vilken typ av frågor som ska besvaras.

Intervjuer är en bra metod för datainsamling i denna undersökning. Intervjuer ger möjlighet att ställa följdfrågor och föra diskussioner vilket är intressant då det inte på förhand är känt exakt vilken data som eftersöks och frågorna som besvaras är undersökande. Intervjuer lämpar sig väl när det är kvalitativ data som eftersöks (Merriam 1988) vilket till stor del är fallet i denna undersökning. Det finns olika typer av intervjuer, dels hur de genomförs rent tekniskt samt vilken grad av struktur de har (Merriam 1988, Björklund & Paulsson 2003). Enligt ovan finns det inga på förhand exakta frågor som är de och endast de som ställs under intervjuerna. Hade detta varit fallet hade intervjun varit av det strukturerade slaget. Det finns ingen förbestämd ordning i vilken frågorna ställs och det finns utrymme för anpassning under intervjuens gång vilket ger en semistrukturerad intervju. Ur teknisk synvinkel ska ett val göras i om det ska genomföras en personlig intervju eller en intervju över exempelvis telefon eller Internet. Ett val görs att genomföra personliga intervjuer då det finns resurser att göra detta och det är den form av intervju som ger störst möjlighet till interaktion med respondenten och även tillfälle att tolka exempelvis kroppsspråk.

Som komplettering till intervju väljs observation som en datainsamlingsmetod. Observation är en datainsamlingsmetod som sker ute på fältet och som namnet antyder handlar det om att observera. En vanlig kombination är informella intervjuer och observation. Observation lämpar sig när ett beteende studeras och när det som studeras är något som människor inte vill prata om. (Merriam 1988) Då det enligt ovan ges möjlighet att göra studiebesök och personliga intervjuer ses observation i denna undersökning vara ett bra komplement för att konfirmera information som framkommit i intervjuerna även om metoden i sig kanske inte svarar på några frågor.

För att i ett tidigt skede i undersökningen kunna beskriva den aktuella situationen samt hitta lämpliga teorier till referensramen genomförs även litteraturstudier vilket är en datainsamlingsmetod. Med litteraturstudier avses allt skrivet material. Fördelen med litteraturstudier är att det är en metod som inte behöver kräva någon större mängd tid eller pengar (Björklund & Paulsson 2003). Detta då artiklar finns tillgängliga i diverse databaser som nås genom universitetet och böcker kan sökas och lånas på universitetets bibliotek.

5.2 Tillvägagångssätt vid datainsamling och analys

I denna del av undersökningen samlas önskad data in enligt vald metod, se kapitel 5.1.2. *Val av metod för datainsamling*. Det är med insamlad data som grund som vidare analys genomförs och insamlad data är följaktligen av stor vikt för undersökningens resultat. För att uppnå ett riktigt resultat måste informationen detta bygger på i sin tur vara riktig.

5.2.1 Datainsamling

Vid litteraturstudier bör pålitligheten ifrågasättas (Merriam 1988). Hur kan man veta att det man läser är sant? I syfte att endast använda trovärdig information och trovärdiga teorier läggs inledningsvis vikt vid att få informationen från originalkällan. Hittas intressant data i en artikel som refererar till en annan källa söks denna ursprungskälla för att få informationen i sitt ursprungliga sammanhang och kunna avgöra dess relevans och trovärdighet. Vidare finns det inget som säger att ursprungskällan är trovärdig. För att verifiera trovärdigheten eftersöks minst två källor som antingen stödjer samma teori alternativt motsäger varandra för att få olika synsätt att ta ställning till. En annan aspekt att ta hänsyn till är var och hur information eftersöks. Artiklar söks främst i de databaser och tidsskrifter som finns tillgängliga genom universitetet, på samma sätt söks litteratur genom universitetets bibliotek. Ett flertal artiklar om industrialiserat byggande och traditionellt byggande studeras för att skapa en generell bild av hur det ser ut idag och den problematik som finns. Detta för att dels ha goda kunskaper att utgå från i den fortsatta undersökningen och dels för att kunna få en uppfattning om huruvida ”Trähus” verksamhet kan generaliseras, anses vara representativ för företag som ägnar sig åt industrialiserat byggande, eller inte. För närmare information kring strukturen på datainsamlingen vad gäller litteratur se Bilaga I – Litteratursökning. Litteratur främst i form av kalkyler samlas också in under studiebesök hos ”Trähus”. Vid denna insamling läggs vikt vid att få information från den som har mest kunskap om det som efterfrågas för att vidare kunna ställa frågor vid eventuella oklarheter.

För att säkerställa att ingen information missas vid intervjuerna spelas alla intervjuer in med diktafon. Dessa lyssnas vidare igenom en andra gång för att vid behov komplettera de anteckningar som tas under själva intervjuerna. Två personer genomför intervjuerna, på detta sätt minskar risken att information misstolkas då dessa två efter intervjun diskuterar igenom insamlad data och konfirmerar att data har tolkats enhetligt. Kommer det fram att data tolkats olika kontaktas respondenten med ytterligare frågor för att säkerställa en korrekt tolkning. Respondenten ges också möjlighet att granska sammanställd data för att vid behov kunna rätta eventuella missförstånd eller fel. Intervjufrågorna tas fram med en utgångspunkt i syftesnedbrytningen för att säkerställa att inget missas. Intervjuunderlag återfinns i Bilaga IV – Intervjuunderlag. Intervjuerna dokumenteras skriftligt för att vidare analyseras. Dock finns det i praktiken ingen klar gräns mellan datainsamling och analys.

Av för ”Trähus” praktiska skäl inleds datainsamlingen i fabriken. Efter detta följer huvudkontoret och avslutningsvis en byggarbetsplats. I fabriken utförs aktiviteterna ingående logistik, produktionsplanering, de olika prefabriceringsaktiviteterna samt utgående logistik. I dessa aktiviteter medverkar fler än en person, de som intervjuas är fabrikschef, assisterande fabrikschef som även ansvarar för ingående logistik samt de fyra förmännen för de olika prefabriceringsaktiviteterna. Detta urval görs utifrån att dessa personer har en övergripande bild men är samtidigt aktiva och insatta i det praktiska arbetet. Vidare befinner de sig på olika nivåer då fabrikschefen och ansvarig för logistikgruppen har en högre befattning och mer kontakt med huvudkontoret medan förmännen har en nära kontakt med alla som arbetar på golvet. Intervjuerna genomförs på plats i fabriken. Idealt hade varit att intervjuas alla anställda för att få ett så brett underlag som möjligt men detta är inte möjligt på grund av begränsade resurser i form av tid. Tiden läggs på att göra mer djupgående intervjuer med ett färre antal.

Intervjuerna varar mellan 45-75 minuter beroende på hur respondenten svarar och vilka diskussioner som uppstår. Vidare görs observationer i fabriken i samband med intervjuerna för att antingen bekräfta eller säga emot det data som intervjuerna ger. Under observationerna sker ostrukturerade intervjuer med anställda på golvet vilket också kompletterar de semistrukturerade intervjuerna.

För att samla in information kring montage och färdigställande intervjuas projektledaren för dessa aktiviteter och en byggarbetsplats där ett flertal projekt pågår besöks. Där intervjuas främst montageledaren men då alla är samlade inkommer information även från övriga anställda, det rör sig totalt om fyra personer. Vidare sker även här observation i form av rundvandring i två aktuella projekt. Det ska tydliggöras att den egna montagegrupp ”Trähus” har är ännu nyare än vad verksamheten att tillverka volymelement är, i början hyrde man in montage externt. Effekter av detta är att det är svårt att dra slutsatser om vilken data, insamlad på byggarbetsplatsen, som kan generaliseras och vilken som är specifik för det aktuella projektet. Det finns en risk för att det som arbetar har genomfört för få projekt för att kunna ge en bra bild av hur det generellt ser ut.

På huvudkontoret i Skellefteå intervjuas utöver de som är inblandade i aktiviteterna inköp och projektering även ekonomiansvarig samt företagets VD som även är säljansvarig. Detta för att få ett mer övergripande perspektiv och en förståelse för hur man resonerar rent strategiskt i arbetet. Detta är inga frågeställningar som direkt ingår i denna undersökning men är av intresse för att på ett bättre sätt förstå omständigheterna och resultatet av dessa.

En sammanställning av dem som intervjuas vid datainsamlingen återfinns i tabell 5 nedan. Det som presenteras är var geografiskt i organisationen personen återfinns, titel, samt hur många det finns total på den positionen.

TABELL 5. RESPONDENTER VID DATAINSAMLING

Placering	Titel	Antal intervjuade/ Totalt urval
Fabrik	Fabrikschef	1/1
Fabrik	Assisterande fabrikschef	1/1
Fabrik	Förman	4/4
Fabrik	Anställd på golvet	7/ca 20
Huvudkontor	Inköpsansvarig	2/2
Huvudkontor	Projekteringsansvarig	1/2
Huvudkontor	Projektledare montage	1/1
Huvudkontor	VD/försäljare	1/1
Huvudkontor	Ekonomichef	1/1
Byggarbetsplats	Montageledare	1/1
Byggarbetsplats	Montagearbetare	4/5

5.2.2 Analys

För att kunna identifiera de olika typerna av beroenden tas en utgångspunkt i kartläggningen av aktiviteter och flöden. Vidare används definitionerna av de olika typerna av beroenden som presenteras i kapitel 3.2.1 *Olika typer av beroenden*. För att identifiera var det finns beroenden mellan olika aktiviteter ses till de flöden av material och information som går mellan dem samt vilka resurser som delas mellan dem. Här ska ett klagörande göras. Om aktivitet x är beroende av aktivitet y som i sin tur är beroende av aktivitet z kan aktivitet x ses vara beroende av aktivitet z trots att det inte går något flöde direkt mellan dessa aktiviteter.

Det ses att det finns ett direkt beroende mellan x och y och ett indirekt beroende mellan x och z. Vid identifikationen av beroenden analyseras i ett första steg de direkta beroendena. För att inte missa något beroende gås varje aktivitet igenom samt dess koppling till övriga aktiviteter.

För att svara till var i byggprocessen de olika typerna av slöserier finns måste slöserierna på något sätt identifieras. För att få en så fullständig bild som möjlig samlas olika typer av data in. Genom intervjuerna och observationerna av de olika aktiviteterna, vilka moment som ingår i dem och de flöden som knyter dem samman fås en bild av om det finns slöserier. Som ett komplement till detta samlas för- och efterkalkyler på olika projekt in. I och med att verksamheten med den produktion som i denna undersökning studeras är ny för "Trähus" begränsas mängden data som kan samlas in. Verksamheten har pågått i cirka två år och under denna tid har förändringar gjorts och exempelvis har tiden det tar att tillverka volymelementen halverats. Ett beslut har utifrån detta tagits, i samråd med ekonomiansvarig på "Trähus", att endast studera kalkyler för projekt utförda under det senast halvåret för att få så relevant data som möjligt. Följden av detta är att en begränsad mängd data analyseras och det är svårare att dra generella slutsatser av den.

De kalkyler som samlas in är dels kostnads kalkyler på åtta villor samt på två stora projekt som kan ses vara mindre komplexa, dagisbyggnader. Dels rör det sig om tidskalkyler för de åtta villorna. Kostnads kalkylerna ger totalkostnaden för ett projekt utifrån hur "Trähus" kalkylerar. En analys görs av överensstämmelsen mellan för- och efterkalkyler. Information fås om att det i fallet tidskalkyler kan vara så att tid stämplas in på fel projekt vilket ger att ett projekt i efterkalkylen kan se ut att ha tagit mycket mer tid än ett annat men att det inte är det verkliga utfallet. Detta ger att mer än ett projekt måste studeras för att kunna avgöra vad som är den verkliga genomsnittstiden och därmed också genomsnittskostnaden. Det visar sig också att de senare villorna i kalkylerna inte är helt färdiga vilket gör att efterkalkylerna inte är fullständiga. Detta ger att det är de fyra första projekten av villorna som studeras vilket begränsar det kvantitativa underlaget. De två dagisprojekten studeras även men med försiktighet på grund av osäkerheten i kalkylerna. Efterkalkylerna är alltså en potentiell felkälla då det är osäkert hur väl de stämmer överens med verkligheten och hur många kalkyler som bör studeras för att kunna dra säkra slutsatser om hur det ser ut.

Det görs ett antagande att förkalkylerna kan anses vara tillförlitliga vilket är en potentiell felkälla. Dels kan förkalkylerna vara felaktigt beräknade och dels kan ändringar uppkomma under processens gång vilket ger en differens i kostnader men genererar också en skillnad i intäkt, alltså till exempel om kunden väljer något speciellt så får den även betala för det. Utifrån antagandet om förkalkylernas riktighet beräknas differensen mellan för- och efterkalkyler. En annan beräkning görs med utgångspunkt i den information som framkommit under intervjuerna om uppskattad omfattning av slöserier. Denna information översätts med hjälp av efterkalkylerna i kvantitativa kostnader. Nu kan en jämförelse göras mellan differensen mellan för- och efterkalkyler samt den kostnad beräknad utifrån information från intervjuerna. Om de båda resultaten stämmer överens på ett ungefär ses detta ge en vägledning i vilken storleksordning slöserierna befinner sig i.

Det är inte omöjligt, om än krävande, att göra en djupare undersökning av hur kostnaderna och tiderna är fördelade genom egna studier och beräkningar. Detta anses i denna undersökning vara för tidskrävande varför en avgränsning här görs då kostnadsinformationen endast är hämtat direkt från företaget.

Det hade varit önskvärt att kunna kalkylera exempelvis lagervärden för att få en uppfattning om det finns överflödigt lager och omfattningen av detta. Vidare hade det varit av intresse med statistik kring sena eller felaktiga leveranser, hur ofta material missas att beställas och vilken typ av material det rör sig om, kassationer i produktionen etcetera. Detta för att kunna

avgöra hur produktionen påverkas, vad det genererar för slöserier och omfattningen av dessa. Denna typ av dokumentation och statistik saknas idag, det görs i företaget inte några mätningar i någon större utsträckning. I nuläget ger kalkylerna begränsat med information då det är svårt att dra specifika slutsatser kring vad som driver kostnader. En alternativ metod hade varit att göra faktiska mätningar för att få tillgång till denna typ av kvantitativ data. Att följa ett projekt hela vägen och i alla steg se hur arbetet går till och få en bättre uppfattning om de faktiska slöserierna och var de uppstår. Detta har inte kunnat genomföras i denna undersökning på grund av tidsbrist och timing. Till exempel finns ingen möjlighet att studera ett montage på plats då inget montage sker under den tid som datainsamlingen genomförs. Vidare hade den sortens data endast kunnat samlas in för ett projekt vilket hade kunnat ge en missvisande bild av hur det generellt sett ser ut. Vad som faktiskt orsakar slöserierna, var och varför koordinationen brister, utreds med hjälp av kartläggningen av beroendena samt vilken slags slöseri det handlar om. De direkta och indirekta beroendena hjälper till att härleda slöserierna till var de skulle kunna ha uppstått utifrån information från intervjuerna om hur de olika beroendena hanteras idag och hur aktiviteterna utförs. Det finns alltså en osäkerhet i analysen av var slöserierna uppstår då det inte går att peka på exakt var ett slöseri uppstår utan flera möjliga orsaker identifieras och det går inte att säga vilken som till störst del är orsaken då statistik kring detta saknas.

Hur koordinationen kan förbättras, reducera slöserierna och således nå en lägre total kostnad, ska besvaras. Här görs en avgränsning i att inte alla identifierade beroenden där koordinationen brister analyseras vidare. Ett urval utifrån var en förbättrad koordination ses kan få störst effekt görs. Detta urval görs utifrån insamlad data och analys som visar på slöseriernas omfattning samt var grundorsakerna till slöserierna återfinns. Att göra urvalet försvåras av att det inte med säkerhet går att säga vilka grundorsaker som till störst del orsakar ett slöseri då flera möjliga grundorsaker identifieras. En avgränsning är dock nödvändig då det inte finns resurser att i denna undersökning göra en analys av alla beroenden där koordinationen kan förbättras. I och med att den faktiska orsaken till att slöserierna uppstår är osäker är det även möjligt att beroenden som faktiskt till väldigt liten del orsakar ett slöseri analyseras om alla identifierade beroenden där koordinationen skulle kunna brista analyseras. Därav görs urvalet utifrån insamlad data och resonemang kring grundorsakerna och deras betydelse för slöserierna. Detta urval kan alltså vara felaktigt, alltså att beroendena som analyseras inte till störst del är de som orsakar slöserierna, men analysen av hur koordinationen av dessa kan förbättras ger en vägledning i hur vidare analys av förbättrad koordination kan göras.

Enligt kapitel 3.3 *Analysmodell* går det inte att utifrån en typ av beroende exakt säga vilken eller vilka koordinationsmekanismer som lämpar sig. Däremot kan man genom en analys av faktorerna typ av beroende, osäkert och antal inblandade få en ledning i under vilken form det finns behov av att koordinationen sker och detta ger vidare en ledning vid val av koordinationsmekanism. En första fråga är alltså hur osäkerhet och antal inblandade mäts och analyseras. Vilken typ av beroende det rör sig om tas fram enligt ovan. I kapitel 3.3 *Analysmodell* framgår det att osäkerhet kan definieras utifrån uppgiftens svårighetsgrad och dess variation. Vad gäller variationen så är hur varierat uppgiften måste utföras av någon anledning som är av intresse. Det är alltså inte en hög osäkerhet om en uppgift utförs varierat bara för att till exempel två olika personer utför den utan endast om den måste utföras varierat. Svårighetsgraden i uppgiften avgörs av uppgiftens komplexitet och det är om det är svårt att på förhand avgöra hur uppgiften kan genomföras som svårighetsgraden är hög. Utifrån denna definition görs utifrån kartläggningen en analys av det studerade beroendet för att avgöra om graden av osäkerhet kan ses vara hög eller låg. Vad gäller antal inblandade

finns det ingen tumregel utan det ses vara beroende av den specifika situationen om antal inblandade är högt eller lågt, se exempel i kapitel 3.3 *Analysmodell*.

Utifrån de tre faktorerna visar analysmodellen på under vilken eller vilka former det finns behov av att koordinationen sker. Nästa fråga att besvara är vilken eller vilka koordinationsmekanismer som ska användas. Under vilken form koordinationen lämpar sig ger enligt analysmodellen ledning i frågan. Vidare tas en utgångspunkt i den specifika situationen för att avgöra mer exakt vilken eller vilka mekanismer som bör tillämpas. För att avgöra hur koordinationen ser ut idag tas en utgångspunkt i kartläggningen, orsaken till de identifierade slöserierna samt de koordinationsmekanismer som i denna undersökning tagits fram utifrån studerade teorier. Med kartläggningen finns en bild av hur de olika aktiviteterna är beroende av varandra och hur de flöden som går mellan aktiviteterna ser ut. Om exempelvis aktivitet x är beroende av information från aktivitet y och denna information förmedlas via ett möte så finns en koordinationsmekanism i form av ett möte. Slöseriernas grundorsak ger vidare en bild av hur koordinationen brister och alltså vad som bör åtgärdas mer specifikt.

För att kunna avgöra huruvida en sänkt total kostnad kan nås görs en analys av vad koordinationen kräver i form av resurser och vad den kan ge för kostnadsreducering. Analysen av resursbehov blir av det kvalitativa slaget i form av uppskattningar av exempelvis hur mycket tid som skulle behöva läggas på möten till skillnad mot hur mycket tid som läggs idag. Detta ska vägas emot de kostnadssänkningar som en förbättrad koordination skulle ge i form av minskade slöserier. För att kunna uppskatta den möjliga kostnadssänkningen tas en utgångspunkt i kalkylerna och beräkningarna av den potentiella mängden slöseri vilken visar på vad som kan sparas om slöserierna elimineras.

5.3 Tillvägagångssätt vid avslut

Kapitel 5.2.2 *Analys* svarar på hur analysen ska ske för att svara till undersökningens syfte, alltså hur "Trähus" byggprocess kan effektiviseras. Detta genom att visa på hur en förbättrad koordination identifieras, vad den innefattar och effekterna av detta i form av standardisering och sänkt total kostnad.

Det är vidare av intresse att visa hur logistik kan möjliggöra industrialiserat byggande. Om man genom koordination kan nå en mer standardiserad industrialiserad byggprocess och därigenom en lägre total kostnad så har man genom koordination nått en effektivare industrialiserad byggprocess. Koordination av material- och informationsflödet så att kundnöjdhet till låg total kostnad uppnås är att strategiskt styra flödena och alltså ett logistiskt arbete. Om flödena inte är koordinerade så är de inte strategiskt styrda. Detta visar på hur logistik kan möjliggöra industrialiserat byggande då standardisering är av vikt för att kunna nå en effektiv industrialiserad byggprocess. Ett villkor här är att fallet "Trähus" kan generaliseras, det vill säga är representativt för en industrialiserad byggprocess. Utifrån undersökningens resultat och teori kring byggande förs en diskussion kring huruvida fallet "Trähus" kan ses vara generaliserbart och om följaktligen slutsatser kan dras kring hur logistik kan möjliggöra industrialiserat byggande.

5.4 Metodkritik

Nedan presenteras de metodval som görs i denna undersökning och en diskussion förs kring varför valen görs, vilka felkällor de kan ge upphov till och vad de får för konsekvenser för undersökningens resultat.

I kapitel 3 *Referensram* definieras koordinationsmekanismer och slöserier. Det framgår att dessa bara är exempel på koordinationsmekanismer och slöserier, vissa teorier har studerats,

men ett val görs att använda dessa i denna undersökning. Detta är en potentiell felkälla när slöserier vidare ska identifieras och det alltså kan finnas slöserier som missas för att de i ett första skede missats i framtagandet av referensram. En annan potentiell felkälla är att på samma sätt missa lämpliga koordinationsmekanismer på grund av att ett val görs i vad som i denna undersökning definieras som koordinationsmekanismer och på vilken nivå dessa ligger. Dock har ett flertal författare studerats och de styrker i många fall varandras teorier vilket talar för att det val som görs inte sänker resultatets trovärdighet. Trots detta ger det en begränsning på undersökningens resultat då en större bredd av slöserier och koordinationsmekanismer hade kunnat ge andra slutsatser och ett annat resultat.

Undersökningens ansats är en fallstudie av ett fall vilket ger konsekvenser för undersökningens resultat. Enligt kapitel 5.1.1 *Val av ansats* hade ett alternativ varit en studie av flera fall. Detta hade gett möjlighet att i större utsträckning avgöra vad som är generellt för industrialiserat byggande och vad som är individuellt för ett visst företag. Följden av att kunna göra denna analys är att en generalisering av resultat med större säkerhet hade kunnat göras vid en studie av fler fall. Det är vid fallstudier av endast ett fall lämpligt att ta hjälp av teori kopplad till undersökningen (Yin 2003). I denna undersökning studeras flertalet artiklar om industrialiserat byggande och traditionellt byggande för att skapa en generell bild av hur det ser ut idag och den problematik som finns. Detta för att dels ha goda kunskaper att utgå från i den fortsatta undersökningen och dels för att kunna få en uppfattning om huruvida "Trähus" verksamhet kan generaliseras, anses vara representativ för företag som ägnar sig åt industrialiserat byggande, eller inte. Detta ökar möjligheterna att generalisera undersökningens resultat vilket ökar trovärdigheten då frågan om hur logistik kan möjliggöra industrialiserat byggande besvaras.

Ett val görs att studera "Trähus" byggprocess från det att en försäljning är gjord till det att huset är färdigställt. Detta ger, utifrån den tid som finns tillgänglig för undersökningen, att datainsamlingen läggs på en viss nivå i fråga om hur detaljerad information som samlas in. Konsekvensen av detta är att det inte är möjligt att samla in information på detaljnivå. Hade mer detaljerad information kunnat samlas in hade också möjligheterna att ge mer konkreta och detaljerade åtgärdsförslag ökat. Det finns begränsningar i mängden kvantitativ data då inga egna mätningar genomförts eller funnits tillgängliga på företaget. Omfattningen av slöserier och vad som till störst del orsakar dem är mycket osäkert. Detta begränsar analysen men resultatet utifrån den analys som gjorts ses inte påverkas. Valen av vilka beroenden som vidare analyseras för att ta fram förslag på förbättrad koordination kan vara felaktiga. Detta om det faktiskt inte är de beroenden som analyseras som hanteras så att en stor del av slöserierna uppstår. Det ses dock att alla beroenden som genererar slöserier bör ses över och resultatet här kan ses som en start, man måste börja någonstans. Resultatet i denna undersökning kan begränsas av nivån på insamlad data men inte vara felaktigt på grund av den.

Intervjuer väljs som den huvudsakliga metoden för datainsamling vilket är en potentiell felkälla då det begränsar antalet möjliga respondenter. Detta då det skulle kräva för mycket resurser att intervjua alla inblandade i "Trähus" byggprocess. Utfallet blir att information kan missas och att ett annat och mer riktigt resultat kunde ha fåtts. För att ändå i största möjliga mån få ett så bra och brett underlag som möjligt läggs vikt vid att intervjua minst en person inblandad i varje aktivitet. Enligt tabell 5 i kapitel 5.2.1 *Datainsamling* finns det i många fall bara en person per aktivitet vilket i de fallen ger att alla möjliga personer intervjuas. Det stora undantaget är prefabriceringen och där intervjuas anställda på alla nivåer för att fånga upp så bred information som möjligt. Ett val av respondenter görs enligt kapitel 5.2.1 *Datainsamling* på ett sådant sätt att de bör kunna ge all önskvärd information. Intervjuerna kompletteras med observationer som ger möjlighet att stärka eller motsäga det som framkommit under

intervjuerna. Genom att exempelvis använda sig av en enkätundersökning bland de anställda hade möjlighet funnits att ta in information från fler källor vilket hade kunnat ge ett bredare underlag för den fortsatta analysen. Dock är det inte på förhand exakt känt vilken data som måste samlas in för att kunna svara till undersökningens syfte vilket ger att det finns ett behov av att under datainsamlingen kunna komplettera med ytterligare information. Detta ger att intervjuer är en lämplig datainsamlingsmetod då denna ger utrymme just för följdfrågor, diskussioner etcetera. Det tas också en stark utgångspunkt i de frågor formulerade i syftesnedbrytningen som i sin tur bygger på analysmodellen. För att minimera risken för felkällor i form av missförstånd och subjektiva tolkningar genomförs alla intervjuer av två personer som tar anteckningar, efter intervjun för en diskussion för att verifiera att de som genomförs intervjun tolkat svaren på ett liknande sätt. Om så inte är fallet kontaktas respondenten för att verifiera vilken som är den riktiga tolkningen. Vidare spelas alla intervjuer in med diktafon och lyssnas igenom för att säkerställa att inget missats i anteckningarna. Avslutningsvis får respondenten möjlighet att läsa igenom och vid behov kommentera sammanställd data. På detta sätt stärks undersökningens trovärdighet.

Ett val görs att använda de kalkyler som samlats in under datainsamlingen trots att det är känt att dessa kan vara missvisande. Detta ger en risk för att dra felaktiga kvantitativa slutsatser. För att stärka trovärdigheten kombineras dessa kalkyler med information som intervjuerna gett. Detta är en form av triangulering, det vill säga att olika metoder används för att nå ett resultat. På detta sätt stärks trovärdigheten om det olika metoderna visar på samma resultat. Vidare görs inga egna mätningar för att komplettera kvantitativt underlag där detta ses vara bristfälligt. Egna mätningar hade kunnat ge ett bra underlag för analys och slutsatser. Valet att inte lägga tillgänglig tid på egna mätningar begränsar undersökningens resultat, i synnerhet de kvantitativa slutsatserna.

6 Data

Data samlas in enligt vald metod. I detta kapitel presenteras vidare insamlad data per aktivitet enligt aktiviteterna definierade i det studerade systemet. Kapitlet inleds med en redogörelse för övergripande förutsättningar i "Trähus" byggprocess. Med detta menas omständigheter som råder och som kan påverka hur situationen ser ut idag och även påverkar denna undersökning och dess resultat

6.1 Övergripande förutsättningar i "Trähus" byggprocess

Antalet projekt som utförs och har utförts av "Trähus" i studerad fabrik är begränsat eftersom fabriken köptes nyligen. Den typ av produktion som studeras, prefabricering och montering av volymelement, är i princip lika ny för "Trähus" som fabriken är. Det kan därmed finnas bristande koordination och slöserier i byggprocessen som helt enkelt beror av att man inte hunnit komma i ordning fullt ut. Gruppen som ansvarar för montage och färdigställande är ännu nyare än fabriken, i ett inledande skede hyrdes dessa tjänster in. Det ska vidare tilläggas att företagets verksamhet växt väldigt snabbt sedan fabriken köptes vilket kan ge ytterligare problem med koordinationen. Fabriken köptes in i syfte att ha den till en annan verksamhet än den som finns idag vilket också kan vara en faktor som gör att det ser ut som det gör idag. Detta då den tänkta verksamheten inte kommit igång än vilket ger en känsla av att den nuvarande produktionen är temporär. Med detta avses att det finns en avvaktan i att göra investeringar eller stora omstruktureringar då man på "Trähus" ser att man ändå kommer att behöva genomföra förändringar när den nya verksamheten ska komma igång. Det arbete som idag sker är dock en grund för hur det kommer att ske när den nya verksamheten kommer igång. Alltså hur processen idag ser ut med beroenden och utföranden är även hur det kommer att se ut när den nya verksamheten kommer igång.

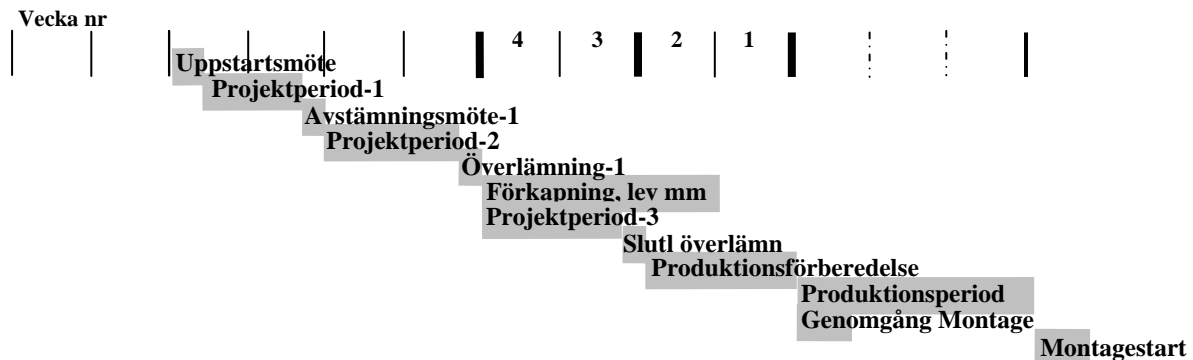
Tillverkningen som sker i fabrik omnämns här prefabricering. Det som sker ute på byggarbetsplatsen omnämns montage och färdigställande. Med montage avses att volymelementen monteras ihop med varandra. Färdigställande innebär resterande arbete, till exempel resterande målningsarbete, spika på lister som ligger i skarvar mellan volymelementen, tapetsering etcetera. Det är alltså allt det arbete som inte kan göras i fabrik på grund av att volymelementen inte sitter ihop eller att transporten kan medföra skador. Ordet produktion syftar här till hela processen från start i prefabriceringen till det att huset står klart på byggarbetsplatsen och aktiviteterna som ingår är alltså ingående logistik, produktionsförberedelse, prefabricering, utgående logistik, montering och färdigställande.

Produktionen hos "Trähus" är projektbaserad. Med ett projekt avses ett hus, det kan exempelvis vara en villa om sex volymelement eller ett dagis om 30 volymelement. En order kan följaktligen innefatta flera projekt, fås en order om 30 villor till ett område in ses detta som 30 olika projekt. Det ska poängteras att dessa 30 villor kan alla vara olika, till exempel spegelvända eller att planlösningen i vissa ser annorlunda ut.

Kvalitet är något som värderas högt på "Trähus". En nöjd kund är en återkommande kund och det är just återkommande kunder som företaget vill ha. "Trähus" har ett samarbete med SP, Sveriges tekniska forskningsinstitut, som är till hjälp vid kvalitetssäkringen. "Trähus" har tagit fram en kvalitetsmanual och ändamålet med en fortlöpande kvalitetskontroll är att säkerställa att produkter överensstämmer med gällande tillverkningshandlingar, att projekteringen är utförd på ett sakkunnigt sätt och att material och komponenter används på ett ändamålsenligt sätt samt att arbetsutförandet är tillfredsställande. Kvalitetskontrollen ska ske fortlöpande av tillverkaren under ledning och tillsyn samt genom stickprovsmässig,

övervakande kontroll av SP. De finns checklistor framtagna för att säkerställa den fortlöpande kvalitetskontrollen. ("Trähus" 2007)

"Trähus" har en idé om en arbetsgång som de ser ska följas vid varje projekt. Den tänkta arbetsgången illustreras i figur 29 nedan. Ska 50 liknande projekt produceras genomförs inte hela arbetsgången i detalj för varje projekt då mycket information kan återanvändas mellan projekten. Exempelvis behöver de inledande mötena inte vara lika ingående för de senare projekten som för de inledande.



FIGUR 29. "TRÄHUS" TÄNKTA ARBETSGÅNG ("TRÄHUS" 2007)

Vid planeringen tas en utgångspunkt i den tidpunkt när projektet ska levereras till kund och sedan planeras de olika momenten in bakåt i tiden tills det att ett datum när projektet måste starta har nåtts. Nedan går de olika stegen i arbetsgången igenom översiktligt. Detta för att ge en bild av hur "Trähus" ser att deras arbetsgång ska se ut. Det finns idag problem med att efterfölja den tänkta arbetsgången. Det redogörs även nedan för vilka steg i arbetsgången som ingår i vilka, i det studerade systemet, definierade aktiviteter.

Projektet inleds med ett uppstartsmöte som benämns första överlämningsmötet. Vid detta möte närvarar sälj, inköp samt ansvarig för projektering. Detta uppstartsmöte sker framförallt vid det första projektet i en order med flera projekt. Vidare följer en Projektperiod 1 med inköp och projektering, det senare innebär bland annat att ta fram ritningar samt upprätta strukturen för projektet tillämpliga kvalitetskontroller. Vidare är tanken att det ska finnas minst ett avstämningsmöte där även ansvarig för prefabriceringen ska delta. Under Projektperiod 2 fortskrider projekteringsarbetet med diverse kompletteringar. De aktiviteter som innefattas i ovanstående steg är inköp och projektering samt då att ansvarig för prefabriceringen är tänkt att närvara.

Överlämning 1 ska ske senast fyra veckor innan planerad produktionsstart. Överlämningen innebär att alla handlingar nödvändiga för prefabricering och montage lämnas över till ansvariga för dessa moment så att de kan börja förberedas. Därefter vidtar produktionsförberedelse vilken i "Trähus" arbetsgång innefattar förberedelsen för prefabriceringen. Aktiviteter som ses innefatta Överlämning 1 är projektering och produktionsförberedelse.

Under Projektperiod 3 utför projektering eventuella revideringar eller nödvändiga kompletteringar av ritningar. Detta utifrån återkoppling från produktionsförberedelsen där oklarheter eller problem med konstruktionen uppmärksammas. Inköp stämmer av de sista inleveranserna utifrån inköpsplan. Om Överlämning 1 inte sker på utsatt tid blir det väldigt ont om tid för dessa revideringar. Revideringsarbetet berör projektering, inköp och produktionsförberedelse. Efter gjorda revideringar ska en slutlig överlämning ske senast två veckor före planerad produktionsstart. Har Överlämning 1 skett sent finns ingen möjlighet att

hålla denna tidsram. I den slutliga överlämningen berörs projektering och produktionsförberedelse.

Produktionsförberedelsen börjar enligt ovan i och med Överlämning 1. Denna innefattar att sätta sig in i ritningar samt granska dessa, konfirmera att allt nödvändigt material finns tillgängligt och att fastställa en produktionsplan som säkerställer att montage i sin tur kan starta i tid.

Produktion och montage följer enligt arbetsgången sedan. Det som ovan benämns produktion av "Trähus" har i det studerade systemet definierats som prefabricering vilken i sin tur är uppdelad i fyra olika delar. I denna undersökning har produktion sedan tidigare definierats som ett övergripande begrepp för aktiviteterna ingående logistik, produktionsförberedelse, prefabricering, utgående logistik, montering och färdigställande. Montage som "Trähus" kallar det ovan är i det studerade systemet delad i dels en del som benämns montage men också i den del som benämns färdigställande.

6.2 Hur byggprocessen ser ut idag

Nedan redogörs inledningsvis "Trähus" olika aktiviteter i kronologisk ordning, hur de utförs samt vilka flöden som går in och ut genom dem. Prefabriceringen är enligt det studerade systemet uppdelad i fyra delar men nedan finns även ett femte sammanställande prefabriceringskapitel, 6.2.9 *Prefabricering*, som redogör för vad som gäller generellt i hela prefabriceringen. Det ska klargöras att detta är en sammanställning från datainsamlingen utan några av författarna gjorda reflektioner eller slutsatser. Redogörelsen för varje aktivitet avslutas med en figur som illustrerar de flöden som går in och ut ur aktiviteten från och till övriga aktiviteter. Undantaget är prefabricering där alla linor sammanfattas i en figur samt montage och färdigställande som också sammanfattas i en figur.

6.2.1 Inköp

Majoriteten av orderläggningen sker efter ramavtal. Det finns två inköpsansvariga mot fabriken som i samråd upprättar dessa ramavtal. Det är endast en av dessa två personer som ansvarar för det praktiska inköpsarbetet gentemot fabriken samt byggarbetsplatsen.

Leverantörer utvärderas efter den tidigare erfarenhet man har av dem men det finns ingen dokumenterad uppföljning av leverantörernas utförande. Avtalen är generellt skrivna så att det finns en uppskattning av hur mycket som kommer att köpas in under ett år och sedan görs avrop mot leverantören objektsvis eller husvis. Beroende på hur avtal mot kund är skrivna kan det vara så att det är ett projektnummer för ett helt område, objektsvis, eller att varje hus har ett projektnummer, husvis. Oavsett hur avtalen skrivs benämns ett hus som ett projekt.

Inköp behöver information om produkten och dess leveransdatum samt start för produktion. Vidare krävs kännedom om ledtider för inleveranser från leverantörer av ingående material för att kunna beställa detta i tid. Material ska helst ankomma till fabriken två veckor innan produktionsstart. Enligt den tänkta arbetsgången som redogörs för ovan genomförs ett första överlämningsmöte där inköpare, säljare och ansvarig för projektering deltar och diskuterar avtal, leveransbeskrivningen som säljaren har tagit fram utifrån kundens önskemål och de plan- och fasadritningar som finns. Mötet äger rum så snart som möjligt efter det att produkten är såld till kund och ibland innan avtal är skrivet men då en affär är säkrad. Detta överlämningsmöte genomförs idag men är ganska övergripande och ger inte tillräckligt detaljerad information om vad som ska köpas in eller hur mycket för att inköp av allt material ska kunna genomföras. Vidare genomförs inte alltid de fortsatta avstämningsmötena.

Utifrån leveransbeskrivningar framtagna av sälj och ritningar bistådda från kund kan inköp av visst material, till exempel fönster påbörjas. Dessa produkter är kritiska då de har en lång

leveranstid. Vid detta skede finns alltså ingen färdig komplett ritning på den produkt som ska tillverkas utan det handlar mycket om att veta vad som ska beställas utifrån erfarenhet och kunskap. Nästa information in till inköp kommer från teknikern som projekterar. Med projektera avses bland annat framtagande av ritningar. Dessa ritningar är de detaljritningar som produkten vidare ska byggas efter. Utifrån dessa ritningar och leveransbeskrivningen kan inköp fullföljas på detaljnivå om information om de tillval som kund kan göra har inkommit. Kund kan göra vissa tillval, exempelvis olika modeller på handtag eller innerdörrar. Dessa tillval ska vara gjorda 14 veckor innan slutmonteringen är planerad att starta. I många fall har kunden dock svårt att hålla sig inom denna tidsram. Konsekvensen blir att det är svårt att göra inköpen i tid. Det som i den planerade arbetsgången benämns avstämningsmöte ska vara ett möte som behandlar just ändringar eller detaljer och för att stämma av eventuella problem. Dock genomförs inte alltid detta möte utan det är snarare så att information utbyts spontant på kontoret vid behov. I de fall som alla beställningar till leverantören inte kan göras i ett svep försöker man att lägga in en prognos hos leverantören. Detta kan alltså gälla material som är tillval från kunden och alltså inte kan specificeras för flera hus med en gång

Med ritningen kommer ingen materiallista utan inköp måste räkna exempelvis antal radiatorer på ritningen för att kunna beställa rätt antal. Då det tar tid att ta fram en ritning efterfrågar inköp bit för bit information från teknikern allteftersom denna projekterar.

Visst material går inte att räkna på samma sätt som exempelvis fönster, det kan till exempel röra sig om isolering vars förbrukning snarare måste uppskattas. Denna uppskattning av en mängd material benämns i fortsättningen mängdning. Mängdning av vissa el- och VVS-komponenter sköts inte av inköp utan av externa konsulter eller leverantörer. Det material som ska förkas i den andra fabriken beräknas och mängdas idag utifrån ritningarna av den andra personen som är inköpsansvarig. Denne ger en lista till den som utför det praktiska inköpsarbetet som utifrån detta lägger en beställning. Övrigt material mängdas idag i stort sett av inköp men även teknikern kan vara till hjälp. Det är mycket svårt att uppskatta hur mycket som kommer att gå åt av vissa materialtyper. Detta på grund av att en tillräcklig noggrann genomgång av allt material inte har gjorts i samråd med sälj och projektering. Det har nyligen påbörjats ett arbete med att ta fram en mer komplett materialspecifikation vilket ger bättre förutsättningar att utföra aktiviteten inköp.

Det görs idag ingen inköpsplan för de olika projekten då det inte finns tid att ta fram en sådan. Med inköpsplan menas en planering för vad som ska köpas in och när. Inköp görs efter en känsla av i vilken turordning material bör beställas. Ett hjälpmedel är produktionsplaneringen där det kan utläsas när prefabriceringen påbörjas i olika delar av fabriken. Detta ger en ledning i när de olika typerna av material måste ankomma till prefabriceringen, om planen ska efterföljas så är det två veckor innan prefabriceringsstart. En tidsplan som i stort visar när inköpen ska vara gjorda samt när de vill ha materialleveranserna har börjat tas fram. Det är en grov plan utan detaljer men ska kunna användas och vidare får man använda materialspecifikationen som en checklista.

Inköp sker dels projektspecifikt och dels mot lager. Det vill säga att visst material köps in för att förbrukas i ett visst projekt medan annat material lagerhålls och förbrukas kontinuerligt i projekten. Det är inte helt klart exakt vilka produkter som är projektspecifika och vilka som är lagervaror. De produkter som hålls i lager köps in efter att en signal, telefonsamtal, kommit från ingående logistik i fabriken om att det är dags att beställa. Det kan också vara så att en så kallad lagervara köps in på grund av att nya projekt är på gång och alltså utan signal från ingående logistik. Inköp har svårt att överblicka lagernivåer och köper in efter signalen. Ett arbete med så kallade projektorders har påbörjats. Detta arbete är endast i en startfas, det har inte implementerats än. En projektorder ska sammanfatta allt det material som ingår i ett projekt och ska ge en överblick på vad som är beställt och vad som måste tas ut ur lager.

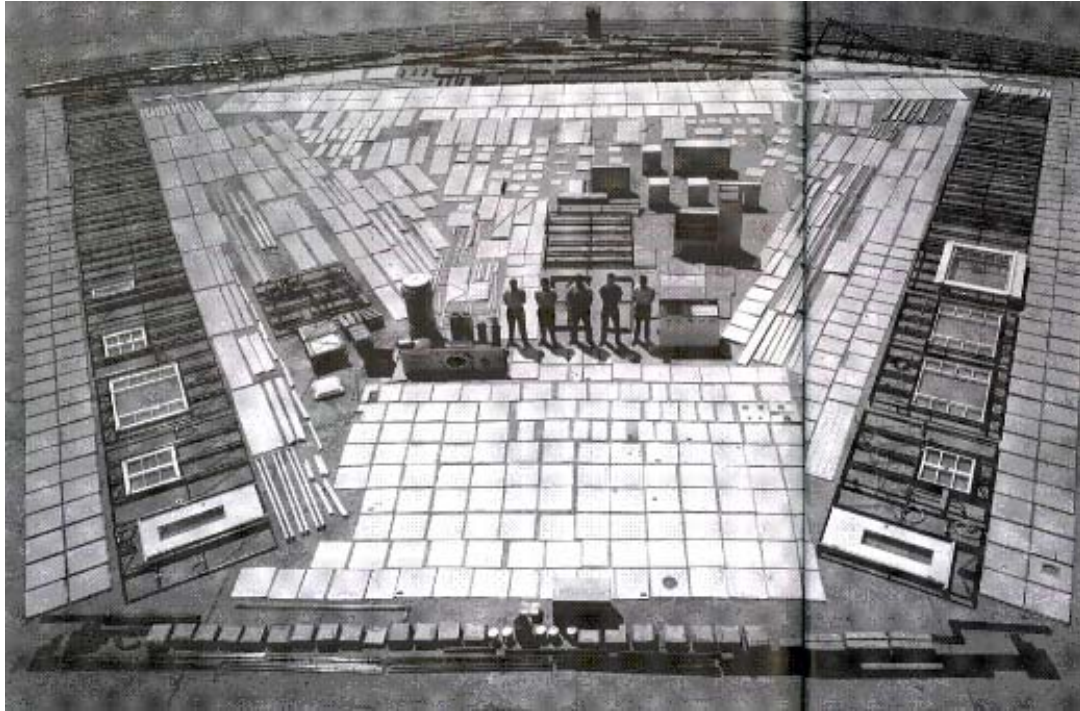
Projektordern ska vara till hjälp dels för inköp för att få en överblick över varje projekt och dels tjäna till att få ordning på lagersaldon då man avser att registrera ut material ur lager genom projektordern. Detta ger att det är kvantiteten angiven på ordern som registreras ut och det framgår inte om man har råkat ha sönder exempelvis 20 gipsskivor. Följden är att man kan få differenser mellan verkligheten och det som anges i lagersaldot.

För att vidare bekräfta att materialet kommer i utsatt tid, rätt kvalitet och så vidare skickas en mottagningskontroll till produktionen. Denna beskriver vad som är beställt och leveransdatum. Vidare innehåller den instruktioner om hur ingående material ska kontrolleras. Instruktionerna kommer automatiskt fram i programvaran när ett visst material är valt, det är alltså inlagt på förhand hur olika material ska kontrolleras. Dessa mottagningskontroller tas fram och skickas till fabriken i aktiviteten inköp. Mottagningskontrollerna skickas löpande allteftersom material beställs och sätts i fabriken in i en pärm sorterat efter leveransdatum. Ingående logistik meddelar sedan per telefon om materialet inte kommer i enlighet med mottagningskontrollen. Då det inte framgår på mottagningskontrollerna vad som borde vara beställt till ett visst projekt så upptäcks det inte förrän i prefabriceringen om material missats att beställas. Är så fallet kontaktar prefabricering inköp. På samma sätt ringer montage och färdigställande om de upptäcker materialproblem. I dessa fall får inköp hantera problemet, kontakta leverantören och reda ut problemet. Ingående logistik kontaktar även inköp om de tror eller har på känn, av erfarenhet, att material inte är beställt vilket gör att inköp måste kontrollera om materialet ska beställas i det specifika fallet och i så fall om det är beställt.

I aktiviteten inköp ingår vidare att ta fram information till en rumsbeskrivning. Detta är en förteckning över de material som ingår i varje volymelement. Denna fungerar vidare som en ledning i aktiviteten prefabricering - volymelement när volymelementen ska inredas med till exempel kök eller ljuddämpning. Rumsbeskrivningsinformationen skickas till aktiviteten projektering där den blir en rumsbeskrivning och en del av ett mer omfattande material som vidare skickas till produktionsförberedelsen. Framtagandet av dessa rumsbeskrivningar är en del av aktiviteten projektering men underlaget tillhandahålls av den som gör de praktiska inköpen.

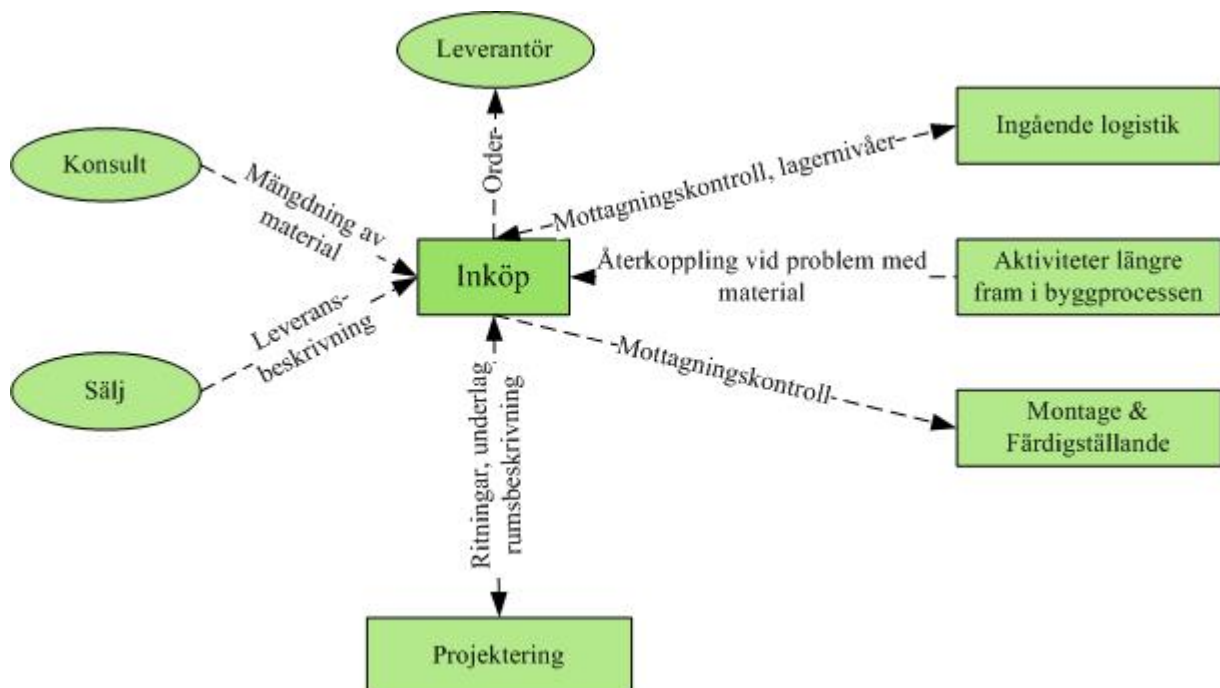
Inköpsarbetet skiljer sig till viss del åt beroende på vad det är för typ av projekt. Är det ett projekt som innehåller väldigt många volymelement, till exempel ett dagis, blir det följaktligen mer ingående material, större kvantiteter. Dock kan det vara ett mindre antal olika typer av komponenter. Rör det sig om projekt i form av en villa med färre volymelement blir det en mindre mängd ingående material per projekt men det kan röra sig om flera typer av komponenter då villorna är mer detaljerat inredda. Ett projekt med många volymelement ger vissa skalfördelar då färre beställningar görs än vid flera projekt med färre volymelement. Dock blir det mer sårbart om något går snett då det plötsligt är väldigt mycket material som felar.

Då det i aktiviteten inköp ingår många olika moment och det rör sig om väldigt mycket som ska köpas in till ett projekt är det lätt att tappa överblicken. Mängden material som måste köpas in till en villa illustreras i figur 30 nedan.



FIGUR 30. ALLT INGÅENDE MATERIAL TILL EN VILLA ("TRÄHUS" 2007)

Det är lätt att komma efter i en tidsplan utan att vara medveten om detta då det är mycket att göra men svårt att överblicka. På samma sätt kan en tidsplan för ett nytt projekt verka rimlig vid det inledande uppstartsmötet men när det tillkommer en massa arbete med problem i redan påbörjade projekt finns det ingen möjlighet att hålla den nya tidsplanen. Figur 31 nedan illustrerar de flöden som berör inköp utifrån insamlad data ovan. Rutan "Aktiviteter längre fram i byggprocessen" representerar alla de aktiviteter längre fram i byggprocessen där man kan upptäcka problem med material; ingående logistik, prefabricering, montage och färdigställande.



FIGUR 31. INKÖP

6.2.2 Projektering

Teknikern som utför projekteringen måste ibland vara aktiv i framtagandet av plan- och fasadritningar innan avtal skrivits. Det är ofta en arkitekt, kundens egen eller någon inhyrd av kunden, som ritat ritningarna. Ritningarna måste oftast modifieras så att det passar det byggsystem "Trähus" använder sig av, det vill säga att det ska gå att bygga i volymelementform.

Projektering startar i princip med att teknikern deltar vid det inledande överlämningsmötet med inköp och sälj. Där fås information i form av leveransbeskrivning och eventuella plan- och fasadritningar. Leveransbeskrivningen ger information om hur exempelvis väggar och tak är uppbyggda och utifrån detta tas under projekteringen ritningar fram. Den ritning som kommer från kund kallas av teknikern för avtalsritning. En modifierad version skickas tillbaka till kund för granskning och godkännande, denna kallas granskningshandling. Bli ritningarna godkända omnämns de vidare bygghandlingar. Externa konsulter bistår med ritningar på el och ventilation vilka integreras i ritningarna framtagna av teknikern. Enligt ovan nämnda arbetsgång ska ett avstämningsmöte genomföras där detaljer ytterligare ska specificeras, idag brister denna mötesrutin.

Ritningarna tas fram i två olika programvaror. Att två olika programvaror används beror av att olika tekniker på "Trähus" har använt sig av olika programvaror. Den ena programvaran är DDS. Med hjälp av denna kan till exempel materiallistor genereras utifrån en ritning men detta utnyttjas idag inte då det inte helt fungerar för volymelementen. Den andra programvaran är AutoCad. Det pågår idag ett projekt för att på ett bättre sätt kunna nyttja DDS och dess funktioner vilket idag inte görs. Tidsplaneringen anses vara alltför optimistiskt vilket resulterar att det inte finns önskad tid att kontrollera mått etcetera.

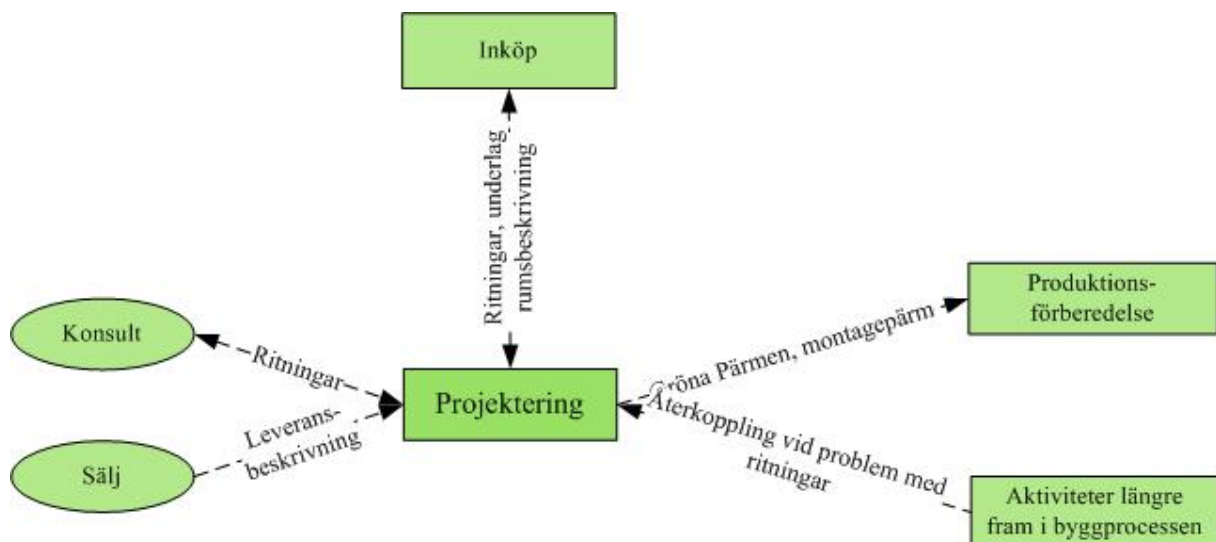
De rumsbeskrivningar som beskrivs ovan i kapitel 6.2.1 *Inköp* kräver information från inköp för att kunna göras och idag är det som tidigare nämnt inköparen som tar fram dem. Det finns en tanke att projekteringen till större grad ska assistera inköp med till exempel mängdning vilket det idag inte riktigt finns tid till.

Projekteringen präglas av ett genomgående kvalitetsarbete. Det finns checklistor som ska efterföljas vid framtagning av ritningar. Vidare tas checklistor även fram för att sedan användas i prefabricering och montage. Dessa checklistor, ritningar och rumsbeskrivningarna ingår i två pärmar som omnämns Gröna pärmen samt Montagepärmen. Att sammanställa dessa pärmar ligger under aktiviteten projektering. Att man ansvarar för denna sammanställning benämns att man är projektsamordnare. Den Gröna pärmen ska finnas tillgänglig för produktionsförberedelse prefabricering senast fyra veckor innan start av prefabricering. Montagepärmen ska tilldelas produktionsförberedelse montage två veckor före montagestart. Det är idag inte alltid möjligt att färdigställa pärmarna i utsatt tid. Pärmarna ska levereras i god tid för att alla ska ha tid att läsa in sig på projektet innan produktions- och montagestart samt att viss förberedelse ska hinna göras. Oftast är den Gröna pärmen komplett men det är sällan den som utfört projekteringen har lyckats tänka på precis allt och det krävs då tillägg eller modifieringar.

Om prefabriceringen så önskar åker teknikern ner till fabriken när ett nytt projekt ska påbörjas. Detta för att gå igenom den Gröna pärmen. Även om ett fysiskt möte inte sker förs en kontinuerlig dialog mellan produktion och tekniker under projektets gång. Man strävar efter en så hög prefabriceringsgrad som möjligt från fabriken till montage och allt som krävs för att uppnå detta är svårt att fånga upp med en gång i projekteringen. I dialogen som förs genom hela processen diskuteras förbättringar och fel kan fångas upp och åtgärdas. Om det är ett projekt som återkommer revideras ritningarna till nästa projekt.

Projekteringen får information från prefabriceringen samt monteringen om eventuella ritnings- och konstruktionsproblem. Den information som kommer ifrån prefabriceringen ger i vissa fall möjlighet att hinna göra förbättrande revideringar redan till nästa projekt. Detta beror på när i prefabriceringen problemen upptäcks och när återkopplingen till projekteringen görs. I fallet när information om problem med konstruktionen eller liknande kommer från monteringen har nästa projekt redan startat i prefabriceringen varför samma problem kan återkomma flera gånger innan det har hunnit åtgärdats i ritningarna.

Vid framtagande av ritningar blir oftast stommen rätt med en gång medan det uppstår andra typer av fel som är svåra att identifiera när man sitter framför en dator. Ett exempel är att måtten på innerväggarna inte stämmer vilket visar sig när dessa ska sättas in i ett volymelement. Andra fel som kan uppstå är till exempel när ventilations- och el-ritningar ska integreras i konstruktionsritningarna och det missas att ett hål ska borraras i taket för att en ledning ska dras där. Figur 32 nedan illustrerar de flöden som berör projekteringen. Rutan "Aktiviteter längre fram i byggprocessen" representerar alla de aktiviteter längre fram i byggprocessen där man kan upptäcka problem med ritningar; produktionsförberedelse, prefabricering, montage och färdigställande.



FIGUR 32. PROJEKTERING

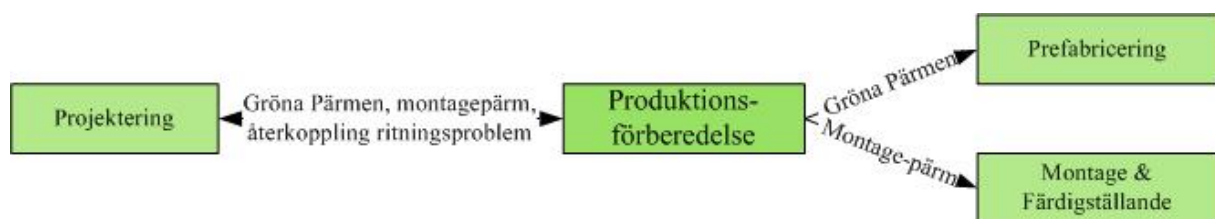
6.2.3 Produktionsförberedelse

Omkring fyra veckor innan planerad produktionsstart ska den Gröna pärmen finnas tillgänglig i prefabriceringen, detta enligt Överlämning 1 i den tänkta arbetsgången. Denna ska gås igenom då den kommer till fabriken av fabrikschef och arbetsledare/förman för respektive del i prefabriceringen. Dessa delar är i det studerade systemet definierade som yttervägg, golv och tak, innervägg samt volymelement. Syftet är främst att en inläsning på projektet ska ske för att möjliggöra en så bra förberedelse som möjligt. Upptäcks fel sker en återkoppling till projektering för att revidering ska kunna göras. Vissa småfel åtgärdas på plats utan återkoppling. Det upplevs att det inte alltid sker en revidering vid projekteringen eller att denna tar lång tid, det kan ta 3-4 dagar innan ritningen är helt korrekt. I en stor del av ritningarna finns det olika former av fel, en uppskattning av inblandade i produktionsförberedelsen är att åtta av tio ritningar är helt korrekta. Alla fel upptäcks inte under produktionsförberedelsen, en uppskattning av ansvariga i prefabriceringen är att 95 % av felen upptäcks efter att prefabriceringen startat. Den aktuella situationen är att den Gröna pärmen ankommer väldigt nära inpå, i vissa fall efter, utsatt produktionsstart. Det upplevs från

fabrikens sida att man kommer in sent i processen, fabrikschefen deltar inte vid det inledande avstämmningsmötet vilket denne enligt den tänkta arbetsgången ska göra. Den genomgång av pärmen som sker är inte särskilt grundlig och det finns ingen checklista för vad det är som ska ses över. Prefabriceringen kan i vissa fall alltså starta utan att det finns ett komplett underlag att utgå ifrån och det upplevs vara panikartat. Det finns följaktligen i många fall i princip ingen organiserad produktionsförberedelse.

Varje ansvarig för de olika delarna i prefabriceringen, fyra förmän, får en del av den Gröna pärmen; de ritningar som berör deras arbete.

På samma sätt som man ska förbereda prefabriceringen ska montage och färdigställande förebredas. Enligt den tänkta arbetsgången ska Montagepärmen vara montageledaren tillhanda fyra veckor innan start för montage, dock ses av berörda att två veckor är en tillräcklig framförhållning. I figur 33 sammanfattas de flöden som kopplar produktionsförberedelse till andra aktiviteter och aktörer.



FIGUR 33. PRODUKTIONSFÖRBEREDELSE

6.2.4 Ingående logistik

”Trähus” har startat en så kallad logistikgrupp i fabriken. Det är denna grupp, fyra personer, som sköter aktiviteten ingående logistik. I ingående logistik ingår det övergripande att kontrollera inkommande material. I ett första skede tas material emot vid inleveranser och körs med en utomhustruck till det ställe där det ska stå. Detta kan vara i lager eller i ett mer temporärt lager för projektspecifikt material inne i fabriken. Materialet kontrolleras sedan enligt en mottagningskontroll. En mottagningskontroll på material kommer från inköp när materialet där har beställs. Denna beskriver vad som är beställt, leveransdatum, hur materialet ska kvalitetskontrolleras etcetera. Mottagningskontrollerna sorteras in i en pärm per vecka utifrån angett leveransdatum för materialet. Utifrån dessa kontrolleras materialet vid ankomst alternativt så larmar man inköp om material inte ankommer på utsatt datum. Detta bör göras åtminstone en vecka innan produktionsstart för att det vid behov ska finnas någon möjlighet att komplettera. Alltså bör materialet levereras minst en vecka innan produktionsstart. Enligt data från aktiviteten inköp bör det vara två veckor. Upptäcks felande material kontaktas inköp för kompletterande inköpsorder. Det är mycket vanligt att det saknas ingående material och framförallt händer det ofta att materialet kommer in mycket nära och ibland efter produktionsstart. Inkommande material rapporteras in i en form av lagersaldo. Dock finns det ingen kontinuerlig utrapportering när varor tas ut ur lager. Logistikgruppen har även i uppgift att se till att material finns tillgängligt att använda vid de olika delarna av prefabriceringen. Det sker genom att en person i logistikgruppen försöker ha koll på de olika delarna i prefabriceringen så att materialet inte tar slut. Han hämtar och kör in material med en truck till respektive del i fabriken där det behövs.

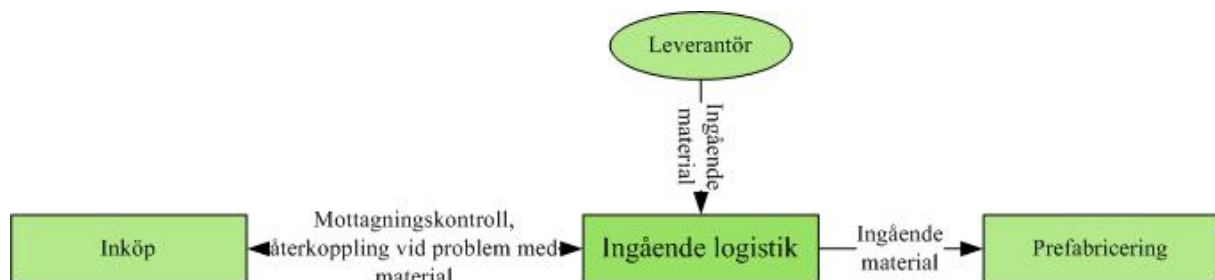
De som gör mottagningskontrollerna går efter det underlag som inköp har skickat, det finns alltså endast information om vad som är beställt och inte vad som borde vara beställt. Det är även så att flera olika mottagningskontroller kommer till samma projekt vilket kan göra det svårt att få en överblick över allt material som är beställt till ett och samma projekt. Det kan vara så att de i logistikgruppen av erfarenhet upptäcker att till exempel innerdörrar inte är beställda enligt mottagningskontrollerna. De kontaktar då inköp för att fråga om det är

beställt. Det pågår enligt ovan, kapitel 6.2.1 *Inköp*, ett arbete med en så kallad projektorder som ska fungera som en sammanfattning av allt material till ett projekt. Idag finns ingen sådan vilket gör att det inte på ett bra sätt går att få en överblick på om allt beställt material till ett projekt har kommit.

I vissa fall görs inte mottagningskontrollerna ordentligt på grund av tidsbrist som gör att materialet måste gå direkt in i prefabriceringen. Det är vanligt att visst material är så sent att det inte finns tillgängligt vid prefabriceringsstart.

Det finns ingen egentlig kontroll på lagersaldot utan signal till inköp om att det är dags att beställa en lagervara sker efter en inventeringslista med nivåer för avrop.

Problem med inkommande material dokumenteras inte utan det går endast en återkoppling till inköp för kompletterande beställningar vilket inte dokumenteras för vidare uppföljning. Fabrikschefen började med ett försök att rapportera in varje gång materialbrist försenade produktionen och konsekvensen av detta men detta arbete tog för mycket tid. Det uppskattas att i 70 % av fallen då det saknas inkommande material är det material som är inköpt mot ett visst projekt. Det saknas dokumentation om vad som är orsakerna till att det saknas material, problemet kan ligga såväl hos leverantörerna som i själva inköpsarbetet. De resterande 30 % är alltså problem med de lagervaror som finns och alltså fabriks fel då de inte gjort avrop till inköp om att material behövs. El-material verkar vara det mest problematiska att köpa in i rätt mängder. På samma sätt saknas det statistik vad gäller andra problem och brister i prefabriceringen. I figur 34 sammanfattas de flöden som kopplar ingående logistik till andra aktiviteter och aktörer.



FIGUR 34. INGÅENDE LOGISTIK

6.2.5 Prefabricering – Yttervägg

Det är sju personer inklusive förmannen som arbetar på ytterväggslinan. De arbetar efter rutin och det går bra. Får de en ytterväggsritning, oavsett om den är annorlunda från alla väggar de tidigare har producerat, så är det inga problem att tillverka den.

Utifrån material från den Gröna pärmens programmeras den maskin som används för spikning vid ytterväggstillverkningen.

De moment som ingår i ytterväggslinan är inledningsvis tillverkning av regler, isättning av fönster, isolering och i vissa projekt även komponenter för vidare elinstallationer. Vidare sätts det på plast och gips på insidan av väggen. Väggen vänds sedan för att få utsidan täckt med panel som kommer färdigkapad från den andra fabriken. Efter det är väggen helt klar för att monteras på volymelementen. Då ytterväggslinan är snabbare än volymelementlinan ställs väggarna i en form av mellanlager innan de monteras ihop i volymelementen.

Ytterväggslinan ger ungefär fem väggar per dag under förutsättning att material finns tillgängligt och ritningarna stämmer. Det tar cirka en och en halv dag att få ut en vägg, från början av linan till att den är helt klar. Prefabriceringen av ytterväggar är relativt likartad oavsett produktvariant men stora variationer kan ställa till problem. Till exempel är det mer

tidskrävande att ha stora fönster på en yttervägg då maskinen inte är anpassad för det. Det blir även problem om ritningarna inte stämmer men det märks oftast först vid volymelementlinan.

Figur 35 nedan visar den lina där ytterväggar prefabriceras samt färdiga väggar i väntan på att monteras på volymelementlinan.



FIGUR 35. TILL VÄNSTER YTTERVÄGGSLINAN OCH TILL HÖGER FÄRDIGA YTTERVÄGGAR (STUDIEBESÖK "TRÄHUS" 2007)

6.2.6 Prefabricering – Golv och tak

Det är cirka fyra stycken personer på golv- och taklinan inklusive förmannen. Förmannen på denna lina jobbar dock i dagsläget mest med ingående logistik, han är med i logistikgruppen. Han kör truck i fabriken och kör ut materialet dit det ska. Han är dock den på Golv- och taklinan som har ansvar och som granskar ritningarna där.

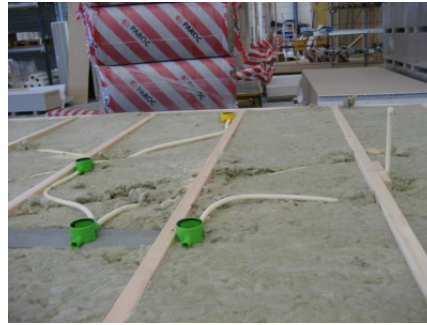
Prefabriceringen av golv och tak utgår precis som prefabriceringen av ytterväggar från de ritningar som kommer med den Gröna pärmen och det material som krävs. I golven och taken monteras komponenter för vidare installationer av VVS och el. El-komponenterna som installeras i taken görs av en extern elektriker som hyrs in. Ofta saknas det eller så finns det för lite av det material som elektrikern behöver.

Fel som uppstår på grund av felaktiga ritningar kan till exempel vara att en hållighet i golvet inte är utmärkt men som krävs för att kunna göra VVS installationen. Detta upptäcktes då först när VVS-entreprenören ska utföra sitt arbete på volymelementlinan. VVS-ritningen och konstruktionsritningen är i det läget inte helt korrekt integrerade. Det observeras också att information fås muntligt av förmannen om fel som upptäcktes i förra projektet som hänsyn ska tas till men som inte syns i den nya ritningen.

Det är i princip ingen skillnad i arbetssättet mellan olika projekt, konstruktionerna brukar vara liknande på golv och tak. Det som kan skilja mellan olika projekt är materialet men det brukar inte påverka arbetssättet.

Även golv och tak prefabriceras snabbare än volymelementen varför dessa staplas på hög i väntan på att monteras ihop med väggarna till ett volymelement. Rör det sig om en enklare huskonstruktion, till exempel utan mycket installationer, kan tre golv och två tak prefabriceras per dag. Är det en mer komplex konstruktion rör det sig om cirka ett och ett halvt golv och tak per dag.

Figur 36 nedan visar ett golv med bjälklag och isolering samt ett golv med de rör och slangar som sedan ska bli en del av vatten- och elinstallationerna.



FIGUR 36. PREFABRICERING AV GOLV, TILL HÖGER SES FÖRBEREDELSE FÖR VIDARE INSTALLATIONER (STUDIEBESÖK "TRÅHUS" 2007)

6.2.7 Prefabricering – Innervägg

På denna lina arbetar två personer inklusive förmannen. Första informationen som kommer in är precis som för de andra linorna ritningar från den Gröna pärmen. Förmannen för denna lina granskar inte ritningarna utan menar på att det räcker att han får ritningen någon dag innan. Det går ändå inte att hitta fel i ritningen utan de felen syns först vid hopsättningen med golv, tak och ytterväggar. Förutom innerväggar görs allt extramaterial som ska tillverkas även på denna lina. Det kan vara till exempel balkongräcken och brotak. Extramaterialet är sådant material som skickas till byggarbetsplatsen för att där monteras på huset. Visst extramaterial ska skickas till byggarbetsplatsen innan volymelementen skickas då arbete på byggarbetsplatsen med taktillverkning sker innan montage. Detta gör att det är relativt fritt hur arbetet läggs upp på denna lina så länge innerväggarna är klara till det att volymelementen ska monteras ihop på volymelementlinan och så länge extramaterialet är klart till det att utleverans till byggarbetsplatsen ska ske.

Det har varit en del problem med ritningar och material. Ritningar har varit fel vilket har gjort att justeringar måste göras när det upptäcks på volymelementlinan och förseningar uppstår. Samma sak händer när ingående material inte kommer i tid. På denna lina är det inte mycket färdigkapat virke men det stör inte att man själva måste kapa till rätt längder. Om det finns korrekta ritningar från början och korrekt material är det inga problem att bygga det som ska byggas i tid, även om det är nya produktvarianter.

Omkring tre eller fyra innerväggar kan prefabriceras per timme vilket ger utrymme att även prefabricera till exempel balkonger och räcken enligt ovan. Dock ses att det uppstår tidsbrist eller blir mycket stressigt om det är mycket extramaterial som ska tillverkas. Det kan även vara så att flera projekt är igång samtidigt och då gäller det att ha bra koll på vad som ska till vilket projekt och när det ska vara klart. Väggarna ställs precis som ytterväggarna och väntar på att bli delar i ett volymelement.

Figur 37 nedan visar montering av en innervägg.



FIGUR 37. MONTERING PÅ VOLYMELEMENTLINAN AV EN INNEVÄGG (STUDIEBESÖK ”TRÄHUS” 2007)

6.2.8 Prefabricering – Volymelement

På volymelementlinan arbetar sex personer inklusive förmannen som är anställda av ”Trähus”. Vidare tillkommer elektriker, VVS-entreprenörer, golvläggare och målare som ”beställs” av fabrikschefen. Liksom för de andra linorna får förmannen här ta del av ritningar, i detta fall på de hela volymelementen, och även rumsbeskrivningar från den Gröna pärmen. Det första som händer på volymelementlinan är att golv, tak, ytterväggar och innerväggar sätts ihop till volymelement. Om inte dessa delar har prefabricerats efter ritningarna alternativt efter felaktiga ritningar uppstår det problem vid monteringen av volymelementen. Det kan till exempel vara att en innervägg är för kort. Att det blir problem vid monteringen är frekvent förekommande. Förmannen på linan ser att åtminstone en timme om dagen ägnas åt brandsläckning från hans sida. Problem kan vara att de olika delarna som ska monteras ihop inte passar ihop, att det fattas förberedelser för vidare installationer av el, att det saknas material eller att det görs fel på själv volymelementlinan på grund av att ritningar och rumsbeskrivningar inte efterföljs. Problemen löses allt eftersom de uppkommer och ofta med hjälp av fabrikschefen. Detta innebär att det är åtminstone två personer i form av förman och fabrikschef som ägnar sig åt problemlösning vid behov. I vissa fall kan enklare modifieringar lösa problemen, i andra fall måste konstruktionen brytas upp och göras om. Den typ av material som oftast saknas är el-material. En kommentar på golvet är att det i 99 % av fallen saknas någon typ av ingående el-material. Detta bromsar arbetet då arbetet med elen måste göras innan vissa andra moment kan utföras. Det finns alltid något man kan arbeta med istället men det leder till ineffektivitet, En uppskattning från en ansvarig i fabriken är att omkring 10 % av arbetstiden i fabriken är ett resultat av ineffektivitet på grund av att man inte kan genomföra moment i tänkt ordning.

Rumsbeskrivningarna beskriver vilket material som ska finnas i vilket volymelement, till exempel vilket kakel som ska finnas i badrummet och så vidare. Beskrivningen ger inte information om hur komponenter och material ska monteras, till exempel hur plattor ska sättas. Det kan hända att ett nytt material ska användas men att det inte helt är anpassat till ritningarna vilket gör att konstruktionslösningar måste tas fram i fabriken. Ett exempel som observeras är skenor som sattes i taket för att hålla upp ljuddämpningen. För att passa var de tvungna att kapas vilket gjorde att de inte kunde monteras på avsett vis. Det finns checklistor på rumsbeskrivningarna så när någon har gjort en arbetsuppgift, exempelvis monterat upp radiatorer, görs en markering att momentet är korrekt utfört. På samma sätt noteras om arbetsuppgiften inte kunnat utföras och alltså kvarstår att utföra vid färdigställandet på byggarbetsplatsen. Det kan bero av exempelvis materialbrist eller att det helt enkelt glömts bort. Beroende av vem som fyller i rumsbeskrivningen kan det även finnas en förklaring till varför momentet kvarstår att göra. Rumsbeskrivningarna kan innehålla fel men de kan också

vara korrekta men ändå inte efterföljas för att man exempelvis antar att samma arbete ska utföras som på föregående volymelement. Vidare observeras att alla som arbetar på volymelementlinan inte ens känner till att det finns något som heter rumsbeskrivning och att det händer att man kryssar i att ett arbete är utfört på ett bra sätt även om det har uppstått en spricka eller liknande, ett fel alltså. Detta då man inte vill markera att man gjort ett bristfälligt arbete. Rumsbeskrivningarna följer med respektive volymelement genom volymelementlinan. En rumsbeskrivning som tillhör ett viss volymelement sätts alltså upp i volymelementen, till exempel i ett fönster.

Det finns tre volymelementlinor som kan vara igång samtidigt. I figur 38 nedan ses linorna i bredd, linan i mitten är den som tydligast ses.



FIGUR 38. DE TRE VOLYMELEMENTLINORNA (STUDIEBESÖK ”TRÄHUS” 2007)

Varje volymelementlina är uppdelad i fem steg, dessa finns också fysiskt och volymelementen rullar fram genom dem. Det ska vara ungefär samma saker som görs i en viss ordning, framförallt måste vissa saker göras före andra. Först och främst sker monteringen av volymelementen, ytter- och innerväggar monteras på golvet och vidare monteras taket på. Elen dras därefter och efter det kan isolering av innerväggarna samt skivor på dessa sättas. Volymelementen kan sedan inredas, till exempel kakling, läggning av klinkers, köksmontering, rörmokaren gör klart och så vidare. Detta är det näst sista steget och det som tar längst tid. Sist plockas allt löst material, som ska göras klart på byggarbetsplatsen, in i volymelementet, där det i slutändan ska vara, som sedan emballeras. Att visst material skickas med löst kan bero på olika saker. Det kan vara sådant som på grund av olika saker måste göras klart på byggarbetsplatsen, till exempel tapetseras volymelementen på byggarbetsplatsen för annars finns det stor risk att tapeterna spricker vid transporten av volymelementen. Det kan även vara så att det finns förseningar i fabriken som gör att man inte hinner göra klart allt. Detta kan till exempel bero av att el-material kommit in för sent varför hela volymelementlinan stannat upp och att det därför varit tidsbrist så att knopparna på kökslådorna inte hunnit skruvats fast. Det finns väldigt många saker som kan hända vilket leder till förseningar och till att problemen skjuts fram till monteringen och färdigställandet på byggarbetsplatsen. Arbetet med att plocka ihop och lasta in komponenter kan ta uppåt en halv dag för två personer. Ofta är det vid denna tidpunkt tidsbrist varför detta moment inte alltid kan göras med den precision som önskas. Fabrikschefen gör en avslutande inspektion av volymelementen innan de plastas in och skickas iväg.

Målaren påbörjar sitt arbete på station 1 och följer sedan med längs linan och målar där det finns utrymme. Tanken är att man på en av de tre linorna prefabricerar våtvolymelement, badrum och kök, som tar lite längre tid för att dessa inte ska stoppa upp flödet på alla linor. Vid observation noteras att denna uppdelning med våtvolymelement på en särskild lina inte efterföljs i aktuellt projekt. Våtvolymelementen tar längre tid då det ofta är mer saker som ska in i dem men också för att de behöver viss torktid, ca 24 timmar.

Det har ett par gånger varit olika typer av projekt igång parallellt vilket leder till att det blir rörigt med mycket material överallt. Volymelementen är märkta och rumsbeskrivningarna sitter i så det ska inte vara svårt att hålla reda på vad som ska var. Däremot är det inte så mycket plats vid sidan av volymelementlinorna vilket gör att det där blir fullt av material som ska till de olika volymelementen. Det ska även påpekas att det är samma antal personer som arbetar på volymelementlinan oavsett om man kör på en lina eller alla tre. I ett fall när man kör på alla tre linor samtidigt blir det så att de personer som är på station ett först utför momenten på första linan, sedan på andra linan och avslutningsvis på tredje linan. Det utförs alltså inget parallellt arbete trots att man använder alla linor.

Vid prefabricering av volymelement med många typer av komponenter, till exempel till en villa, tar det två dagar för ett torrvolymelement att gå genom hela linan. Rör det sig om ett våtvolymelement tar det fem dagar. Dock ger inte detta att det kommer ut ett våtvolymelement var femte dag utan att det tar fem dagar för det första volymelementet att komma igenom linan. Totalt tar en villa om sex volymelement 14 dagar genom hela prefabriceringen, från det att prefabricering av ytterväggar, golv, tak och innerväggar startar. Efter omkring 2-3 dagar kan arbetet på volymelementlinan med första volymelementet påbörjas. Är det mindre komplext med färre typer av komponenter, exempelvis ett dagis, får de ut ett och ett halvt torrvolymelement per dag och ett våtvolymelement per dag. För dessa enklare volymelement beräknas 30 volymelement ta 20 arbetsdagar genom hela prefabriceringen.

Det är mycket rotation vid volymelementlinan och observation ger intrycket av att det lätt kan missas saker då det inte finns tydligt ansvariga för de olika arbetsuppgifterna, med undantag för målning och de olika el- och VVS-installationerna.

Figur 39 nedan visar hur taket lyfts på ett volymelement, ett volymelement med alla väggar golv och tak samt ett kök med tillhörande inredning.



FIGUR 39. VOLYMELEMENT, MONTAGE AV TAK, INSYN I EN MODUL SAMT ETT INSATT KÖK (STUDIEBESÖK "TRÄHUS" 2007)

6.2.9 Prefabricering

Det finns en fabrikschef samt en assisterande fabrikschef som idag är ansvarig för logistikgruppen och alltså en av de fyra personer som arbetar i den. Fabrikschefen ägnar huvuddelen av sin tid åt brandsläckning, uppåt 80 % av arbetstiden. Att fundera över och genomföra förbättringar finns det lite tid över för. De huvudsakliga problemen är konsekvenser av fel i ritningar eller problem med ingående material. Om material inte kommer in i tid finns det annat att arbeta med för att inte bli stillastående men konsekvensen blir en ineffektiv arbetsgång som uppskattas ta omkring 10 % extra tid.

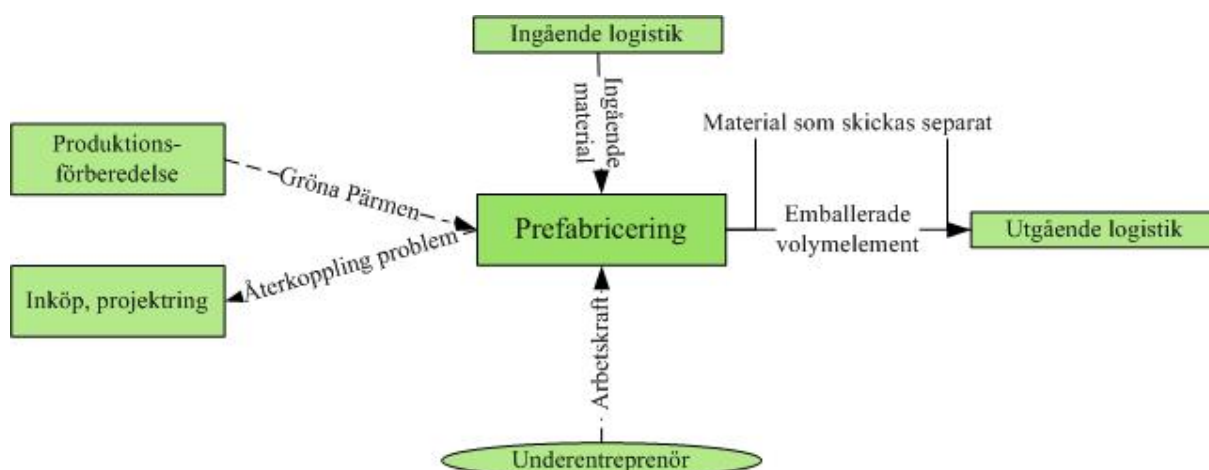
Under en period om 13 månader har inte ett enda projekt startat i prefabriceringen på utsatt tid. Ligger projektet efter planen redan i starten av prefabriceringen är det i princip omöjligt att arbeta i kapp och vara klar till planerat utleveransdatum. Detta leder till att arbetsuppgifter och problem förskjuts och hamnar på montage och färdigställande istället. Konsekvensen blir att den kalkylerade tiden för hur lång tid montage och färdigställande ska ta inte går att hålla. 5-10 % av planerad produktionstid uppskattas gå åt att vänta på material. Om totalt antar fabriksstimmar är beräknat till 750 för ett projekt har detta i extremfall överskridits med uppåt 150 timmar eller 20 %. Om allt stämmer med ritningar och inkommande material klarar man gott och väl den kalkylerade prefabriceringstiden.

Vid en jämförelse av total prefabriceringstid för ungefär ett år sedan och nu kan det konstateras att man gått från cirka 1600 timmar till 700-800 timmar.

Prefabriceringen får in information från montage och färdigställande om materialbrister, konstruktionsfel eller förbättringsmöjligheter vad gäller konstruktionslösningar. Detta ska egentligen gå till huvudkontoret och till projekteringen och inköp vilket idag inte helt är fallet.

Variationer mellan olika projekt ses inte vara ett problem, däremot är det ett problem när sena ändringar inkommer från kund, exempelvis typ av handtag till skåpluckor. I många fall monteras då inte dessa för att undvika att man borrar fel och därmed förstör hela luckan. De skickas då istället med till montage och färdigställandet på byggarbetsplatsen vilka får ytterligare en uppgift.

Det saknas uppföljning av projekt med genomgång och dokumentation av eventuella problem som uppstått. Det finns alltså ingen dokumentation på vilket material som felat, problem med ritningar etcetera. Ser man till ett projekt om 30 volymelement finns en inlärningseffekt från det första volymelementet till det sista då man i arbetet med de sista volymelementen inte behöver lägga lika mycket tid på att åtgärda problem i prefabriceringen. Däremot kan det ses att om ett liknande projekt återkommer senare kan samma problem uppstå igen med de inledande volymelementen. I figur 40 sammanfattas de flöden som kopplar prefabricering till andra aktiviteter och aktörer.



FIGUR 40. PREFABRICERING

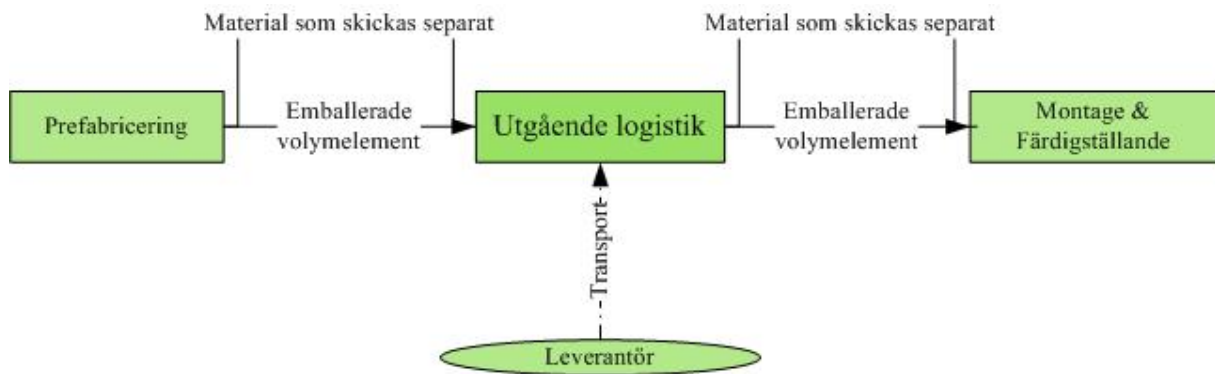
6.2.10 Utgående logistik

Denna aktivitet är den som för volymelementen samt extra material från fabriken till byggarbetsplatsen för montage och färdigställande.

Då ett volymelement är emballerat ställs det utomhus i väntan på transport till montage vilken sker av alla volymelement samtidigt till ett projekt. Transport i form av lastbilar beställs av fabrikschefen omkring två veckor innan planerad utleverans. Volymelementen lastas på lastbilarna med hjälp av en truck. Målsättningen är att lastbilarna ska anlända till byggarbetsplatsen vid en tidpunkt när det på byggarbetsplatsen finns en lyftkran som kan lasta av volymelementen och vidare montera ihop dessa. Det krävs alltså information om när montage ska starta för att kunna beställa transporten. Hur många volymelement som får plats på en lastbil beror av storleken av volymelementen och då främst längden. Med det längsta volymelement de idag tillverkar kan de transportera två volymelement per lastbil.

Volymelementen transporteras vidare till plats för montage. Med volymelementen följer oftast rumsbeskrivningarna där det framgår vad som är gjort i prefabriceringen och vad som återstår att göra på platsen för montage. Även visst extramaterial som packats i volymelementen följer självklart med. Det kan vara så att visst material som ska finnas i volymelementen, löst eller fastmonterat, inte har kommit till fabriken i tid för prefabricering eller utleverans. Detta skickas då med extratransporter ut till byggarbetsplatsen efter att det kommit till fabriken. Ibland glöms även visst material att packas med vilket ger liknande lösning med extraleveranser.

En vecka innan volymelementen transporteras till plats för montage skickas takstolar och övrigt material som finns i fabriken nödvändigt för att bygga tak till byggarbetsplatsen. Detta för att taken ska vara klara och snabbt kunna monteras på husen när volymelementen monteras på byggarbetsplatsen så att husen med en gång blir skyddade. I figur 41 sammanfattas de flöden som kopplar utgående logistik till andra aktiviteter och aktörer.



FIGUR 41. UTGÅENDE LOGISTIK

6.2.11 Montage

I montagegruppen som utför montage och färdigställande ingår idag fem personer varav en är montageledare. Montageledaren har visst administrativt ansvar vilket innefattar att fylla i checklistor och att genomföra mottagningskontroller. Montagegruppen arbetar 40 timmar per person under fyra dagar i veckan. Vidare finns en projektledare för montage och färdigställande som inte är stationerad på platsen för montage utan mer har ansvar för kontakten med kund. Projektledaren närvarar på byggarbetsplatsen vid start av montage om kund så önskar.

Takstolar, övrigt takmaterial samt utvändigt material ankommer till montageplatsen en vecka innan montage av volymelementen ska påbörjas. Detta skickas från fabriken av utgående logistik. Arbetet med att sätta ihop taken tar 2-3 dagar. När volymelementen ankommer ska det finnas en stor kran på plats som krävs vid montage av volymelementen till ett hus. Denna kran beställs idag av projektledaren men i samråd med fabrikschefen som mer exakt vet när volymelementen kan levereras. Målet är att ha den stora kranen på plats max en dag per hus då den är kostsam. Detta är inte helt lätt att hålla men om de tunga momenten är avslutade kan en mindre billigare kran tas in istället. En stor kran måste beställas i god tid och det är svårt att ändra det beställda datumet när det närmar sig.

Rumsbeskrivningarna från fabriken kommer antingen med volymelementen, per post eller med projektledaren för montaget i vissa fall. Vidare har montageledaren en Montagepärm som innehåller instruktioner för hur montaget ska gå till samt ritningar och kontroller. Denna Montagepärm sammanställs i projekteringen och ska skickas till montageledaren cirka två veckor före montagestart. Montagepärmerna finns alltid på plats före montagestart men sällan så långt som två veckor innan. Grunden som volymelementen monteras på finns redan färdiggjuten på plats, detta görs inte av "Trähus" utan det sköter kunden, byggherren.

Om montage påbörjas på morgonen klockan sju är huset hopmonterat runt klockan 13-14 samma eftermiddag. Tegel till taken skickas direkt från leverantör till byggplatsen efter beställning av inköp. Inköp får information från projektledaren angående tidsplan för montage. Detta kommer med en speciell lastbil som är nödvändig för att få upp teglet på taket. Teglet läggs på efter det att huset är monterat, det är inte kritiskt att detta sker direkt efter montage då taket är vattentätt.

I det studerade fallet på byggarbetsplatsen, hustyp villa, hade volymelementen till en början levererats från fabriken till ett område varje vecka istället för varannan. Anledningen var att de insåg att fabriken inte skulle hinna leverera färdiga volymelement till planerad montagestart tre veckor före semestern och beslutade då att skjuta den första leveransen till efter semestern. Ett externt montagelag anlätades för att hinna vara klara till det inflyttningsdatum som ursprungligen satts. Tyvärr hann fabriken inte göra volymelementen i

tillräckligt färdigt skick så inflyttningen fick ske trots att en del arbetsmoment som inte var färdiga. Vid det andra huset löste man problemet genom att göra upp med hyresgästen om att ta in på hotell så att dom skulle få flytta in i ett färdigt hus. Denna situation upplevdes som mycket stressig av montagegruppen.

Figur 42 nedan visar två färdigmonterare hus.



FIGUR 42. FÄRDIGMONTERADE TVÅPLANSVILLOR (STUDIEBESÖK ”TRÄHUS” 2008)

6.2.12 Färdigställande

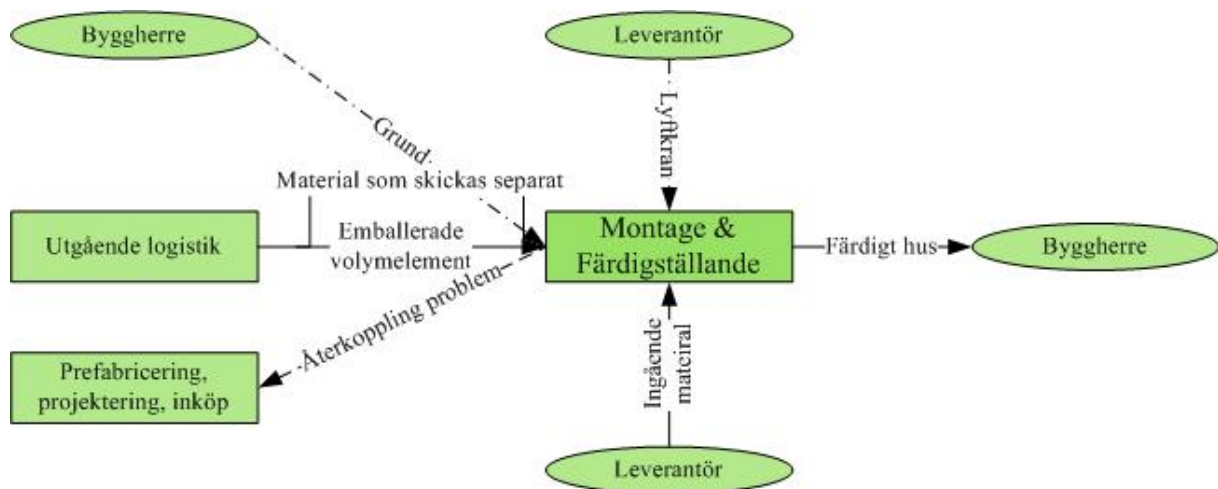
Färdigställandet görs av samma personer som är med vid montaget, alltså montagegruppen, efter att montaget är klart. Om själva montaget tar en halv dag så ska sedan färdigställandet av huset ta omkring två veckor enligt tidsplanen. Detta ses av montagegruppen vara mycket svårt att uppnå med den bemanning som idag finns även om inget skulle behöva kompletteras från prefabriceringen, vilket i sig är mycket sällsynt. Det ska poängteras att besök och intervjuer på byggarbetsplatsen gjordes under en extrem situation då man genom att skjuta på leveranserna gett en kortare ledtid till montage och färdigställande, se förklaring i kapitel 6.2.11 *Montage*, och personalen på plats kan ha varit frustrerade av den anledningen. Då inflyttningen i extrema fall kan vara planerad så nära inpå som en vecka efter satt slutdatum för färdigställande finns inget utrymme att dra ut på tiden utan man får istället ta in extra personal eller arbeta övertid. Enligt plan ska inflyttningsdatum vara satt till fem veckor efter montagestart för att hinna komplettera från slutbesiktningen. Av de 400 timmar som finns att tillgå, kalkylerat på att fem personer arbetar heltid i två veckor, kan ytterligare cirka 80 timmar behöva läggas på arbete med kompletteringar av sådant som skulle ha gjorts i prefabriceringen för att hinna klart i tid. Många moment tar längre tid att göra på byggarbetsplatsen då det finns bättre utrustning i fabriken.

De arbetsuppgifter som idag är planerade att ske på byggarbetsplatsen är nästan uteslutande sådant som måste ske där på grund av att de inte kan genomföras i fabriken. Det är byggnad av förråd, viss målning, spackling och tapetsering, lister som ska upp efter att tapetsering är klar, vitvaror som installeras, arbete med skarvarna mellan volymelementen inne och ute och så vidare. Rumsbeskrivningen ska ange vad som inte utförts i fabriken och följaktligen måste kompletteras vid färdigställandet. Detta framgår bättre idag än tidigare då det tidigare kunde finnas ett behov av kompletteringar utan att det fanns information om detta. Det kan framgå i rumsbeskrivningarna varför moment inte har gjorts i prefabriceringen, till exempel att ingående material saknas. Det finns dock ingen rutin för att det ska framgå. Rumsbeskrivningarna sparas i Montagepärmerna efter att de är förbrukade.

De material som ska monteras i och med färdigställandet ligger enligt tidigare i respektive volymelement. Det kan vara kaotiskt i volymelementen och mycket tid läggs på att flytta runt och leta efter komponenter. Om till exempel en målare ska spackla och tapetsera i ett rum kan inte material ligga utspritt över hela golvet. Dock måste materialet ligga någonstans då det

idag monteras efter att målaren har gjort sitt jobb. Det arbetas med att förändra detta, till exempel finns det planer på att ta in målaren i ett senare skede och montera materialet innan. Märkningen av materialet kan vara bristfällig, alltså att materialet inte är märkt på ett sådant sätt att det tydligt framgår vad det är och var det ska vara, vilket försvårar ytterligare. Det kan till och med vara så att visst material som levererats i ett volymelement i ett hus, alltså ett projekt, egentligen ska vara i ett annat volymelement i ett annat hus i samma område. Vidare saknas det i vissa fall komponenter som antingen missats att skicka med från prefabriceringen alternativt missats att köpa in. Då måste det åtgärdas genom kontakt med inköp och fabrik. Avvikelser vid montage och färdigställande ska rapporteras till projektledaren för montage som dokumenterar dessa och rapporterar vidare till projektering, inköp och prefabricering genom ett dokument som alla har tillgång till på en gemensam hårddisk. Arbetet med detta dokument är nystartat. Dock anses att det tar tid att få en reaktion på återkopplingen. Det händer även att det uppstår fel i prefabriceringen, exempelvis att fel typ av dörrar har monterats vilket då åtgärdas vid färdigställandet om det upptäcks. En detalj som framkommer på plats och som visar på hur lätt det är att material felar är att en slags dörrkarm för mest estetiskt resultat ska sticka ut ett visst antal millimeter från väggen. Detta har missats i aktuellt projekt och för smala karmar har beställts vilket ger att dörrkarmarna sticker ut för få millimeter.

Vitvaror, kyl och frys, levereras direkt till byggarbetsplatsen i vissa fall, då problem med stöld finns, och monteras av dem som levererar. Dessa brukar komma strax innan överlämning bland annat på grund av att det är stöldbegärligt material och det finns idag inte någon lämplig lagerplats på byggarbetsplatsen. I figur 43 sammanfattas de flöden som kopplar montage och färdigställande till andra aktiviteter och aktörer.



FIGUR 43. MONTAGE OCH FÄRDIGSTÄLLANDE

7 Analys

I detta kapitel analyseras insamlad data för att vidare kunna svara till undersökningens syfte. Analysen inleds med att utreda hur behovet av koordination i byggprocessen ser ut. Med detta menas var det finns olika typer av beroenden som kräver koordination. I ett nästa steg utvärderas om dessa beroenden idag koordineras på ett bra sätt eller om koordinationen brister vilket genererar slöserier. Slöserierna härleds med hjälp av identifierade beroenden till det ställe i byggprocessen där de uppstår, alltså där koordinationen brister. Kapitlet avslutas med en analys av hur byggprocessen bättre kan koordineras. Varje del av analysen avslutas med en sammanfattning av för undersökningen viktiga resultat.

Enligt kapitel 3.1.2 *Koordination och integration*, är det nödvändigt att ha sina processer under kontroll för att vidare kunna förbättra dem och här ses att det finns ett problem i fallet ”Trähus”. I denna undersökning är det hur koordination kan ge en mer standardiserad industrialiserad byggprocess till en sänkt totalkostnad som ska utredas och en grundläggande förutsättning för att kunna koordinera är att det finns information att utgå ifrån. Det är omöjligt att uppnå en effektivisering av en process om det inte är känt vad som är problem och vilken omfattning dessa har så att resurser kan sättas in på rätt ställe. Det räcker med andra ord inte med att bara mäta saker, man måste även förstå vad det är man mäter och vad det är som driver det som mäts. Ett exempel är att mäta transportkostnader utan att fundera på vad som driver dessa. Det är utöver den totala kostnaden till exempel nödvändigt att mäta körd sträcka och volym om dessa faktorer driver kostnaden. Utan denna mer detaljerade mätning säger exempelvis en kostnadsökning ingenting om hur väl transporterna fungerar.

7.1 Beroenden i ”Trähus” byggprocess

Enligt metoden tas en utgångspunkt i de flöden av material och information som går mellan aktiviteterna samt vilka resurser som delas mellan dem. Det ska påpekas att det idag finns många material- och informationsflöden mellan olika aktiviteter som i en perfekt fungerande process inte skulle finnas. Detta är flöden som uppstår på grund av problem i byggprocessen och ger onödiga beroenden som måste hanteras vilket ger ett ökat behov av koordination. Att problem i processen ger flöden av information och/eller material behöver inte vara onödigt. Det måste ske återkopplingar då problem uppstår för att kunna uppnå en mer effektiv process då problemen åtgärdas. Det som i denna undersökning ses som onödigt är då samma återkopplingar kontinuerligt sker och alltså att problemen endast löses för projektet i fråga. Detta tyder på att ingen lärdom dras mellan projekten och skapar beroenden som alltså här kallas onödiga beroenden. Dessa tas också upp i detta kapitel med resonemang kring varför de anses vara onödiga. De beroenden som finns i processen men som är indirekta tas här ej upp. Med ett indirekt beroende menas att en aktivitet kan ses vara beroende av en annan aktivitet flera led bort, alltså på grund av andra beroenden. Dessa indirekta beroenden är av stor vikt och behandlas i ett senare skede i analysen. Nedan redogörs i ett första steg för serieberoenden och ömsesidiga beroenden. Utifrån dessa två identifieras delat beroende eftersom detta beroende handlar om att flera aktiviteter beror av en gemensam aktivitet eller resurs.

Materialflödet inleds med att material kommer till ingående logistik från leverantörer. Detta är beroende av att inköp har lagt en order på material till leverantörerna. För att kunna lägga order är inköp i sin tur beroende av information från försäljning och projektering. Beroendet mellan inköp och försäljning är ett beroende på grund av att försäljning måste ske och leveransbeskrivning upprättas och överlämnas till inköp innan denna aktivitet kan påbörjas. Beroendet är utifrån detta av typen serieberoende. Det finns mer specifikt ett beroende av att föregående aktivitet utförs, förflyttning samt att det som ska användas i nästa aktivitet är

användbart. Leveransbeskrivningen måste förflyttas till inköp och vara utformad på ett sådant sätt att den är användbar i inköpsarbetet. För att inköp ska kunna göras fullt ut krävs alltså att kund lägger en order till försäljning, serieberoende, samt kompletterar denna med tillvalen. Det ska påpekas att inköpsarbetet av lagervaror inte kräver information från försäljningen utan från ingående logistik i fabriken. Det finns även ett beroende mellan inköp och externa konsulter och leverantörer då de mänger vissa material. Detta beroende är ett serieberoende då inköp behöver mängdningen för att kunna lägga en order. Konsulterna behöver i sin tur ritningarna för att kunna mängda vilket leder till ett serieberoende mellan projektering och konsulterna. Vidare finns det ett självklart beroende mellan inköp och leverantörer då det krävs att inköp lägger order till leverantören för att material ska kunna levereras till produktionen, ett serieberoende.

Samma typ av beroendesituation som den mellan inköp och försäljning finns mellan försäljning och projektering som på samma sätt som inköp är beroende av leveransbeskrivningen och även de ritningar som är framtagna.

Mellan inköp och projektering går diverse flöden fram och tillbaka. Detta beroende ses vara ett ömsesidigt beroende. Beroendet existerar då inköp är beroende av ritningar för att kunna genomföra hela orderläggningen och projektering är i sin tur beroende av information från inköp för att kunna göra rumsbeskrivningen, som i sin tur inte kan tas fram utan ritningarna, för att kunna slutföra arbetet med den Gröna pärmen samt Montagepärmen. Samma slags beroende finns i projekteringen mot externa konsulter som utför ritningar av ventilation och el. Dessa kan endast utföras om vissa ritningar är framtagna och vidare kan projekteringen endast färdigställas med ventilations- och el-ritningarna.

I och med att inköp skickar en mottagningskontroll nödvändig för att ingående logistik ska kunna utföra sitt arbete och att det är ingående logistiks uppgift att upplysa inköp om när lagervaror måste beställas skulle det kunna finnas ett ömsesidigt beroende mellan inköp och ingående logistik. Det kan dock diskuteras om detta beroende egentligen borde ses som två serieberoende. Detta då rapporteringen av lagervaror och att kontrollera ingående material mot mottagningskontroller kan ses som två separata moment. Nu råkar det vara i ingående logistik båda momenten utförs men det skulle lika gärna kunna vara i två olika aktiviteter. Av denna anledning definieras beroenden mellan inköp och ingående logistik som serieberoenden. Ingående logistik är även serieberoende av att material kommer in, alltså leverantören. När material inte ankommer enligt mottagningskontrollen kontakter ingående logistik inköp för att uppföljning av problemet ska kunna göras av inköp. Idag kontaktas inköp också om misstankar finns från ingående logistik om att inköp glömt köpa in material. Alla dessa kontrollerande kontakter anses vara onödiga och genererar ett onödigt ömsesidigt beroende mellan ingående logistik och inköp.

För att produktionsförberedelsen ska kunna genomföras finns ett behov av den Gröna pärmen och Montagepärmen som kommer ifrån projektering. Det finns här ett serieberoende, beroende av att föregående aktivitet utförs, förflyttning samt användbarhet. Enligt samma typ av resonemang som ovan finns det en återkoppling från produktionsförberedelse till projektering angående problem med ritningar. För att slutligen få helt fullständiga och korrekta ritningar finns det idag ett ömsesidigt beroende men detta ses vara onödigt.

Prefabriceringen är beroende av att det finns material tillgängligt. Både att material ankommer till fabriken, i rätt tid och mängd och till rätt kvalitet, samt att material körs fram till respektive del i prefabriceringen. Det finns alltså ett beroende mellan prefabricering och ingående logistik. Beroendet är av typen serieberoende och det krävs förflyttning av materialet för att det ska nå prefabriceringen samt att materialet är användbart vilket ingående logistik ska ha kontrollerat. Det finns idag fall då det vid prefabriceringen och färdigställande

upptäcks att material inte finns i rätt mängd eller kvalitet och kontakt tas då med inköp. Detta beror av att inköp glömt beställa något eller beställt i fel mängd som alltså inte upptäcks av ingående logistik vilka endast kontrollerar ingående material mot mottagningskontrollerna. Detta ses som ett onödigt serieberoende mellan inköp och prefabricering, respektive inköp och montage och färdigställande. Det kan även bero av att ett avrop inte gjorts om att lagervaror behöver köpas in och alltså en miss av ingående logistik. Att inköp behöver lägga en kompletterande order till leverantör ses som ett onödigt serieberoende mellan inköp och leverantör. Vidare blir även serieberoendet mellan leverantören och ingående logistik samt färdigställande som detta leder till onödigt.

Prefabricering, montage och färdigställande är även beroende av ritningar vilka kommer från produktionsförberedelsen och det är ett serieberoende. Det händer att ritningarna är felaktiga vilket oftast visar sig vid prefabricering – volymelement, montage och färdigställande. Det sker då en återkoppling till projekteringen om felen varvid projekteringen kan fullfölja arbetet och göra korrekta ritningar. Det kan alltså ses som ett ömsesidigt beroende då prefabriceringen, montage och färdigställande är beroende av ritningarna och projekteringen idag är beroende av att veta felen för att ritningarna ska vara korrekta. Detta anses här vara ett onödigt ömsesidigt beroende.

Det finns beroenden mellan de olika delarna i prefabriceringen. Prefabricering – volymelement är serieberoende med de övriga tre prefabriceringsdelarna. Det krävs att det som produceras i de övriga tre delarna förflyttas till prefabricering – volymelement samt att det är användbart. Det finns även ett beroende av att el- och VVS-personal ska finnas tillgängliga vid vissa delar av prefabriceringen, golv och tak samt volymelement, och därmed ett serieberoende av underentreprenörer.

För att utgående logistik ska kunna påbörjas enligt plan måste aktiviteten prefabricering avslutas, serieberoende, och vidare måste även transportmedel finnas tillgängligt, här lastbilar. I detta fall krävs en förflyttning från volymelementlinan till lastbilen. Detta sker idag i två steg där volymelementen först flyttas utomhus och sedan upp på lastbilen. Vidare finns det en begränsning av hur volymelementen är utformade då transportererna inte kan ta för långa eller breda volymelement. Alltså krävs det att volymelementen är användbara för transporten. Beroendet är av typen serieberoende mot prefabriceringen och närmare bestämt prefabricering - volymelement. Detsamma gäller beroendet mellan utgående logistik och montage. Har inte volymelementen levererats till byggarbetsplatsen kan inte aktiviteten montage påbörjas. Vidare måste volymelementen kunna monteras varför användbarhet krävs, alltså serieberoende mellan prefabricering och montage. Det finns även ett beroende av att en lyftkran ska finnas tillgänglig för att montage ska kunna genomföras. Ett krav innan montage kan ske på byggarbetsplats är även självklart att grunden är gjuten. Detta görs idag i regi av byggherren varför det finns ett serieberoende mellan byggherren och montage. Montage och färdigställande är på samma sätt beroende av leverantörerna av det material som levereras direkt till byggarbetsplatsen, exempelvis tegel och virke. Färdigställandet är serieberoende av att montage är gjort och vidare av att material är medlevererat i volymelementen vilket görs innan emballering på volymelementlinan, alltså är beroendet mot prefabriceringen. Det händer idag att material inte finns inne för att medlevereras i volymelementen varför det måste skickas med extraleveranser av utgående logistik. Detta ses som ett onödigt serieberoende mellan färdigställande och utgående logistik. Att detta händer medför också att det finns ett onödigt serieberoende mellan ingående logistik och utgående logistik. Färdigställand har vidare ett serieberoende mot byggherren då huset efter färdigställandet överlämnas till byggherren.

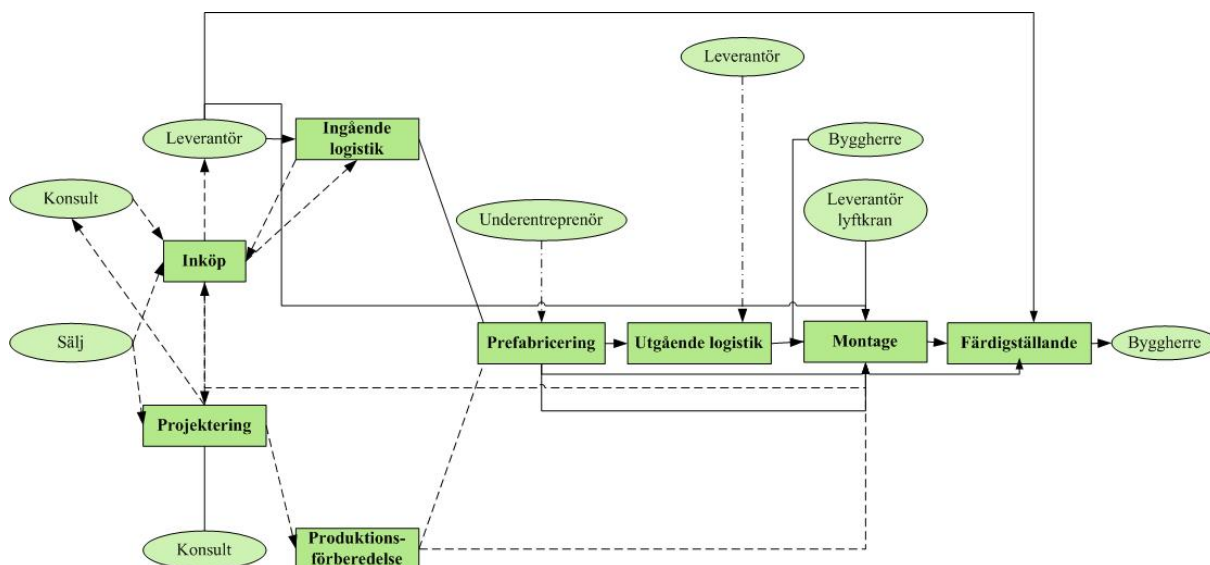
Nedan i tabell 6 visas de direkta beroenden som finns mellan de olika aktiviteterna, dessa i svart färg. I kursiverad röd färg visas de beroenden som är onödiga, som finns på grund av

flöden som i sin tur är ett resultat av problem i byggprocessen. Beroenden mot externa parter finns även med i tabellen. De externa är alltså, definierade i det studerade systemet, leverantörer, konsulter, underentreprenörer, slutkund, byggherre och arkitekter. Vidare behandlas även försäljning som extern här då det ligger utanför det studerade systemet.

TABELL 6. SAMMANSTÄLLNING AV BYGGPROCESSENS BEROENDEN

	Inköp	Projektering	Produktions- Förberedelse	Ingående logistik	Prefabricering	Utgående logistik	Montage	Färdig- ställande
Inköp	-							
Projektering	Ömsesidigt	-						
Produktions- förberedelse	-	Serie <i>Ömsesidigt</i>	-					
Ingående logistik	Serie <i>Ömsesidigt</i>	-	-	-				
Prefabricering	<i>Serie</i>	<i>Ömsesidigt</i>	Serie	Serie	Serie (mellan volymelement och övriga tre)			
Utgående logistik	-	-	-	<i>Serie</i>	Serie	-		
Montage	-	<i>Ömsesidigt</i>	Serie	-	Serie	Serie	-	
Färdigställande	<i>Serie</i>	<i>Ömsesidigt</i>	Serie	-	Serie	<i>Serie</i>	Serie	-
Externa	Serie (försäljning, leverantörer, konsulter) <i>Serie</i> (leverantör)	Serie (försäljning, konsulter) Ömsesidigt (konsulter)	-	Serie (leverantörer) <i>Serie</i> (leverantör)	Serie (under- entreprenörer)	Serie (leverantör av transport)	Serie (lyftkran, leverantör, byggherre)	Serie (leverantör, byggherre) <i>Serie</i> (leverantör)

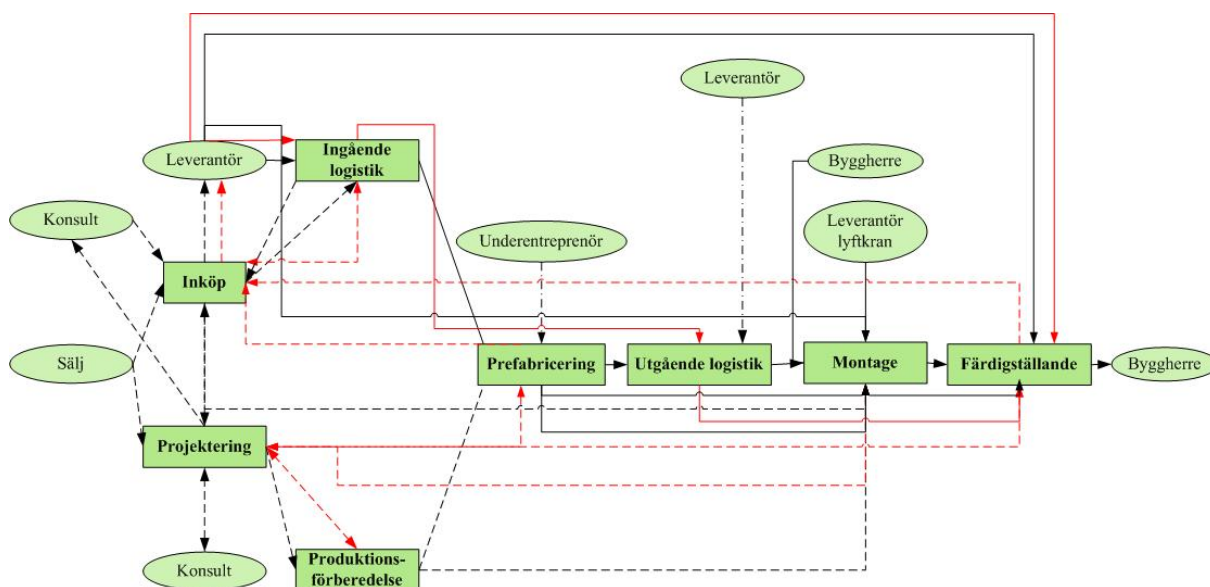
I tabell 6 ovan kan det utläsas vilka delade beroenden som finns då det är ett delat beroende om flera aktiviteter är beroende av en gemensam aktivitet. Alla aktiviteter som är beroende av till exempel aktiviteten inköp har ett delat beroende mellan sig. I figur 44 nedan illustreras alla de beroenden som i tabell 6 inte är röda och kursiverade, alltså de beroenden som ses vara nödvändiga i byggprocessen. De streckade linjerna illustrerar informationsflödet medan heldragna linjer illustrerar materialflödet. Vidare är flödet mellan leverantör och utgående logistik samt mellan underentreprenör och prefabricering av typen transport respektive arbetskraft. Enligt tidigare redogörs endast för direkta beroenden och delat beroende illustreras inte i figuren utan identifieras genom att till exempel hitta alla aktiviteter som beror av projektering. Dessa har då ett delat beroende sinsemellan. De delade beroendena i byggprocessen kommer vidare inte att reflekteras specifikt kring då de här är direkt kopplade till att det finns serieberoenden och/eller ömsesidiga beroenden och ses på detta sätt ändå innefattas i analysen.



FIGUR 44. BEROENDENA MELLAN AKTIVITETERNA, ÖMSESIDIGT BEROENDE MARKERAS MED DUBBELPIL, INFORMATIONSFLÖDEN ÄR STRECKADE PILAR OCH MATERIALFLÖDEN HELDRAGNA PILAR

I figuren kan ses att det rör sig om många beroenden som ska hanteras, det krävs alltså mycket koordination för att nå en väl fungerande byggprocess. Det finns även många indirekta beroenden som medför att aktiviteter längre fram i processen beror av de inledande aktiviteterna i processen. Till exempel är färdigställande beroende av material från leverantörerna vilket innebär att inköp måste ha beställt material och det finns alltså ett indirekt beroende mellan färdigställande och inköp.

I figur 45 nedan illustreras alla de beroenden som återfinns i figur 44 ovan men också de onödiga beroenden som har röd kursiverad stil i tabell 6 ovan. Onödiga beroenden illustreras med hjälp av röda pilar.



FIGUR 45. BEROENDENA MELLAN AKTIVITETERNA INKLUSIVE DE IDENTIFIERADE ONÖDIGA BEROENDENA MARKERADE MED RÖDA PILAR

Figur 45 visar hur behovet av koordination drastiskt ökar i och med alla dessa onödiga beroenden. Att hantera dessa tar tid vilket ger mindre tid till den koordination som det måste fokuseras på för att aktuellt projekt ska fungera. Om en av de tidiga aktiviteterna i byggprocessen blir försenad ger detta en kedjereaktion genom hela byggprocessen och det tydliggörs i synnerhet i den sista aktiviteten montage och färdigställande. Det kan ha varit

problem med ritningar vilket har gjort att man i fabriken inte har kommit igång enligt planeringen och att arbetet vidare varit ineffektivt. Då datumet för utleverans av volymelement från fabrik är bestämt så flyttas de moment som inte hinns med i fabriken till byggarbetsplatsen där de alltså inte kan utföras lika effektivt eller är medtagna i planeringen. Det blir med andra ord nödvändigt att arbeta övertid alternativt ta in ytterligare arbetskraft i de avslutande aktiviteterna för att klara leveransdatum mot kund.

Bortsett från att beroenden här har identifierats vilket är till hjälp vid den fortsatta analysen visas också att det finns en stor mängd flöden av material och information vilket ställer höga krav på en väl fungerande koordination. Det framgår att det är av stor vikt att de inledande aktiviteterna i byggprocessen och koordinationen av dessa fungerar väl då alla aktiviteter i byggprocessen beror av dessa. Fungerar inte den inledande koordinationen ger detta en kedjereaktion genom byggprocessen och effekterna av den bristande koordinationen kanske inte ses förrän i de sista aktiviteterna.

7.2 Var i byggprocessen slöserier uppstår

Enligt metoden kombineras intervjuer och kalkyler för att identifiera slöserier. Kartläggningen av alla beroenden samt insamlad data används till att analysera var i byggprocessen slöserier uppstår, alltså var koordinationen brister i ett första skede.

En utgångspunkt tas i de intervjuer som görs. Nedan i tabell 7 presenteras all data från intervjuer och kalkyler som beskriver slöserier. Inledningsvis exemplifieras några olika identifierade slöserier lite mer utförligt. De slöserier som identifieras är enligt referensramen överproduktion av produkter, väntan, onödiga transporter, överflödiga processer, överflödigt lager, onödiga förflyttningar och felaktiga produkter.

Det extraarbete som idag måste göras på grund av dåligt hanterade beroenden ses som slöserier. All brandsläckning i fabriken på grund av att problem uppstår och det extraarbete som det resulterar i är slöseri.

Det uppstår väntan i fabriken på grund av att material eller ritningsunderlag inte kommit i tid. Samma sak gäller vid färdigställandet.

Det finns överflödiga processer då arbete idag görs på byggarbetsplatsen som på ett bättre sätt skulle kunna göras i fabriken.

Det händer att felaktiga produkter skickas vidare från och till de olika aktiviteterna. En innervägg som är för kort när den ska monteras ihop till ett volymelement, volymelement eller tak som det blir problem med vid monteringen på byggarbetsplatsen på grund av fel i ritningar eller till exempel att fel innerdörr är insatt så att det blir extrajobb vid färdigställandet. Detta leder också till överflödiga processer då saker måste göras om.

Det förekommer onödiga transporter i byggprocessen då material som ska till byggarbetsplatsen kommer in för sent till fabriken och måste skickas som en extratransport.

Det finns onödiga förflyttningar vid färdigställandet då material som levereras i volymelementen ibland måste förflyttas på grund av målare eller liknande som behöver plats eller att materialet har levererats i fel volymelement.

Det är idag svårt att analysera vilka kostnader som genereras av de olika slöserierna då den dokumentation som önskas saknas.

Det finns för- och efterkalkyler men dessa är inte helt korrekta och därför inte säkert trovärdiga. Till exempel är de anställda i fabriken inte alltid instämplade på det projekt som

de faktiskt arbetar med vilket gör att timkostnaderna i fabriken för de anställda kan vara felfördelade på de olika projekten. Vidare saknas kostnader för visst material i vissa kalkyler medan de har en mycket hög kostnad i andra. Detta kan bero på att ett material som köps in helt rapporteras på ett projekt när det egentligen ska fördelas över flera. Det saknas också dokumentation över hur byggprocessen påverkas av diverse störningar. Fabrikschefen började dokumentera när ingående material saknades och vilka konsekvenser i tid detta fick men arbetet blev för omfattande och tid fanns inte för att fortsätta dokumentationen. Samma sak gäller störningar på grund av ritningsfel eller andra problem. Det är helt enkelt svårt att utreda vilken omfattning de olika problemen har. Enligt metoden används kalkyler för fyra projekt av typen villa för att göra en jämförelse med den information som intervjuerna genererar. Genom att ta ett genomsnitt av fyra kalkyler minskar risken för att få helt missvisande siffror.

I tabell 7 nedan framgår att i de fall där omfattningen av slöserier uppskattas under intervjuer rör det främst om uppskattningar av mängd tid och att det gäller tid i prefabricering samt i montage och färdigställande. Vid en jämförelse av kostnader för inköpt material, alltså inköpspriset kan konstateras att de fyra projekten i genomsnitt går över budgeterad kostnad med 10 % av den totala projektkostnaden. Dock finns här en felkälla i att vissa projekt belastas med allt material till flera projekt och då de fyra projekten vars kalkyler studeras är de inledande projekten finns en stor sannolikhet att de i efterkalkylerna belastas med för stor del av kostnaderna. Vidare kan kundval ge höga kostnader i efterkalkylen som inte återspeglas i förkalkylen. Utifrån detta ses 10 % av den totala projektkostnaden inte vara en tillförlitlig siffra. Vad gäller material finns vidare ingen information i att materialet i sig skulle vara ett slöseri, detta är inte något som har framkommit under intervjuerna. Om förkalkylen ger vad de faktiskt tror att ett material ska kosta men sedan går överstiger kostnaden kalkylen väsentligt så finns det ett problem och möjligtvis ett slöseri. Detta kommer inte att analyseras vidare då ingen information om detta finns i insamlad data.

En beräkning görs av differensen i kostnader mellan för- och efterkalkyler vad gäller kostnad för arbetstid i prefabricering samt i montage och färdigställande. Då det vid tidpunkten för framtagande av förkalkyl var tänkt att montage och färdigställande skulle hyras in är det den beräknade kostnaden för detta som återfinns i förkalkylen. Detta är en potentiell felkälla om det är en stor skillnad i kostnad mellan att hyra in detta arbete och att göra det själv. En annan beräkning görs utifrån de uppskattningar som fås under intervjuerna. Dessa uppskattningar som är i form av tid översätts med hjälp av efterkalkylerna till kostnader. Om resultaten av att se till differensen mellan de båda kalkylerna samt uppskattningarna av slöseriernas omfattning stämmer någorlunda överens ses resultatet åtminstone ge en vägledning i vilken storleksordning slöserierna befinner sig.

Nedan i tabell 7 presenteras en sammanställning av alla de slöserier som identifierats utifrån intervjuerna. Det visas vilken typ av slöseri det rör sig om, i vilken aktivitet de återfinns och vad som där orsakar dem. I kolumn fyra (Uppskattad omfattning) presenteras även den uppskattade omfattningen av slöserierna om någon sådan kunnat fås vid intervjuerna. Det är alltså den uppskattning som respondenten gjort, denna återfinns även i kapitel 6 *Data*. Kolumnen längst till höger visar på kostnaden som den uppskattade omfattningen ger och även kostnaden utifrån en jämförelse mellan för- och efterkalkyl. En sammanfattning av beräkningar återfinns i Bilaga III - Kalkyler.

TABELL 7. SLÖSERIER OCH DESS OMFATTNING

I vilken aktivitet återfinns slöseriet	Typ av slöseri	Orsak	Uppskattad omfattning	Uppskattad kvantitet/kostnad per projekt
Montage och färdigställande	Överflödiga processer – moment som inte ska genomföras i denna aktivitet då det är mindre effektivt	Ej färdigställt i prefabriceringen, ej färdigställt på ett riktigt sätt i prefabriceringen Volymelementen passar ej ihop vid monteringen, t.ex. att ihopkoppling av vissa installationer kräver modifieringar, problemet måste då lösas på plats	Tillgänglig tid för montage och färdigställande för ett projekt av typen villa är 400 timmar. Denna tid kan överskridas med uppåt 80 timmar vilket motsvarar 17 % extra tid.	<p>Total uppskattad extra tid: 17 % mer tid för montage och färdigställande. <i>Kostnad: Genomsnitt på en villa: 2 % av den totala kostnaden (hela kostnaden för ett projekt inklusive allt material och arbete).</i></p> <p><i>Ses till differensen i kostnad för montage och färdigställande mellan för- och efterkalkyl och det antas att förkalkylerna är realistiska är genomsnittet av överskriden kostnad per villa: 6 % av den totala kostnaden.</i></p> <p>Det är mer troligt att den övre uppskattningen på 2 % stämmer bättre då det i förkalkylen var kalkylerat att montage och färdigställande skulle hyras in. Det kan dock ifrågasättas varför det skulle vara billigare att hyra in än att göra det själv men det kan bero på att den egna montage och färdigställande verksamheten är ny. Det kan konstateras att trots att den ena beräkningen ger en siffra som är dubbelt så stor som den andra ger de resultat som, om man ser till den totala kostnaden för ett projekt, är i samma storleksordning.</p> <p><i>Sammanfattningsvis: Det kan utifrån beräkningarna röra sig om att 2 - 6 % av den totala kostnaden utgörs av slöserier i montage och färdigställande.</i></p>
	Väntan – material saknas eller hittas ej	Material försenat från leverantör, kan vara för sent beställt av inköp Material ej medskickat från fabrik Material ej beställt av inköp Felaktigt material från leverantör Material är svårt att hitta på grund av att det är rörigt och dåligt uppmärkt		
	Onödiga förflyttningar – material rörigt	Material kommer i fel volymentelement Material måste flyttas runt på grund av platsbrist i volymentelementen		
	Felaktiga produkter – hinner ej klart till datum för överlämning	Har för ont om tid för att få allt klart till det datum då allt ska vara klart, kan bero av att man kommer igång för sent eller att det är mer arbete än beräknat		
Utgående logistik	Onödiga transporter – transport av kompletterande material till byggarbetsplatsen	Material försenat från leverantör, kan vara för sent beställt av inköp Material ej beställt av inköp Felaktigt material från leverantör		<p><i>Transportkostnaden är en förhållandevis liten del av den totala kostnaden. Ses till för- och efterkalkyler är differensen positiv men det rör sig endast -0,3 % av den totala kostnaden, alltså ett bättre utfall än kalkylerat. Det är dock inte säkert att transportkostnaden i kalkylerna gäller alla transporter utan det kan vara att det handlar om transporter av volymentelement. Det skulle kunna vara så att viss materialkostnad i kalkylerna har de extra transportkostnaderna</i></p>

				<i>inkluderade vilket kan förklara ökade materialkostnader i kalkylerna. Detta är dock inte säkert.</i>
Prefabricering	Överflödiga processer – moment görs om när det blir fel	Fel i ritningar/rumsbeskrivningar Ritningarna/rumsbeskrivningar efterföljs inte	Total uppskattad extra tid för prefabricering är 10 % på grund av att arbetet utförs ineffektivt Ineffektivitet uppstår när moment inte kan utföras i planerad ordningsföljd 5-10 % av prefabriceringstiden läggs enligt uppskattning på att vänta på material. Denna tid kan i stort överlappa de 10 % extra tid som uppstår på grund av ineffektivitet. Det går alltså inte att addera ytterligare 5-10 %. I extremfall har den planerade tiden i prefabricering för ett projekt överskridits med 20 %. Det uppskattas att fabrikschef lägger 80 % av sin tid på brandsläckning och förman på volyumentlinan ser att denne lägger runt 15 % av sin tid på att lösa problem som uppstår. Detta ger att det sammantaget rör sig om åtminstone en heltidstjänst som i princip bara löser oönskade problem	Total uppskattad extra tid är 10 %. <i>Detta motsvarar 4 % av den totala kostnaden för ett projekt.</i> <i>Ses till differensen mellan för- och efterkalkyl och det antas att förkalkylerna är realistiska fås en differens om ungefär 10 % av den totala kostnaden för ett projekt.</i> Sammanfattningsvis: <i>Det kan röra sig om extra kostnader per projekt om 4 – 10 % av den totala kostnaden.</i> Ytterligare ett slöseri som skulle kunna kvantifieras är den tid som ägnas åt brandsläckning, en uppskattning från fabriken är att det sammantaget rör sig om åtminstone en heltidstjänst som i princip bara löser oönskade problem. Om en arbetstimme uppskattas kosta 300 kronor och man arbetar 1840 timmar om året ger detta en kostnad om 550 000 kronor per år. Delas denna kostnad upp per projekt rör det sig endast om någon procent av den totala projektkostnaden men det ska poängteras att detta är tid som skulle kunna ägnas åt annat arbete, exempelvis processförbättringar.
	Felaktiga produkter – volyumenten är felaktiga när de skickas vidare	Fel i ritningar/rumsbeskrivningar Ritningarna/rumsbeskrivningar efterföljs inte		
	Väntan – material saknas	Material försenat från leverantör, kan vara för sent beställt av inköp Material ej beställt, inköp glömt eller avrop om lagervara glömts Felaktigt material från leverantör		
	Väntan - korrekta ritningar saknas	Fel i ritningar/rumsbeskrivningar		
	Överflödigt lager – buffertlager i väntan på montering vid volyumentlinan	Yttervägg, golv och tak samt innervägg får vänta på att monteras på volyumentlinan då linorna ej är synkroniserade		
Ingående logistik	Överflödiga processer – kontroll om inköp har beställt allt material Överflödigt lager –	Dubbelkollar inköp Bristande lagerstyrning		

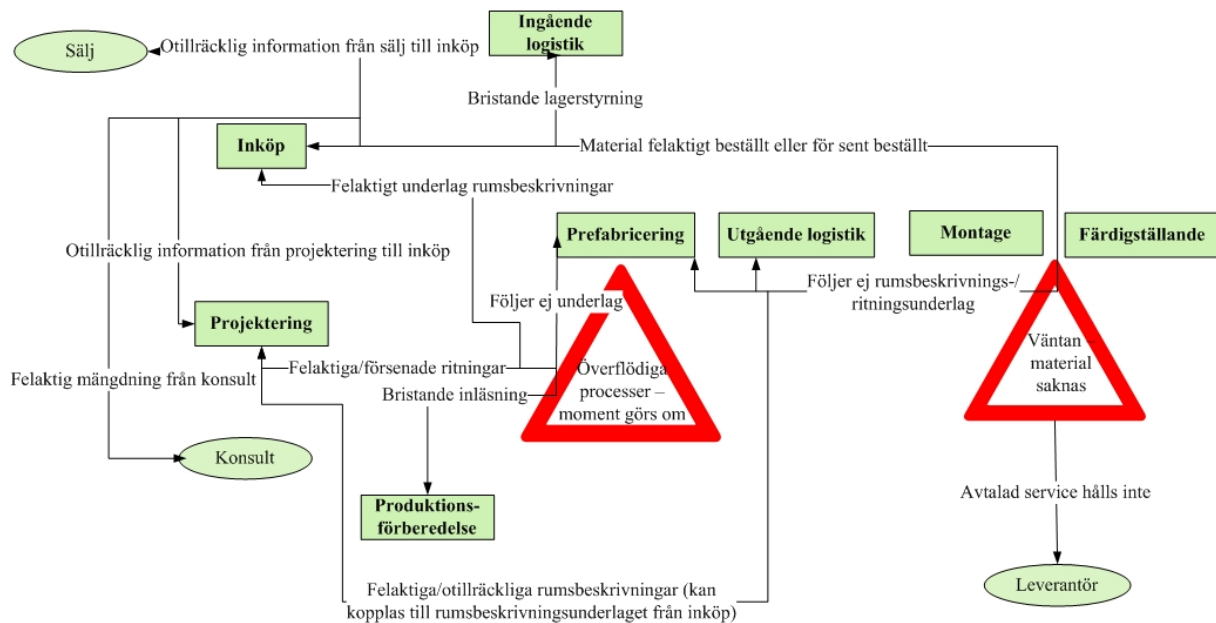
	kan finnas, är okänt			
Inköp	Överflödiga processer – kompletterande beställningar, jaga leveranser etcetera	Hög arbetsbelastning på grund av restarbete från gamla projekt och därav optimistiska tidsramar, hinner inte få allt rätt eller i tid. Ingående logistik stör med onödiga förfrågningar som måste kontrolleras.		Insamlad data resulterar inte i någon kvantitativ uppskattning då det är svårt att avgöra hur mycket tid som ägnas åt olika moment.
Projektering	Överflödiga processer – revidera ritningar	Hög arbetsbelastning och optimistiska tidsramar, hinner inte få allt rätt eller i tid		Insamlad data resulterar inte i någon kvantitativ uppskattning då det är svårt att avgöra hur mycket tid som ägnas åt olika moment.

Då det i stor utsträckning saknas dokumentation vad gäller slöserier är det svårt att uppskatta omfattningen av dem. Dock kan det konstateras att om slöseriet i montage och färdigställande samt prefabricering stämmer ungefär så rör detta sig om allt från 6 - 16 % av den totala kostnaden för ett projekt. En intressant notering vid granskning av de kalkyler som rör två dagis som har tillverkats är att i dessa fall så är utfallet det motsatta i jämförelse med villorna. De kalkylerade kostnaderna för arbete i fabriken understigs med i genomsnitt 5 % av den totala kostnaden för ett projekt. Det går inte att dra några direkta slutsatser utifrån detta då dessa projekt går snabbare att tillverka då volymelementen är mindre komplexa. Är förkalkylen satt efter den tid det tar att tillverka ett volymelement till en villa är det naturligt att utfallet blir bättre än kalkylerat. Om förkalkylerna däremot är satta efter en uppskattning för mindre komplexa volymelement så tyder utfallet på att denna typ av projekt fungerar bättre i den produktion som idag finns. Detta kommer inte att analyseras vidare då uppskattningarna från intervjuerna inte gav att det skulle finnas en skillnad mellan de olika varianterna av projekt. Till exempel gällde uppskattningen från prefabriceringen om 10 % på grund av ineffektivitet inte bara villorna.

De beräkningar som gjorts på kalkylerna stämmer ungefärligt med de uppskattningar som har fåtts genom intervjuer vilket kan anses stärka resultatet. Majoriteten av de identifierade slöserierna är enligt tabellen svåra att uppskatta då det saknas information om deras omfattning. Utifrån detta ses att procentsatsen ovan om 6 - 16 % är i underkant då det är mycket som idag inte kan kvantifieras.

Nästa fråga att besvara är vad som faktiskt orsakar slöserierna. Tabellen ovan visar på i vilken aktivitet slöserierna återfinns och vad som är den direkta orsaken till slöseriet men för att komma till rätta med problemet måste grundorsaken identifieras. Det är alltså här de indirekta beroendena är viktiga då det som eftersöks är grundorsaken till slöserierna och denna kan återfinnas flera led bakåt i processen. De identifierade slöserierna kan ha olika grundorsaker och det finns idag inte information för att kunna avgöra i vilken utsträckning de olika möjliga grundorsakerna faktiskt orsakar slöserierna. Då slöserierna i denna undersökning sägs vara resultat av bristande koordination borde grundorsakerna ligga i hur koordinationen mer specifikt sker idag. Detta på detaljnivå, till exempel att information är ofullständig mellan två aktiviteter och framförallt varför den är ofullständig. En grundorsak svarar på frågan varför och kan inte brytas ned ytterligare. Alla dessa faktiska grundorsaker kan i denna undersökning inte identifieras. För det första dokumenteras i låg utsträckning återkopplingen i "Trähus" om problem som uppstår under projekt och varför. Detta är inte heller något som har funnits möjlighet att djupare studera på grund av tidsbrist och timing. Grundorsaker härleds nedan så långt tillbaka som är möjligt med utgångspunkt i insamlad data. I ett första steg görs en härledning av grundorsaker med hjälp av beroendena, direkta och indirekt, i byggprocessen.

Nedan i figur 46 visas två identifierade slöserier, väntan i montage och färdigställande samt överflödiga processer i prefabriceringen, härledda till det som kan ha orsakat dem. Två väljs ut för att det i figuren skulle bli mycket rörigt om alla 13 slöserierna skulle vara med. De röda trianglarna visar slöserierna och pilarna från dem visar vad som kan vara grundorsaken. Pilarna pekar alltså på en möjlig grundorsak.



FIGUR 46. IDENTIFIERING AV GRUNDORSAKER TILL DE TVÅ SLÖSERIENA ÖVERFLÖDIGA PROCESSER I PREFABRICERINGEN SAMT VÄNTAN I MONTAGE OCH FÄRDIGSTÄLLANDE.

På liknande sätt kan alla slöserierna härledas bakåt i processen alternativt konstateras uppstår där de identifieras. I figur 46 ovan kan det utläsas att ett slöseri, i detta fall väntan, kan ha åtminstone nio möjliga grundorsaker. Det kan mycket väl vara så att det i 90 % av fallen är en av dessa som är grundorsaken men detta är enligt tidigare omöjligt att bedöma utifrån insamlad data.

Nedan redogörs för resterande slöserier i tabell 8 och vad som utifrån insamlad data kan vara grundorsaken till att de uppstår.

- Väntan på material återfinns i fler aktiviteter men grundorsakerna är desamma som i figur 46 ovan. Dessa grundorsaker genererar även onödiga transporter.
- Överflödiga processer i montage och färdigställande kan härledas till att fabriken fått vänta på material vilket tvingar dem att skicka vidare en inkomplett produkt på grund av tidsbrist. Alltså samma grundorsaker som väntan ovan.
- Grundorsakerna som ger överflödiga processer i prefabriceringen, figur 46 ovan, kan även leda till att felaktiga produkter uppstår i prefabriceringen och i vissa fall skickas från prefabriceringen. Detta ger då även att överflödiga processer uppkommer vid montage och färdigställande.
- Onödiga förflyttningar vid färdigställandet orsakas av att material skickas i volyemelementen, en rutin på företaget, eller av att prefabriceringen lagt materialet i fel volymelement.
- Att felaktiga produkter, ej klara hus i tid, finns i färdigställandet kan bero av alla andra slöserier som finns i processen som orsakar tidsbrist eller att den ursprungliga tidsramen är orimligt satt vid försäljningen. Det kan även vara så att färdigställandet inte är så effektivt som det skulle kunna vara.

- Överflödigt lager i prefabriceringen beror av att produktionen inte är synkroniserad, volymelementlinan är långsammare än de övriga tre. Detta gör att det uppstår lager mellan de tre inledande linorna och volymelementlinan.
- Att ingående logistik dubbelkollar med inköp är en överflödig process som orsakas av en osäkerhetskänsla hos personalen som i sin tur orsakas av att det finns problem med ingående material vilket kan härledas till samma grundorsaker som väntan.
- Om det finns överflödigt lager är oklart. Den bristande lagerstyrningen ger dock misstankar om att lager kan vara överflödigt.
- Den överflödiga process som finns i aktiviteten inköp orsakas av alla de slöserier som inköp kan vara en grundorsak till. Till exempel leder väntan till återkopplingar till inköp vilket leder till kompletterande arbete i aktiviteten inköp. Detsamma händer när ingående logistik dubbelkollar. Samma sak gäller projektering, alltså den överflödiga process som finns i aktiviteten projektering orsakas av alla de slöserier som projektering kan vara en grundorsak till.

Slöserierna och dess grundorsaker enligt ovan visas nedan i tabell 8. Vidare, där det går utifrån insamlad data, fördjupas dessa grundorsaker ytterligare. Detta presenteras som ”Grundorsak – vilken kan bero av att”. Undantaget i tabellen är de överflödiga processer som finns i aktiviteterna inköp och projektering vilka enligt ovan beror av de slöserier som kan ha inköp respektive projektering som grundorsak. Tabellen ska läsas så att rutan med ”Aktivitet slöseriet återfinns i” gränsar till den eller de rutor med grundorsaker som slöseriet kan orsakas av. Kan en grundorsak fördjupas ytterligare med olika möjliga förklaringar särskiljs dessa enligt *Grundorsak - förklaring 1/förklaring 2/.../*.

TABELL 8 . SLÖSERIER HÄRLEDDA TILL GRUNDORSAKER

Slöseri	Aktivitet slöseriet återfinns i	Grundorsak – vilken kan bero av att
Väntan	Montage & färdigställande Prefabricering	<i>Avtalad service hålls inte från leverantör</i> - Inköp har ingen dokumentation av hur leverantörerna sköter sig och därmed blir det svårt att hantera beroendet mellan inköp och leverantör.
Onödiga transporter	Utgående logistik	<i>Felaktiga/otillräckliga rumsbeskrivningar från projektering (kan härledas till rumsbeskrivningsunderlaget från inköp)</i> - Inköp beställer felaktigt, kanske på grund av restarbete, och därmed blir rumsbeskrivningsunderlaget felaktigt/De som ska använda rumsbeskrivningen tycker att den är svår, alltså ej användarvänlig. <i>Material felaktigt eller för sent beställt av inköp</i> - Inköp hinner ej ta fram inköpsplan på grund av restarbete/Bristande information från ingående logistik om aktuella lagernivåer. <i>Bristande lagerstyrning</i> - Dålig information om hur lagernivåerna ser ut eller bör se ut. <i>Otillräcklig information från sälj till inköp</i> - Leveransbeskrivning och annat informationsutbyte efter försäljningen är otillräckligt eller utformat på ett svåransvänt sätt/Tillval från kund kommer in för sent varför informationen till inköp blir försenad. <i>Otillräcklig information från projektering till inköp</i> - Ritningar och information från projektering till inköp är felaktigt eller inte användarvänligt för inköp. <i>Felaktig mängdning från konsult till inköp</i> - Inköp har ingen dokumentation av hur konsulterna sköter sig, bristande kommunikation mellan inköp och ingående logistik eller montage och färdigställande. Kan bero på bristande dokumentation av ingående logistik eller montage och färdigställande. <i>Prefabricering eller utgående logistik följer ej rumsbeskrivnings-/ ritningsunderlag – Slarv/Tror att det är samma direktiv som för föregående projekt/Har haft felaktigt underlag tidigare och respekterar det därför inte.</i>
Överflödiga processer	Ingående logistik Montage & färdigställande	
	Prefabricering	<i>Felaktigt underlag rumsbeskrivning från inköp till projektering</i> - Inköp har köpt in fel eller slarvat vilket leder till att underlaget för rumsbeskrivningarna är felaktigt och således blir även rumsbeskrivningarna det. <i>Prefabricering följer ej underlag – Slarv/Vet inte hur underlaget ska följas/Litar inte på underlaget då det kommit fel underlag tidigare.</i> <i>Bristande inläsning av underlag från produktionsförberedelse – Slarv/Finns ingen invand rutin för detta då ritningarna tidigare varit sena.</i>
Felaktiga produkter	Prefabricering	<i>Felaktiga/försenade ritningar från projektering – Slarv/Ej hunnit på grund av restarbete/Ingen dokumentation på vad som blir fel i tidigare fall och ingen lärdom dras av tidigare fel.</i>
Överflödigt lager	Prefabricering	<i>Ej synkroniserad tillverkning i fabriken</i> - Inga funderingar på produktionsoptimering då andra problem ska lösas hela tiden.
	Ingående logistik	<i>Bristande lagerstyrning – Dålig information om hur lagernivåerna ser ut eller bör se ut.</i>
Onödiga förflyttningar	Färdigställande	<i>Material i volymentelement från prefabricering, rutin</i> <i>Prefabriceringen lägger materialet fel – Slarv/Tror att det är samma direktiv som för föregående projekt/Har haft felaktigt underlag tidigare och respekterar därför det inte/Vet ej var materialet ska ligga på grund av otillräckligt underlag från projektering (svårt att förstå eller felaktigt).</i>
Felaktiga produkter	Färdigställande	<i>Alla ovan nämnda orsaker</i> <i>Ursprungliga tidsramen är orimligt satt vid försäljningen – För dålig koll på hela processen</i> <i>Färdigställandet ineffektivt</i>

Nästa fråga som ska besvaras är vilka beroenden som hanteras så att det resulterar i de identifierade slöserierna, alltså var koordinationen brister. Det ska återigen poängteras att en grundorsak som här är identifierad kan vara extremt sällsynt i byggprocessen medan andra kan vara frekvent återkommande. Det kan alltså vara så att det beroende som kopplas till en grundorsak här egentligen kan vara bra hanterat och att det är ett undantagsfall som framkommit vid datainsamlingen .

Nedan i tabell 9 kopplas de ovan identifierade grundorsakerna ihop med det beroende som hanteras bristande, alltså var koordinationen brister. Detta är en fortsättning av tabell 8 ovan, här kopplas nu vidare grundorsakerna till det beroende där koordinationen brister och alltså det som skulle kunna ses vara den faktiska orsaken till att slöserierna uppstår.

TABELL 9. BEROENDEN SOM HANTERAS BRISTFÄLLIGT

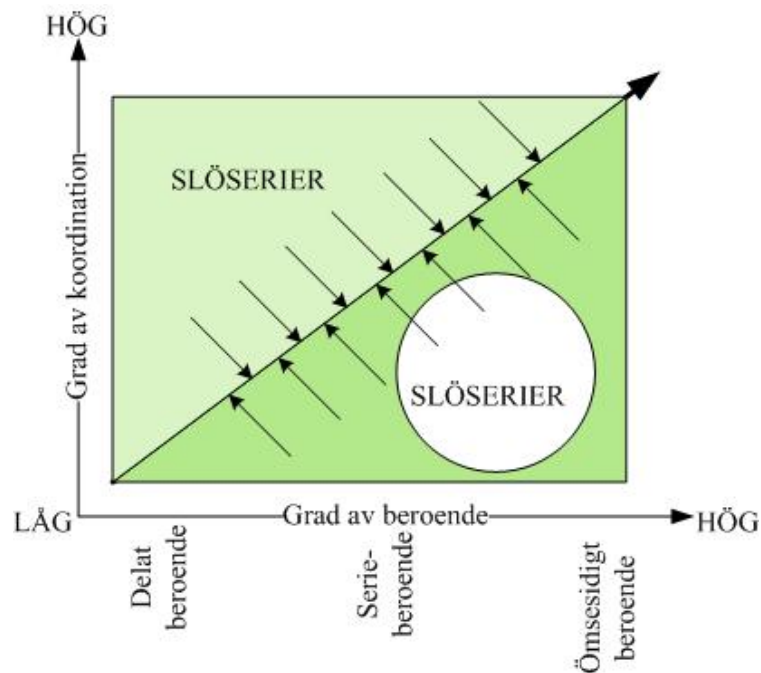
Grundorsak	Vilken kan bero av att	Beroende som hanteras bristande
Avtalad service hålls inte från leverantör	Inköp har ingen dokumentation av hur leverantörerna sköter sig och därmed blir det svårt att hantera beroendet mellan inköp och leverantör.	Inköp – leverantör
Material felaktigt eller för sent beställt av inköp	Inköp hinner ej ta fram inköpsplan på grund av restarbete. Bristande information från ingående logistik om aktuella lagernivåer.	Alla beroenden som hanteras så att det leder till restarbete Ingående logistik – inköp
Bristande lagerstyrning	Dålig information om hur lagernivåerna ser ut eller bör se ut.	Ingående logistik – inköp
Otillräcklig information från sälj till inköp	Leveransbeskrivning och annat informationsutbyte efter försäljningen är otillräckligt eller utformat på ett svåränvänt sätt/Tillval från kund kommer in för sent varför informationen till inköp blir försenad.	Försäljning – inköp
Felaktig mängdning från konsult till inköp	Inköp har ingen dokumentation av hur konsulterna sköter sig, bristande kommunikation mellan inköp och ingående logistik eller montage och färdigställande. Kan bero på bristande dokumentation av ingående logistik.	Inköp – ingående logistik, montage & färdigställande
Prefabricering eller utgående logistik följer ej rumsbeskrivnings-/ ritningsunderlag	Slarv/Tror att det är samma som förra projektet/Har haft felaktigt underlag tidigare och respekterar därför inte det.	Prefabricering – färdigställande
Material i volyemelement från prefabricering, rutin		Prefabricering – färdigställande
Prefabriceringen lägger materialet fel	Slarv/Tror att det är samma som förra projektet/har haft felaktigt underlag tidigare och respekterar därför inte det. Vet ej var materialet ska ligga på grund av otillräckligt underlag från projektering (svårt att förstå eller felaktigt).	Prefabricering – färdigställande Projektering – prefabricering
Prefabricering följer ej underlag	Slarv/Litar inte på underlaget då det kommit fel underlag tidigare. Vet inte hur underlaget ska följas.	Prefabricering – montage & färdigställande Projektering – prefabricering
Otillräcklig information från projektering till inköp	Ritningar och information från projektering till inköp är felaktigt eller inte användarvänligt för inköp.	Inköp - projektering

Felaktigt underlag rumsbeskrivning från inköp till projektering	Inköp har köpt in fel eller slarvat vilket leder till att underlaget för rumsbeskrivningarna är felaktigt och således blir även rumsbeskrivningarna det.	
Bristande inläsning av underlag från produktionsförberedelse	Slarv/Finns ingen invand rutin för detta då ritningarna tidigare varit sena.	Produktionsförberedelse – prefabricering
Felaktiga/försenade ritningar från projektering	Slarv/Ej hunnit på grund av restarbete/Ingen dokumentation på vad som blir fel i tidigare fall och ingen lärdom dras av tidigare fel.	Projektering – produktionsförberedelse
Felaktiga/otillräckliga rumsbeskrivningar från projektering (kan härledas till rumsbeskrivningsunderlaget från inköp)	Inköp beställer felaktigt, kanske på grund av restarbete, och därmed blir rumsbeskrivningsunderlaget felaktigt/De som ska använda rumsbeskrivningen tycker att den är svår, alltså ej användarvänlig.	Alla beroenden som hanteras så att det leder till restarbete
Ej synkroniserad tillverkning i fabriken	Inga funderingar på produktionsoptimering då andra problem ska lösas hela tiden.	Alla beroenden som hanteras så att det leder till problem i prefabriceringen
Ursprungliga tidsramen är orimligt satt vid försäljningen	För dålig koll på hela processen	Försäljning – alla andra aktiviteter

I tabellen ovan kan det utläsas att många av beroendena i ”Trähus” byggprocess kan kopplas till slöserier och är alltså på något sätt bristfälligt hanterade.

Ser man till grundorsakerna kan det konstateras att det inte rör sig om en för hög grad av koordination utan att det i alla fall är moment som koordineras i för låg grad. Dock ska en reflektion göras kring alla de checklistor som används i byggprocessen. Om dessa är fler och mer detaljerade än nödvändigt så är detta exempel på en för hög grad av koordination. Detta har inte kunnat påvisas i denna undersökning men kan vara fallet.

I figur 47 nedan illustreras övergripande var ”Trähus” befinner sig i figuren framtagna i kapitel 3.3 *Analysmodell*. Den vita cirkeln illustrerar de slöserier som identifierats och visar på att man inte befinner sig på diagonalen och att det därmed finns möjlighet att sänka totalkostnaden. Det är både serieberoenden och ömsesidiga beroenden som måste koordineras bättre.



FIGUR 47. GRAD AV BEROENDE OCH GRAD AV KOORDINATION

Analysen visar på att många slöserier kan identifieras i byggprocessen och vidare var i byggprocessen slöserierna kan uppstå i fallet "Trähus". Det kan generellt sett konstateras att en stor del av slöserierna kan härledas bakåt i processen och att bristande koordination av ett fåtal aktiviteter i ett tidigt skede kan ge konsekvenser i form av slöserier genom hela byggprocessen. Det konstateras vidare att det uppstår en ond cirkel när restarbete, arbete med att åtgärda gamla problem, tar tid från de aktuella projekten vilket genererar nya problem som i sin tur skapar restarbete. Vidare saknas det generellt kontroll på och information om omfattningen av de slöserier som finns och vad det är som faktiskt orsakar dem. En stor del av de identifierade slöserierna är också informationsrelaterade. Information som är bristfällig, felaktig eller helt enkelt inte efterföljs.

7.3 Hur byggprocessen bättre kan koordineras

I föregående kapitel identifieras slöserier samt dess grundorsak som vidare härleds till det beroende där koordinationen brister. Här ska det analyseras hur koordinationen kan förbättras. I och med att omfattning av slöserierna till stor del är okänd eller osäker samt att grundorsakerna är många och att det är okänt till hur stor del de orsakar slöserierna är det svårt att prioritera var koordinationen i första hand bör förbättras.

De första aktiviteterna i byggprocessen som studeras är inköp och projektering. Alla andra aktiviteter är direkt eller indirekt beroende av inköp och/eller projektering. Det kan alltså konstateras att om inköp och projektering inte fungerar på ett bra sätt påverkas alla andra aktiviteter och hela projektet. Förseningar uppstår då material inte finns eller om ritningar är felaktiga vilket även resulterar i att arbete måste göras om. Inköp och projektering behöver information från försäljning innan de kan starta och vidare utbyter de information dem emellan för att kunna fullfölja arbetet. Det tas ett beslut här att det är tre beroenden i början av byggprocessen som analyseras djupare. Det är beroenden som ovan kopplas till ett slöseri, alltså serieberoendet mellan försäljning och inköp och även det ömsesidiga beroendet mellan inköp och projektering. Om inköp och projektering sker på ett korrekt sätt försvinner även restarbetet i dessa aktiviteter och även många slöserier längre fram i byggprocessen. Inköp är även direkt beroende av information från ingående logistik för att kunna genomföra inköp av lagervaror varför även detta beroende analyseras. Beroendena projektering – konsult samt

konsult – inköp är också av vikt för att aktiviteterna projektering och inköp ska kunna utföras på ett korrekt sätt. Dessa beroenden analyseras här inte vidare men att de hanteras korrekt är viktigt. Det som inköp och projektering resulterar i är avgörande för de övriga aktiviteterna och därav måste deras output anpassas till de efterföljande aktiviteterna. Nedan i tabell 10 visas ett utdrag ur tabell 9 ovan med de beroenden som vidare ska analyseras. Grundorsakerna är alltså de som i föregående kapitel tas fram som orsak till identifierade slöserier och vidare visas även i tabellen vad den så kallade grundorsaken kan bero av. Detta kopplas till det beroende som är bristande koordinerat.

TABELL 10. BEROENDEN SOM HANTERAS BRISTFÄLLIGT

Grundorsak	Vilken kan bero av att	Beroende som hanteras bristande
Material felaktigt eller för sent beställt av inköp	Bristande information från ingående logistik om aktuella lagernivåer.	Ingående logistik – inköp
Bristande lagerstyrning	Dålig information om hur lagernivåerna ser ut eller bör se ut.	Ingående logistik – inköp
Otillräcklig information från sälj till inköp	Leveransbeskrivning och annat informationsutbyte efter försäljningen är otillräckligt eller utformat på ett svåränvänt sätt/Tillval från kund kommer in för sent varför informationen till inköp blir försenad.	Försäljning – inköp
Otillräcklig information från projektering till inköp	Ritningar och information från projektering till inköp är felaktigt eller inte användarvänligt för inköp.	Inköp - projektering
Felaktigt underlag rumsbeskrivning från inköp till projektering	Inköp har köpt in fel eller slarvat vilket leder till att underlaget för rumsbeskrivningarna är felaktigt och således blir även rumsbeskrivningarna det.	

För att kunna ta fram hur koordineringen bör ske tas en utgångspunkt i de modeller som presenteras i kapitel 3.3 *Analysmodell* och återfinns nedan i figur 48-50 samt tabell 11. I ett första steg ska formerna under vilken koordineringen bör ske identifieras. Till hjälp vid denna analys tas figur 48-50 nedan. Detta kräver att faktorerna grad av osäkerhet, antal inblandade i beroendet och grad av beroende ska utredas. De olika formerna under vilka koordinering kan ske kräver enligt kapitel 3.3 *Analysmodell* olika mycket resurser och då det är kostnadseffektivitet som eftersträvas bör den minst resurskrävande formen väljas om en analys av de tre faktorerna inte ger någon ledning i frågan. När formen under vilken det finns behov av att koordineringen sker är identifierad tas en utgångspunkt i tabell 11 för att identifiera en lämplig koordinationsmekanism. Här tas också en utgångspunkt i hur koordineringen ser ut idag för att mer preciserat avgöra hur en förändring bör se ut. Nedan behandlas de tre beroendena ett i taget och vidare görs en avslutande analys av om en sänkt totalkostnad kan fås.

TABELL 11. KOORDINATIONSMEKANISMER KOPPLADE TILL UNDER VILKEN FORM DE SKER

Form under vilken koordinationen sker	Koordinationsmekanismer
Opersonlig	Regler <i>Standardisering</i> Produkter Metoder Processer Informations- och kommunikationssystem Resultat Arbetskraft <i>Incitament</i> <i>Kontrakt</i> <i>Planer</i> <i>Scheman</i> <i>Rutiner</i> <i>Gemensamma mål</i>
Personlig	Vertikala kanaler <i>Direkt ledning</i> <i>Planering (scheman)</i> Horisontella kanaler <i>Kommunikation</i> <i>Ömsesidig anpassning</i>
Grupp	Möten <i>Planering</i> <i>Ömsesidig anpassning</i>

7.3.1 Koordination inköp - projektering

Osäkerheten när det gäller inköp – projektering kan ses på olika sätt. Det finns idag en osäkerhet i hur informationen utbyts mellan dem och till viss del också i vad som utbyts. Det finns alltså idag en osäkerhet i själva koordinationen. Aktiviteternas utförande i sig är inte varierat då det är samma typ av moment som utförs men i och med att variationer finns i projekten uppstår problem i vissa fall då nya lösningar måste tas fram. Både inköp och projektering störs kontinuerligt av restarbete från tidigare projekt vilket ökar osäkerheten i utförandet av aktiviteterna. Sammantaget ger detta en hög grad av osäkerhet då det finns variationer i utförandet och det är svårt att på förhand säga hur uppgiften ska utföras på grund av variationerna mellan projekten. En hög grad av osäkerhet gör att behovet av att koordinera i grupp ökar och även att behovet av opersonlig och personlig koordination minskar, se figur 48 nedan. Alltså med en hög osäkerhet så finns det ett större behov av att exempelvis ha ett möte än att ha regler för vad inköp köper in, detta utifrån tabell 11 ovan. Antalet inblandade i beroendet är två vilket är ett lågt antal inblandade. Detta ger att det inte direkt går att säga något om under vilken form koordinationen bör ske utifrån denna faktor. Beroendet är ett ömsesidigt beroende vilket är en hög grad av beroende. Denna faktor ger enligt figur 48 nedan att behovet av personlig koordination och koordination i grupp ökar. Osäkerhetsfaktorn samt beroendefaktorn ger att det finns ett ökat behov av koordination i grupp. Vidare säger dessa faktorer emot varandra när det gäller personlig koordination, se figur 48 nedan. Det kan finnas ett behov av personlig koordination men behovet av koordination i grupp är större.

Detta beroende koordineras alltså med fördel i grupp och det kan även finnas fördelar med viss personlig koordination men det kan finnas svårigheter med opersonlig koordination.

Faktorernas påverkan på formen under vilken koordinationen bör ske	Opersonlig	Personlig	Grupp
Stor osäkerhet ger	↓	↓	↑
Stort antal inblandade ger	↑	↑	→
Hög grad av beroende ger	→	↑	↑

FIGUR 48. ANALYS AV KOORDINATIONSFORM INKÖP - PROJEKTERING

Då **grupp** ses som en lämplig form för koordinationen av beroendet inköp – projektering bör koordinationmekanismen vara **möten**, detta enligt tabell 11 ovan. Under möten kan **planering** ske och **ömsesidig anpassning** kan göras. Vad gäller beroendet inköp – projektering sker det idag dels möten i grupp men också en del informell (horisontell) kommunikation och ömsesidig anpassning. När det är ont om tid brister mötesrutinerna vilket ökar behovet av den horisontella kommunikationen vilket idag alltid sker. När koordinationen i detta fall till störst del sker genom horisontell kommunikation kan informationsutbytet bli otillräckligt. Detta då de båda involverade är stressade och deras arbetsuppgifter i sig kräver mycket tid och funderingar kring hur och vad som ska göras. Det kan lätt hända att informationen som utbyts är otillräcklig eller för stunden kanske inte den viktigaste. För att säkerställa att inköp får tillgång till all den information som är nödvändig och hjälp i arbetet med mängdning kan tydligare rutiner kring **mötena** vara nödvändiga. Det vill säga att möten planeras in och genomförs sedan enligt denna planering. Konsekvensen av detta blir att en del av den mer informella kommunikationen ersätts med möten. För att få ut så mycket som möjligt av mötena måste en utvärdering ske av vilken information som ska utbytas och vilken form denna information ska ha vilket sedan ska följas. Det handlar alltså om att i fallet inköp – projektering säkerställa att den som mottar information får denna på den mest användbara formen. Ovan hävdas att det är en stor osäkerhet idag vilket delvis beror av att finns en variation i vilken information som utbyts och hur detta sker. Osäkerheten borde därmed reduceras om det utreds vilken och på vilken form informationen är mest effektiv och detta sedan efterföljs i informationsutbytet. Denna osäkerhetsreducering i beroendet kan peka på att behovet av koordination i grupp inte behöver vara så högt och även att behovet av **opersonlig** och **personlig** koordination inte behöver minska, se figur 48 ovan. När osäkerheten är hög är det inte effektivt med till exempel opersonlig koordination då det är svårt att exempelvis sätta regler för vad inköp ska köpa in då detta varierar. Att följa regler skulle i det fallet generera mycket slöserier och det skulle vara kostsamt. Om det däremot går att sätta bra regler för den information inköp behöver ha för att kunna utföra korrekta inköp och projektering kan efterfölja dessa så blir det mycket enklare att utföra inköpen. Färre fel skulle uppstå och slöserierna skulle reduceras. Osäkerheten idag beror alltså till viss del av hur koordinationen sker och vid en förändring av denna kan osäkerheten reduceras och förhållandena vad gäller vilken form av koordination som det finns behov av förändras.

Inköpsarbetet är idag beroende av att ritningarna förmedlas från projektering så att inköp kan göras efter behovet av material i produktionen. För att produktionen ska fungera krävs alltså att inköp får information från projekteringen. Det ifrågasätts om det mest effektiva sättet att göra inköp är att delvis utifrån ritningar försöka utvärdera vad och hur mycket som ska köpas

in. Det är väldigt många olika komponenter som måste köpas in till ett hus och det finns mängder med detaljer, exempelvis att dörrkarmar ska sticka ut ett visst antal millimeter från väggen, som måste beaktas. Allt detta hanteras idag manuellt från projekt till projekt av en person. Med detta i åtanke är det inte konstigt att det idag finns problem med ingående material. Det kan ifrågasättas vad som skulle hända om denna person som faktiskt klarar av att sköta denna komplexa aktivitet skulle försvinna från företaget. Detta är också ett argument för att förändra aktiviteten inköp. Om aktiviteten inköp fungerar väl kommer även underlag till rumsbeskrivningar från inköp till projektering att vara korrekt. För att förändra aktiviteten inköp måste bland annat koordinationen mellan inköp och projektering enligt ovan förändras på ett sådant sätt att inköp får en annan typ av information som inte kräver samma mängd manuellt utvärderingsarbete. Enligt kapitel 6.2.2 *Projektering* har ett arbete påbörjats med att bättre nyttja de programvaror som används vid projektering för att få en automatiserad specifikation av vad som ska köpas in. Denna specifikation kan underlätta arbetet med inköp men är beroende av att aktiviteten projektering fungerar väl. Det bör alltså också utvärderas vad som gör att projektering kan resultera i felaktiga ritningar. Vidare måste den återkoppling som kommer från såväl fabrik som byggarbetsplats om brister i ritningar koordineras bättre och resultera i revideringar. Beroende av hur exakt och tillförlitlig en automatiserad materialspecifikation kan bli kan behovet av möten reduceras då osäkerheten reduceras. Det blir en ökad **personlig** koordination.

Det är avgörande för byggprocessen att inköp och projektering fungerar bra. För att de överhuvudtaget ska fungera krävs informationsutbyte dem emellan. Idag finns det problem med informationsutbytet då det inte helt är bestämt hur detta går till. Genom att ha bättre mötesrutiner skulle detta kunna förbättras och osäkerheten skulle kunna reduceras om det utreds vilken och på vilken form informationen mest effektivt ska utbytas. Detta kan göra att viss personlig koordination kan vara att föredra då bättre rutiner och regler kan underlätta inköparbetet. Om projekteringen skulle kunna få ut materialspecifikationer skulle inköpsarbetet underlättas och materialförsörjningen till produktionen skulle fungera mycket bättre.

7.3.2 Koordination inköp – ingående logistik

I beroendet inköp – ingående logistik finns ingen egentlig osäkerhet. Aktiviteternas utförande är desamma oberoende av projekt då det gäller inköp av lagermaterial och det ska alltså inte finnas någon variation i uppgiften och inte heller någon hög grad av svårighetsgrad i uppgiften då utförandet på förhand är känt. Det är helt känt vilken typ av information som inköp behöver för att göra beställningar. Vidare ska det inte vara några svårigheter i att ha satta beställningspunkter på ett sådant sätt att signal om beställning alltid görs i tid. När ett beslut om att ett material ska vara en lagervara bör detta göras utifrån att förbrukningen såväl som leveransservicenivå från leverantör för detta material är känd. Det finns fem direkt inblandade då det i logistikgruppen finns fyra personer. De fyra personerna i logistikgruppen hanterar alla ingående material vilket i sig kräver en koordination dem emellan så att moment, exempelvis inventering eller rapportering av låga lagernivåer, inte missas eller görs dubbelt. Antalet personer som behöver vara inblandat i beroendet inköp – ingående logistik är två så som det ser ut idag då en person skulle kunna ansvara för inventering och kommunikationen med inköp. Ett lågt antal inblandade ger inte heller det någon direkt ledning i under vilken form koordinationen lämpar sig. Beroendet är ett serieberoende som alltså inte är av lika hög grad som det ömsesidiga beroendet men högre än det delade beroendet. Serieberoendet kan tyda på att behovet av personlig koordination och koordination i grupp ökar medan de andra två faktorerna talar för att ingen av koordinationsformerna är att föredra, se figur 49 nedan, och följaktligen bör fokus ligga på den form av koordination som kräver minst resurser. Opersonlig koordination är enligt kapitel 3.3 *Analysmodell* generellt sett den form av

koordination som kräver minst resurser varför en diskussion kring möjligheterna att även använda denna form för att koordinera beroendet inköp – ingående logistik följer nedan.

Faktorens påverkan på formen under vilken koordinationen bör ske	Opersonlig	Personlig	Grupp
Stor osäkerhet ger	↓	↓	↑
Stort antal inblandade ger	↑	↑	→
Hög grad av beroende ger	→	↑	↑

FIGUR 49. ANALYS AV KOORDINATIONSFORM INKÖP – INGÅENDE LOGISTIK

En **opersonlig** koordination eftersträvas för att hantera beroendet inköp – ingående logistik men det kan alltså också vara nödvändigt med **personlig** koordination och koordination i **grupp**. Idag används formerna opersonlig och personlig koordination då man dels har vissa rutiner för hur inventering ska ske och att en återkoppling ska ske till inköp vid behov. Vidare koordineras materialförsörjningen av lagervaror personligt genom en horisontell kanal då ingående logistik kontaktar inköp när det är dags att beställa. Mottagningskontrollerna förmedlas i motsatt riktning och är en opersonlig koordination av beroendet ingående logistik – prefabricering som följer i processen då dessa mottagningskontroller hjälper till att säkerställa att rätt ingående material finns tillgängligt. Denna koordination av lagervaror är inte tillräcklig vilket framgår av att det i uppskattningsvis 30 % av de fall där det saknas material är lagervaror som saknas. Det är inte helt klart vilka material som är lagervaror och alltså inte projektspecifika. Vissa material beställs ibland mot lager och andra gånger mot ett specifikt projekt. Det finns ingen automatiserad kontroll av lagernivåer vilket innebär att man är helt beroende av att en inventering görs regelbundet. Det är därför okänt hur mycket kapital som binds i lager. Det är inte acceptabelt att lagervaror saknas vid start av prefabricering. För att på ett bra sätt kunna koordinera försörjningen av lagervaror bör det utredas i hur stor utsträckning det faktiskt saknas lagervaror och varför. Vidare bör det undersökas vad man bör ha i lager och varför. Med varför menas i vilka fall det är mer lönsamt att hålla material i lager än att köpa in projektspecifikt. Ett exempel är ett material som inte binder mycket kapital men där det ofta uppstår förseningar från leverantörerna vilket resulterar i diverse kostnader. Det får givetvis inte heller vara kundspecifika material. En annan fråga som bör ställas är vilka lagernivåer som bör hållas för lagervarorna. Alltså, var är den mest kostnadseffektiva beställningspunkten och orderkvantiteten. För att kunna avgöra detta måste en analys av ett flertal faktorer som fraktkostnader etcetera göras, alltså vad den totala kostnaden är för ett inköp och vad driver denna kostnad. Idag rapporteras lagervaror in i någon form av datasystem men det rapporteras inte ut kontinuerligt. När det är känt vad som ska finnas i lager och hur mycket kan koordinationen vidare vara **opersonlig** i form av **regler** för när beställningar ska göras av de olika materialen och i hur stora kvantiteter. Detta förutsätter att lagernivåerna är kända och dokumenterade. Lagernivåerna kan vidare förmedlas **opersonligt** till inköp genom ett datasystem vilket skulle eliminera risken för att ingående logistik gör misstag i rapporteringen av lagernivåer samt kräva mindre resurser. Ett datasystem för lagerstyrning kan kräva en eventuell investering om ett system med dessa funktioner inte finns i dagsläget. Genom en högre grad av **opersonlig** koordination finns det alltså potential att eliminera de slöserier kopplade till lagervaror. Enligt kapitel 6.2.1 *Inköp* har ett arbete med en så kallad projektorder påbörjats. Med hjälp av denna ska material kunna registreras ut ur lager projektivt och på detta sätt ska en bättre kontroll på lagernivåer fås. Om

detta kan fungera krävs inte längre en rapportering av lagernivåer och därmed försvinner hela detta serieberoende. Dock kommer det alltid att krävas någon form av inventering för att justera lagernivåer men denna kan göras betydligt mindre frekvent. Det ska också poängteras att återkopplingar vid problem även fortsättningsvis måste ske men detta ska vid en fungerande hantering inte behöva ske frekvent.

7.3.3 Koordination försäljning - inköp

Osäkerheten i beroendet försäljning – inköp är av samma slag som i beroendet inköp – projektering. Då det finns en variation mellan projekten finns det också en osäkerhet i den information som måste utbytas. Denna information är helt avgörande för hur projektet vidare fortlöper. Osäkerheten beror av hur flexibel man väljer att vara gentemot kund och som man arbetar idag ses osäkerheten vara hög. Det finns också en osäkerhet i när, tidsmässigt, informationen kan utbytas beroende av vilka krav som ställs mot kund om när tillval ska vara gjorda. Den höga osäkerheten indikerar att behovet av koordination i grupp ökar samt att behovet av opersonlig och personlig koordination minskar. Det är två inblandade i beroendet vilket är ett lågt antal. Detta gör att det utifrån denna faktor inte går att direkt säga under vilken form koordinationen lämpar sig. Vidare är det ett serieberoende som alltså inte är av lika hög grad som det ömsesidiga beroendet men högre än det delade beroendet. Detta kan tyda på att behovet av personlig koordination och koordination i grupp ökar, se figur 50 nedan. Den tydligaste faktorn i detta beroende är osäkerhetsfaktorn vilken ger att behovet av koordination i grupp ökar och behovet av opersonlig och personlig koordination minskar.

Faktorens påverkan på formen under vilken koordinationen bör ske	Opersonlig	Personlig	Grupp
Stor osäkerhet ger	↓	↓	↑
Stort antal inblandade ger	↑	↑	→
Hög grad av beroende ger	→	↑	↑

FIGUR 50. ANALYS AV KOORDINATIONSFORM FÖRSÄLJNING - INKÖP

Beroendet försäljning – inköp har behov av att koordineras i **grupp**. På samma sätt som för inköp – projektering lämpar sig koordinationmekanismen **möte** där **planering** kan ske, se tabell 11 ovan. Idag har man möten men kompletterar dessa med viss horisontell kommunikation. Under det första mötet får inköp en leveransbeskrivning och annat underlag som beskriver vad som sålts. Detta möte ska sedan kompletteras med avstämningsmöten där det ska verifieras hur inköpsarbetet fortskrider. Mötesrutinerna är idag bristande vilket kan bero av att man ser att det inte finns tid. Diskussionen kring inköps arbete i samband med analysen av beroendet inköp – projektering ovan gäller även här. Detta då den första information inköp får för att kunna arbeta är den information som fås från sälj. En utvärdering bör göras av vilken information inköp måste ha för att på ett bra sätt kunna arbeta. Vidare måste det vid försäljning vara känt vilka konsekvenser olika kundval får för inköps arbete. Med tydligare information om vad inköp behöver och när skulle sälj kunna ta hänsyn till detta i sin kontakt med kund. Det ska poängteras att hänsyn måste tas till vilken förbättring inköp får jämfört med hur svårt det är att bistå inköp med den information som önskas. Precis som i fallet inköp – projektering måste alltså **mötesrutinerna** bli tydligare och det måste vara känt vilken information som ska utbytas för att maximal effektivitet i inblandade aktiviteter ska uppnås.

Osäkerheten i beroendet skulle kunna reduceras om vilken och på vilken form information krävs utreds. På samma sätt som ovan i diskussion kring beroendet inköp – projektering ses att det i och med variationen i projekten fortfarande finns en osäkerhet. Detta gör att behovet av möten fortfarande kommer att finnas så länge variationen finns. Däremot kan den **opersonliga** koordinationen öka om viss reduktion av osäkerheten sker vilket ses vara möjligt. Detta om det mer kan specificeras vad inköp i ett första steg behöver och att den informationen kan fås från kund. Då kan koordinationsmekanismen **standardisering** användas för informationen och utbytet kan ske utan ett möte.

7.3.4 Kostnadseffekt

Ett avslutande steg i analysen är att utvärdera om en förändrad koordination kan ge en reduktion av totalkostnaden. Det måste tas i beaktning vad koordinationen kostar och vilken kostnadsreduktion den skulle kunna resultera i. Det är på eller närmre diagonalen i figur 47 man vill hamna och alltså i ett läge där graden av koordination är perfekt för det beroende man har, inte för hög och därmed för kostsam och inte heller för låg så att slöserier därmed uppstår. Det konstateras att i princip alla slöserier kan bero av att ingående material inte finns vid behov och/eller att det finns problem med underlag från projekteringen. Om de ovan studerade beroendena orsakar huvuddelen av identifierade slöserier skulle en förbättrad koordination i de tre beroenden som analyseras ovan kunna reducera huvuddelen av slöserierna i processen. Analysen av omfattningen av slöserierna ger en uppskattad omfattning om 6 - 16 % av den totala projektkostnaden. Detta ger att en förbättrad koordination skulle kunna ge en kostnadsreduktion om uppåt 16 % av den totala projektkostnaden. Då många slöserier inte kvantifierats finns det en möjlighet att detta är i underkant och att det rör sig om en ännu större andel. En förändrad koordination ses inte heller orsaka ökade kostnader någon annanstans i det studerade systemet.

Förslagen på förändrad koordination ovan innebär inga investeringar med undantaget att det kan krävas investeringar i ett datasystem för lagerstyrning om det i dagsläget inte finns något med den typen av funktioner. Detta skulle vara en stor investering men med den typ av verksamhet som "Trähus" ägnar sig åt och ska ägna sig åt när Trälyftet kommer igång är det en nödvändig förutsättning att materialförsörjningen fungerar varför en sådan investering kan motiveras trots en hög initial kostnad.

Det ses vidare inte att förslagen på förändrad koordination innebär något merarbete i processen. Snarare ses att den totala tid som läggs på koordination kommer att reduceras genom att koordinera på ett bättre sätt. Visst initialt arbete krävs enligt ovan men denna kostnad kan ses vara marginell i jämförelse med den kostnadsreduktion som kan nås om slöserier reduceras. Det ses alltså här att genom att enligt ovan förändra koordinationen kommer "Trähus" att närma sig eller hamna på diagonalen i figur 47 för de beroenden som analyseras ovan.

I de tre fall som analyseras djupare visar analysen på att det handlar om att utbyta rätt information och säkerställa att denna information är på rätt format när den utbyts. Det visar sig i de två inledande stegen i analysen att det är av stor vikt att de inledande aktiviteterna och koordinationen av dessa fungerar väl och att en stor del av de slöserier som identifieras kan härledas tillbaka till dessa inledande aktiviteter. Detta ger att man genom att lägga lite extra resurser på att utreda hur det inledande informationsutbytet ska se ut och vidare säkerställa att utbytet sker kan komma till rätta med en stor del av slöserierna senare i processen. Detta resonemang kan fortsättningsvis även appliceras på koordinationen senare i processen där det idag finns problem med att informationen är bristfällig, felaktig, svårtydd eller inte efterföljs. Analysen av beroendet inköp – ingående logistik visar på att koordination

som idag är personlig med fördel skulle kunna vara opersonlig vilket skulle reducera risken för misstag och vara tidsbesparande.

Analysen visar sammantaget på att det finns ett behov av ett bättre informationsnyttjande för att på ett bättre sätt kunna koordinera. Information måste på ett bättre sätt nyttjas för att få kontroll på hur byggprocessen fungerar och i fall av slöserier kunna förbättra koordinationen. Här ger denna undersökning en ledning i form av att en genomgående kartläggning av processen och dess slöserier görs. Vidare finns en analys av potentiella grundorsaker till alla slöserier vilken kan ligga till grund för ett fortsatt arbete med att förbättra koordinationen. Ett för byggprocessen generellt åtgärdsförslag är att koordinera återkopplingen av information bättre. Idag sker det återkopplingar bakåt i kedjan vid problem. Dock sker ingen direkt dokumentation av denna återkoppling vilket gör att samma problem återkommer och i efterhand begränsas informationen om vilka problem som faktiskt finns och hur vanligt förekommande de är. I denna undersökning identifieras så kallade onödiga beroenden. De ses vara beroenden då det idag sker en kontinuerlig återkoppling angående samma typ av problem. I en fungerande byggprocess ska givetvis en återkoppling ske vid problem för att ge möjlighet till förbättring men då måste den också användas i syfte att förbättra långsiktigt och inte bara till akut brandsläckning.

8 Slutsatser

I detta kapitel diskuteras hur syftet uppnås utifrån de resultat som analysen ger och vidare diskuteras den övergripande fråga som presenteras i bakgrunden; hur logistik kan möjliggöra industrialiserat byggande. En diskussion förs avslutningsvis kring resultatets generaliserbarhet.

Syftet med denna undersökning är att utreda hur, ur ett logistiskt perspektiv, "Trähus" byggprocess kan effektiviseras. Standardisering är en förutsättning för att nå en effektiv industrialiserad byggprocess med sänkt total kostnad. Logistik definieras kortfattat som strategisk styrning av material- och tillhörande informationsflöde. Koordination av material- och informationsflödet är här den logistiska utgångspunkten. Syftet är uppnått om det går att visa på hur koordination av material- och informationsflödet ger en mer standardiserad byggprocess till en lägre total kostnad. Vidare är det av intresse hur en mer strategisk styrning av material- och tillhörande informationsflöde uppnås i den industrialiserade byggprocessen. Detta för att kunna svara på hur logistik möjliggör industrialiserat byggande.

Denna undersökning visar på att och hur koordinationen i byggprocessen brister samt hur koordinationen kan förbättras. Resultatet visar på att det främst är **information** som är ett problem. För att på ett bra sätt kunna koordinera krävs information om hur processen ser ut, denna typ av information är idag bristfällig. Vidare fyller inte alltid den information som utbyts i själva koordinationen sitt syfte. Åtgärdsförslagen i fallet "Trähus" pekar generellt på att det finns ett behov av att förbättra informationsutbytet genom att i varje beroende analysera informationsbehovet och svara till detta. Det finns också ett behov av att bättre nyttja den information som återkopplingar i processen ger. Denna typ av information ger ett underlag för den fortsatta koordinationen då den visar på eventuella problem, dess omfattning och en analys kan göras av vad de beror av för att vidare kunna genomföra förbättringar. Undersökningen visar på att det är av stor vikt att koordinationen i de inledande aktiviteterna fungerar väl då de ligger till grund för hela den fortsatta processen. Finns det problem i början så visar det sig i form av slöserier genom hela processen.

Standardisering definieras kortfattat i denna undersökning som att i hög utsträckning repetera ett väl fungerande utförande. En högre grad av **standardisering** av information och informationsutbyte, tydligare **regler** och **rutiner** kring möten och lagerstyrning är exempel på åtgärdsförslag som denna undersökning resulterar i och de bidrar till en högre grad av standardisering i byggprocessen då de syftar till att nå ett repetitivt utförande av något som fungerar bra. Ett första steg är alltså att exempelvis ta fram regler och rutiner för lagerstyrningen men sen är ett nödvändigt och kan tyckas självklart steg att följa dessa för att nå en standardisering.

Byggprocessen brister idag till viss del vad gäller standardiseringen. Arbetet utförs i stort på ett repetitivt sätt men att till exempel repetera brandsläckning i varje projekt är inte att repetera ett väl fungerande utförande. De förslag på en förbättrad koordination som ges i kapitel 7.3 *Hur byggprocessen bättre kan koordineras* bygger på att ett bättre sätt att hantera beroendena ska identifieras och sedan vara en standard som efterföljs. Att total kostnaden kan sänkas vid en förändring av koordinationen ses vara möjligt då det i ett nuläge kan ske förbättringar utan några större investeringar och slöserierna som orsakas av den bristande koordinationen idag genererar kostnader. Förbättringarna ses inte heller orsaka ökade kostnader någon annanstans i det studerade systemet. Man kan alltså genom koordination uppnå en mer standardiserad industrialiserad byggprocess till en lägre total kostnad i fallet "Trähus". En mer standardiserad byggprocess och därigenom en lägre total kostnad definieras i kapitel 2.5 *Industrialiserat byggande* som en mer effektiv industrialiserad byggprocess.

Detta ger att undersökningen syfte; att utreda hur, ur ett logistiskt perspektiv, "Trähus" byggprocess kan effektiviseras har besvarats.

Detta resultat kan kopplas till definitionen av logistik: processen att, genom organisationen och dess marknadskanaler, strategiskt styra anförskaffningen, förflyttningen och lagringen av material, delar och färdiga produkter, samt tillhörande informationsflöde, på ett sätt som gör att nuvarande och framtida lönsamhet maximeras genom ett kostnadseffektivt uppfyllande av order. Åtgärdsförslagen ger att det är anförskaffningen och lagringen av material som mer strategiskt kan styras genom ett förbättrat informationsflöde. Genom att koordinera material och informationsflödet så uppnås ett kostnadseffektivt läge om graden av koordination är anpassad till de beroenden som hanteras. Detta gäller för helheten, alltså att det mest effektiva sättet att koordinera är det sätt som ger bäst effekter för den helhet som studeras.

Vidare är det av intresse att utreda hur uppfyllandet av syftet ger hur logistik möjliggör industrialiserat byggande. Resultatet av undersökningen ger att en strategisk styrning av material- och informationsflöden möjliggör en standardisering av den industrialiserade byggprocessen vilket krävs för att den industrialiserade byggprocessen ska vara effektiv. Med möjliggör en standardisering menas att ett förbättrat sätt att arbeta i processen kan identifieras och följas vilket ger ett upprepande av något som fungerar bra. Om fallet "Trähus" byggprocess är generellt för en industrialiserad byggprocess ger uppfyllandet av syftet hur logistik kan möjliggöra industrialiserat byggande.

"Trähus" byggprocess som fallstudie i denna undersökning kan ha begränsningar i generaliserbarheten av resultatet. Möjligheten att svara på hur logistik kan möjliggöra industrialiserat byggande utifrån studien av "Trähus" byggprocess är begränsad. Detta då endast ett fall studeras och resultatet är direkt kopplat till "Trähus". Hur "Trähus" jobbar, hur aktiviteterna utförs, är med stor sannolikhet individuellt för företaget. Materialbehovet och informationen som krävs för det "Trähus" gör ses dock vara generellt. Det som kan ifrågasättas är då om det "Trähus" gör är generellt för andra industrialiserade byggföretag. "Trähus" är ett visst slags industrialiserat byggföretag, de vänder sig endast mot kommersiella byggherrar och skiljer sig enligt kapitel 2.2 "Trähus" från så kallade kataloghusföretag. Det är "Trähus" verksamhet med volymelement som studeras. Detta ger en begränsning i att det är industrialiserat byggande med prefabricerade volymelement som studeras och således att resultatet är utifrån detta. Det behov av koordination av material- och informationsflöde som identifieras i undersökningen anses vara generellt. Det kan dock ifrågasättas om de specifika slöserier som identifieras är generella för industrialiserat byggande eller specifika för fallet "Trähus".

En stor del av de slöserier som i denna undersökning identifieras beror av att arbetet genomförs under icke optimala förhållanden, det kan saknas rätt typ av utrustning eller rätt typ av information. Ett exempel är allt arbete som ska genomföras i fabriken men skjuts fram och istället görs på byggarbetsplatsen. Koskela (2000) visar på att samma typ av slöserier identifieras i en studie av ett stort byggprojekt, dock handlar den studien om traditionellt byggande där merparten av tillverkningen sker ute på byggarbetsplatsen. Denna undersökning visar vidare på att slöserierna som identifieras i ett sent skede i byggprocessen ofta uppstår tidigare i byggprocessen och kan bero av sena beslut tagna av kund, bristfällig materialförsörjning etcetera, alltså bristande koordination i ett tidigt skede. Samma slutsatser dras av Koskela (2000) som vidare poängterar att det i synnerhet är bristande planering av kunds beslut och design som orsakar problem. Att det finns problem med att hålla den planerade tidsramen framgår tydligt i denna undersökning. I ett inledande skede finns det ett tidsintervall i vilket kund måste göra kundval. Trots detta accepteras sena val från kund då man vill göra kund nöjd. Detta ger konsekvenser genom hela byggprocessen. Innebär ett sent val att visst material inte kan beställas i tid ger detta i sin tur att prefabriceringen inte kan

starta i tid. Arbete kan då förskjutas till byggarbetsplatsen och kan i förlängningen ge att överlämning av färdiga hus inte kan ske på utsatt datum. Analysen visar på att det finns ett flertal möjliga grundorsaker till att tidsramen inte hålls och till att slöserier uppstår. Då det kontinuerligt uppstår problem, exempelvis i prefabriceringen, så pågår en kontinuerlig brandsläckning. Detta gör det omöjligt att på ett strategiskt och formellt sätt styra själva produktionen, styrningen blir informell och kan inte följa en eventuell plan då det kan saknas material etcetera. Vidare omöjliggörs ett kontinuerligt förbättringsarbete då ansvariga har fullt upp med att lösa tillfälliga problem. Koskela (2000) visar på samma fenomen; det finns en planering av exempelvis materialförsörjningen och produktion men planeringen förstörs av olika anledningar och styrningen av själva produktionen är informell och decentraliserad. Resultatet blir, precis som denna undersökning också visar, att arbete måste göras om, att arbete utförs under icke optimala förhållanden, det krävs extra material, dubbel hantering och andra typer av slöserier. Ses till hela byggprocessen framgår i denna undersökning att det generellt sett saknas kontroll vilket också Koskela (2000) pekar på i sin studie. Denna undersökning visar på att det finns planer men också att det finns svårigheter i att efterfölja dessa och det saknas också kännedom om varför svårigheterna finns och vilka konsekvenserna i form av slöserier blir samt omfattningen av dessa. Fokus ligger på att aktiviteter ska bli klara i tid men analysen visar på att implementeringen av planeringen brister och det kan tas informella muntliga beslut och regler och rutiner efterföljs inte alltid. Ett problem som i denna undersökning påvisats är att det dras lite nytta av lärdomar mellan olika projekt trots att de är repetitiva, detsamma påpekas av Koskela (2000) i dennes studie.

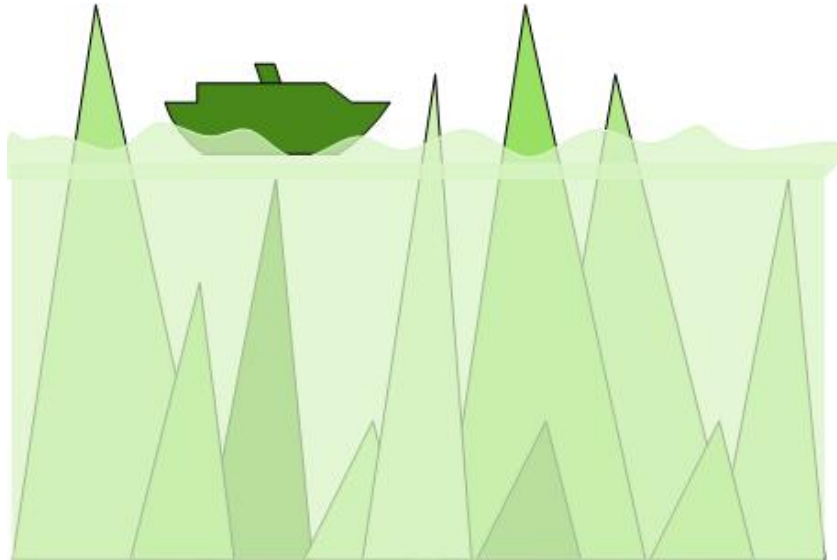
Vid en jämförelse av det som framkommit i denna undersökning och den sammanställning som görs av Koskela (2000) konstateras att fallet "Trähus" och identifierade slöserier kan anses vara generaliserbart för byggföretag. Om det även gäller för industrialiserade byggföretag är svårare att säga. Det som går att säga är att "Trähus" bygger industrialiserat och att det inte finns något som tyder på att de inte är ett generaliserbart industrialiserat byggföretag i den kategori de tillhör. Utifrån detta kan denna undersöknings resultat ses vara generaliserbart för industrialiserat byggande i trä med volymentelement och undersökningen visar följaktligen utifrån dessa förutsättningar hur logistik kan möjliggöra industrialiserat byggande.

9 Vidare reflektioner och rekommendationer

I detta kapitel ges rekommendationer till "Trähus" för deras vidare verksamhet samt förslag på vidare forskning i området. Detta är utifrån reflektioner som gjorts under arbetets gång. Kapitlet avslutas med en reflektion kring vad ändrade förutsättningar skulle kunna få för konsekvens.

Författarna vill inleda detta kapitel med kort en reflektion kring att "Trähus" verksamhet är imponerande. Denna undersökning visar på att det finns en hel del problem i hur byggprocessen ser ut men med tanke på hur ny fabriken och produktionen av volymelement är och hur snabbt verksamheten har växt sedan den startade är det fantastiskt att man så bra lyckas med att producera hus på löpande band. Analysen tar en utgångspunkt i insamlad data vilket innebär att förändringar kan ha skett i "Trähus" byggprocess efter den tidpunkt då datainsamlingen genomfördes. Detta ger att data kan vara inaktuell i vissa fall men det är en typ av felkälla som är svår att undvika.

I och med att ett flertal slöserier identifieras i "Trähus" byggprocess kan slutsatsen dras att det idag finns problem i hur byggprocessen koordineras. De slöserier som identifieras i denna undersökning ses vara en delmängd av alla slöserier som skulle kunna identifieras. Anledningen till detta är att det idag finns övergripande och väldigt tydliga problem, exempelvis problem med materialförsörjningen, som gör att det är slöserier kopplade till dessa som är lättast att identifiera. Det är svårare att hitta slöserier på en mer detaljerad nivå då det ser ut som det gör idag. Exempelvis skulle det kunna finnas många slöserier i prefabriceringen eller i montage och färdigställande på grund av hur dessa aktiviteter idag är utformade och koordinerade. Slöserier som skulle kunna reduceras och skapa en mycket mer effektiv byggprocess. Det är dock svårt att idag identifiera dessa då problem med exempelvis materialförsörjningen gör att det är omöjligt att se hur arbetet skulle se ut med en väl fungerande materialförsörjning. Det är inte bara svårt att se det i denna undersöknings observationer utan även för de som arbetar där vilka är vana vid problem som måste lösas. Problemlösning är en del av deras arbete idag. De processförbättringsmekanismer som presenteras i kapitel 3.2.4 *Reducera den icke värdeskapande tiden* är mekanismer som mycket väl skulle kunna användas i "Trähus" byggprocess men i ett senare skede. I ett första steg måste de stora problemen som finns idag åtgärdas. Resonemanget illustreras i figur 51 nedan där alla klippor är problem men det finns ett par stora som tydligt sticker upp över ytan och resten syns inte eller upptäcks inte då de ligger under vattennivån och båten kan passera ändå. Båten kan ses vara "Trähus" arbete med att bygga hus och för att den ska kunna ta sig framåt måste de klippor som sticker upp vilka illustrerar problem att elimineras. Idag görs denna eliminering i form av brandsläckning i alla projekt då lärdom inte dras mellan projekten. Vattennivån illustrerar det arbetssätt som "Trähus" idag har. Alltså att folk jobbar hårt för att lösa problem som hela tiden uppstår för att hinna i tid. Det saknas ett kontinuerligt arbete med att effektivisera byggprocessen och alltså förbättra arbetssättet. Dokumentation av problem och brister samt varför de finns är bristfällig vilket försvårar ett förbättringsarbete. Allt detta skymmer de problem och slöserier som kan finnas på en annan, i figuren djupare, nivå.



FIGUR 51. DOLDA PROBLEM I BYGGPROCESSEN

Det kan mycket väl vara så att ”Trähus” tänkta arbetsgång är bra. Detta går dock inte att avgöra då den inte efterföljs. Det ligger en fokus på att klara de satta tidsramarna vilket pressar de anställda att arbeta snabbare, detta är enligt Persson (1994), se kapitel 3.2.4 *Reducera den icke värdeskapande tiden*, inte ett bra sätt att minska ledtiderna då det genererar övertidsarbete och kvalitetsbrister. Fokus bör istället ligga på varför man idag inte klarar av att hålla de satta tidsramarna.

Det ses att ett mer kontinuerligt arbete med strategisk styrning måste införas hos ”Trähus”. För att kunna styra strategiskt krävs information och förståelse för hur det ser ut idag. Detta för att kunna utreda konsekvenser av beslut, vad är mest effektivt för hela byggprocessen. Den kartläggning som här gjorts ska förhoppningsvis vara till hjälp. De förslag på förbättrad koordination som i denna undersökning ges ligger på en viss nivå. Det ses att det finns ett stort behov av att få en väl fungerande materialförsörjning och ett första steg i det är att allt material kommer in i tid. Att strategiskt styra materialflödet och tillhörande informationsflöde skulle på en annan nivå kunna handla mer om att utreda hur materialet ska levereras på bästa sätt. Är det till exempel i alla fall mest effektivt att skicka material via fabriken till byggarbetsplatsen? Kan det bero på var leverantören befinner sig i förhållande till fabriken och byggarbetsplatsen som avgör vad som är mest effektivt? Vad är det som driver den kostnaden och på vilket sätt blir det mest kostnadseffektivt utan att förlora kvaliteten?

Att det saknas kontroll på slöserier och vad som ger dessa är ett av de problem som uppmärksammas tydligast i denna undersökning. Man arbetar hos ”Trähus” med många olika former av checklistor för att säkerställa en hög kvalitet. Ett exempel är den rumsbeskrivning som ska hjälpa till så att alla moment blir utförda i fabrik och på byggarbetsplatsen. I dessa rumsbeskrivningar skulle det tydligt kunna framgå vilka problem som har uppstått och varför. Detta endast genom att de som är där när problemet uppstår fyller i det i rumsbeskrivningen. Dessa skulle vidare kunna användas för uppföljning av problem och brister. Alltså att dokumentera vilka problem man har och i vilken utsträckning. Idag sätts de in i en pärm hos montageledaren och verkar inte fylla någon fortsatt funktion. På samma sätt skulle ingående logistik kunna dokumentera brister i ingående material för att i ett senare skede ha statistik vid en förhandling med en leverantör. Detta är endast exempel på hur dokumentation och statistik skulle kunna fås utan att mycket extra arbete skulle krävas.

En annan rekommendation är att verkligen se över hur projekt säljs. Det frågas om den verkliga konsekvensen av ett kundval är känd. Med detta menas att den direkta kostnaden för

material och arbetstid är känd men är det känt vad faktumet att det uppstår en variation i produktionen kostar? Det kan exempelvis vara kostnaden för den tid som läggs på att fundera på om det verkligen ska vara en annorlunda dörr på ett volymelement eller kostnaden som uppstår när man väljer att inte borra fast knoppar på skåpsluckor då man är tveksam om det är rätt knoppar eller inte. Kundvalen i sig ses inte vara problemet men det är av vikt att dels avgöra vad som faktiskt är viktigt för kund att få välja och vilka konsekvenser valen får för att vidare kunna ta betalt för dessa på ett bra sätt.

En annan reflektion är om det inte i högre grad går att standardisera produkterna? Med detta menas inte att "Trähus" borde gå mer åt att vara ett kataloghusföretag utan att hitta en standard med vilken man kan vara flexibel. För att exemplifiera så kan det kanske i större utsträckning finnas standardiserade delar vilka man kan sätta ihop på olika sätt så att variationer kan fås. Det skulle inte bara underlätta för inköp utan även för projektering och vidare i produktionen. Denna rekommendation är helt utifrån författarnas egna reflektioner och det ska påpekas att kunskapen om byggande är begränsad.

I referensramen diskuteras styrning av en hel försörjningskedja. Detta ses vara svårt om man inte i ett företag har koll på sina egna processer. Ett senare steg för "Trähus" och andra företag som har en anknytning till industrialiserat byggande i stort är att försöka förbättra hela försörjningskedjan. Hur kan man med gemensam styrning mellan olika företag nå en bättre situation för helheten?

För vidare studier och forskning ses det vara av intresse att mer ingående studera hur en standardisering av produktutbudet kan ske utan att förlora flexibilitet gentemot kund. Det skulle också vara av intresse med en bredare studie av företag som ägnar sig åt industrialiserat byggande respektive traditionellt byggande för att undersöka hur väl man har nått de mål eller krav som var anledningen till att man sökte alternativ till det traditionella byggandet; lägre produktionskostnader, kortare byggtider, felfria produkter och längre garantitider.

Denna undersökning är gjord utifrån de förutsättningar som finns idag. Det är av intresse att reflektera kring vad förändrade förutsättningar skulle få för konsekvenser. Nedan följer en kort reflektion kring vad en ökad volym skulle kunna få för konsekvenser. Det framgår i kapitel 2.5 *Industrialiserat byggande* att det är av vikt att nå volymer så att skaleffekter kan uppnås. I denna undersökning framgår att det finns vissa problem i att nå skaleffekter vad gäller utförandet då samma typ av problem uppstår kontinuerligt. En viss inlärningseffekt kan ses om ett stort antal likartade projekt produceras i en order men sedan uppkommer samma typ av inledande problem när nästa order med samma typ av projekt åter ska produceras. Det finns alltså ett problem med att nå långvariga inlärningseffekter. Detta skulle kunna förbättras vid en volymökning, alltså om ännu större volymer av varje projekttyp tillverkas. Det ifrågasätts dock om det idag skulle vara möjligt att öka den sammanlagda volymen som produceras på ett år, alltså det sammanlagda antalet volymelement oavsett typ. Detta utifrån att denna undersökning visar på att det saknas kontroll genom byggprocessen och att de problem som finns med exempelvis materialförsörjningen skulle ge ännu större konsekvenser vid produktion av större volymer då detta skulle kräva en ännu snabbare produktion och ställa ännu högre krav på att material finns tillgängligt i tid. Sammantaget skulle ökade volymer av varje projekttyp vara fördelaktig i syfte att nå inlärningseffekter och minska mängden slöserier. Det ses dock att en ökning av den sammanlagda volymen i dagsläget skulle kunna generera ännu större andel slöserier då det kräver en ännu större grad av kontroll och styrning vilken idag brister.

KÄLLFÖRTECKNING

- Apleberger, Lennart, Jonsson, Rolf och Åhman, Pär (2007), Byggandets industrialisering. Nulägesbeskrivning. FoU Väst 2007.
- Aronsson, Håkan, Ekdahl, Bengt och Oskarsson, Björn (2004), *Modern logistik – för ökad konkurrenskraft*. Liber AB. Andra upplagan.
- Arshinder, Kaur, Kanda, Arun och Deshmukh, D.G. (2007), An integrative framework for coordination in supply chain. POMS 18th annual conference.
- Barratt, Mark (2004), Understanding the meaning of collaboration in the supply chain. *Supply Chain Management: An international Journal*. Vol. 9:1, s. 30-42.
- Bergström, Max (2004) Industrialised timber frame housing - Managing customisation, change, and information. Doctoral thesis, Luleå University of Technology.
- Bergström, Max (2004) refererar till Bergström, M. och Stehn, L. (2004), "Enterprise resource planning in industrialised timber frame housing in Sweden", Submitted for publication in *Construction Management and Economics*.
- Bertelsen, Sven, Guilherme, Henrich, Koskela, Lauri och Rooke, John (2007), Construction physics. Proceedings of the 15th Annual conference of the International Group for Lean Construction, Michigan USA.
- Bertelsen, Sven och Sacks, Raphael (2007), Towards a new understanding of the construction industry and the nature of its production. Proceedings of the 15th Annual conference of the International Group for Lean Construction, Michigan USA.
- Björklund, Maria och Paulson, Ulf (2003), *Seminariehandboken – att skriva, presentera och opponera*. Studentlitteratur. Första upplagan.
- Björnfot, Anders och Sardén, Ylva (2006) Prefabrication: A lean strategy for value generation in construction. Proceedings of the 14th annual conference of the International Group for Lean Construction, Santiago de Chile.
- Borgbrant, Jan (2003), Byggprocessen i ett strategiskt perspektiv. Byggkommissionen.
- Brege, Staffan, Johansson, Hans-Eric och Pihlqvist, Börje (2004), Trämanufaktur – det systembrytande innovationssystemet. Vinnova analys 2004:02.
- Bruzelius, Lars och Skärvad, Per-Hugo (2000), *Integrerad organisationslära*, Studentlitteratur. Första upplagan.
- Byggindex (2007), Arbetsmarknadsläget [www], hämtad 2007-10-09 från http://www.byggindex.scb.se/Diagram/arbmarknlaget_0708_st.gif
- Christopher, Martin (1992), *Logistics and supply chain management: strategies for reducing costs and improving services*. London: Pitman.
- Christopher, Martin (2005) *Logistics and supply chain management*. Edinburgh Gate: Pearson Education Limited. Tredje upplagan.
- Crowston, Kevin och Malone, Thomas (1994) The interdisciplinary study of coordination. *ACM Computing Surveys*. Vol 26:1, s. 87-199.
- Ericsson, Lars Erik et al. (2002), Skärpning gubbar! SOU 2002:115.
- Fawcett, Stanley E och Magnan, Gregory M (2002), The rhetoric and reality of supply chain integration. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. Vol. 32:5, s. 339-361.

- Fearne, Andrew och Fowler, Nicholas (2006), Efficiency versus effectiveness in construction supply chains: the dangers of "lean" thinking in isolation. *Supply chain management: An international journal*. Vol. 11:4, s. 283-287.
- Fugate, Brian, Mentzer, John och Sahin, Funda (2006), Supply chain management coordination mechanisms. *Journal of business logistics*. Vol 27:2, s. 129-161.
- Gann, David (1996), Construction as a manufacturing process? Similarities and differences between industrialized housing and car production in Japan. *Construction management and economics*, vol. 14:5, s. 437-450.
- Gibb, Alistair (2001) Standardization and pre-assembly - distinguishing myth from reality using case study research. *Construction management and economics*, vol. 19:3, s. 307-315.
- Hvolby, Hans-Henrik, Johansen, John och Wong, Chee Yew (2004), Supply chain coordination problems: literature review. Working paper no 08-04, Center for industrial production, Aalborg University.
- Håkansson, Håkan och Persson, Göran (2004), Supply chain management: the logic of supply chains and networks. *The international journal of logistics management*, vol 15:1, s. 11-26.
- Höök, Matilda (2005), Timber volume element prefabrication - Production and market aspects. Licentiate thesis, Luleå University of Technology.
- Josephson, Per-Erik och Saukkoriipi, Lasse (2005), Slöseri i byggprojekt. Behov av förändrat synsätt. FoU-väst rapport.
- Koskela, Lauri (2000), An exploration towards a production theory and its application to construction. VTT Publications 408.
- Lambert, Douglas M och Stock, James R (2001), *Strategic logistics management*. McGraw Hill. Fjärde upplagan.
- Lekvall, Per och Wahlbin, Claes (2001) *Information för marknadsföringsbeslut*. IHM Publishing. Fjärde upplagan.
- Liker, Jeffrey (2004), *The Toyota way*. McGraw-Hill.
- Luleå tekniska universitet (2007), hemsida [www]. Hämtad 2007-09-24 från <http://www.ltu.se/lwe/d17772?l=sv>
- Lutz, Juri och Gabrielsson, Eva (2002), Byggsektorns struktur och utvecklingsbehov. Byggkommissionen.
- Mentzer, John et al. (2001), Defining supply chain management. *Journal of business logistics*. Vol. 22:2, s. 1-25.
- Merriam, Sharan (1988), *Fallstudien som forskningsmetod*, Studentlitteratur.
- Mintzberg, Henry (1983), *Structure in fives*, New Jersey, Prentice-Hall.
- NCC Komplet (2007) I, NCC KOMPLETT – ett tekniksprång för bättre bostäder [www], hämtad 2007-09-06 från http://www.ncc.se/templates/GenericPage_6636.aspx
- NCC Komplet (2007) II, NCC avslutar utvecklingsprojektet NCC Komplet [www], hämtad 2008-01-02 från http://www.ncc.se/templates/GenericPage_9114.aspx
- Nordstrand, Uno (2000) *Byggprocessen*. Liber AB. Fjärde upplagan.
- Persson, Göran (1995), Logistics process redesign: some useful insights. *The international journal of logistics management*. Vol. 6:1, s. 13-25.

”Trähus” (2007), sekretess

Romano, Pietro (2003), Co-ordination and integration mechanisms to manage logistics processes across supply networks. *Journal of Purchasing & Supply Management*. Nr 9, s. 119-134.

Sahin, Funda och Robinson, Powell E (2002), Flow Coordination and Information Sharing in Supply Chains: Review, Implications, and Directions for Future Research. *Decision Sciences*. Vol 33:4, s. 505-536.

Sardén, Ylva (2005) Complexity and learning in timber frame housing - The case of a solid wood pilot project. Doctoral thesis, Luleå University of Technology.

Skanska ModernaHus (2007), ModernaHus – inflyttat och klart i Örebro [www], hämtad 2007-09-06 från <http://www.skanska.se/> (Nyheter och press)

SCB (2007), Bostads- och byggnadsstatistisk årsbok 2007 [www], hämtad 2007-09-06 från http://www.scb.se/statistik/_publikationer/BO0801_2007A01_BR_BO01SA0701.pdf .

Stalk, George Jr och Hout, Thomas M (1990), *Competing against time, how timebased competition is reshaping global markets*. New York: Free Press London: Collier Macmillan.

Stevens, Graham (1989), Integrating the supply chain. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. Vol. 19:8, s. 3-8.

Thompson, James D (1992), *Hur organisationer fungerar*. Arlöv: Berlings. Sjätte upplagan.

Van de Ven, Andrew H, Delbecq, Andre L, Koenig Jr, Richard (1976), Determinants of Coordination Modes within Organizations. *American Sociological Review*. Vol. 41:2, s. 322-338.

Vinnova (2007) Om Vinnova [www], hämtad 2007-09-24 från <http://www.vinnova.se/Om-VINNOVA/>

Womack, James P och Jones, Daniel T (2003), *Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation*. London: Simon & Schuster UK Ltd.

Yin, Robert (2003), *Case study research - Design and methods*. Thousand Oaks, Calif.: Sage publications. Tredje upplagan.

Intervjuer:

Adolfi, Bengt, Trälyftet Setra, regelbundna intervjuer under hela examensarbetet

Inköpare mot studerad fabrik (ramavtal), ”Trähus” 2007-09-26, 2007-11-20

Förman Golv och tak i studerad fabrik, ”Trähus” 2007-11-14

Förman Volymelement i studerad fabrik, ”Trähus” 2007-11-14

Produktionsledare i studerad fabrik, ”Trähus” 2007-11-14

Förman Innervägg i studerad fabrik, ”Trähus” 2007-11-14

Inköpare mot studerad fabrik, ”Trähus” 2007-11-19

VD för ”Trähus” och säljare mot studerad fabrik, ”Trähus” 2007-11-19

Inköpare mot annan fabrik, ”Trähus” 2007-09-12

Produktionsledare i annan fabrik, ”Trähus” 2007-09-12

Produktionsassistent i studerad fabrik, ”Trähus” 2007-11-14

Ekonomichef, ”Trähus” 2007-09-11, 2007-11-19

Projektering, ”Trähus” 2007-11-21

Förman Yttervägg i studerad fabrik, ”Trähus” 2007-11-14

BILAGA I – LITTERATURSÖKNING

För att säkerställa trovärdigheten i använd teori tillämpas olika strategier i litteratursökningen. Första typen av litteratur som används är litteratur tidigare använd i olika kurser, alltså litteratur känd sedan tidigare. Då denna rekommenderats av kursansvariga vid universitetet ses den vara tillförlitlig.

Vidare studeras litteratur rekommenderad av undersökningens akademiske handledare.

Avslutningsvis görs sökningar på sökmotorn Google (www.google.com) samt i universitetets biblioteksdata-baser. Vid båda typerna av sökning tas de första 20 träffarna i beaktning.

I alla fall där det i studerad litteratur återfinns källor som är intressanta görs en fortsatt sökning, främst i universitetets biblioteksdata-baser, för att återfinna originalkällan och vidare studera denna. En verifiering av alla artiklar och i möjliga fall övrig litteratur görs genom att studera i hur många fall de citeras i andra artiklar. Detta görs genom en sökning på Google Scholar (www.scholar.google.com). Ett högt antal citeringar stärker trovärdigheten då det visar att andra författare anser artikeln vara tillförlitlig.

Nedan i tabell 12 redovisas hur tillämpad teori har tagits fram samt i de fall där information kunnat återfinnas hur många som citerar källan. Utifrån detta kan läsaren göra en objektiv bedömning av huruvida de teorier som tillämpas i undersökningen är trovärdiga eller inte.

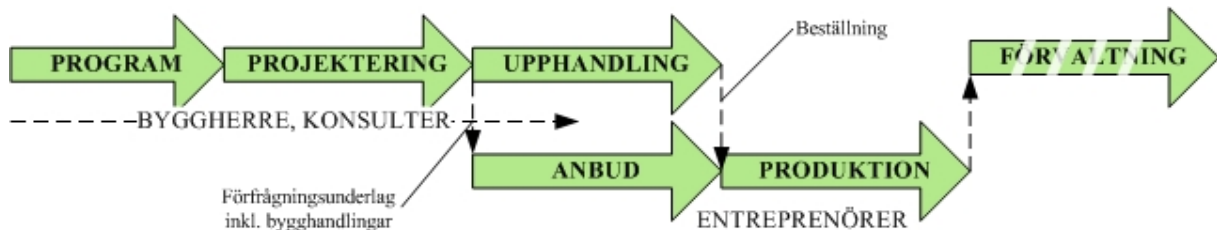
TABELL 1. SAMMANSTÄLLNING LITTERATURSÖKNING

Hur litteraturen hittats	Sökord/antal träffar	Författare	Antal som citerar	
Känd sedan tidigare		Aronsson et al. (2004)	26	
		Björklund, Maria och Paulson, Ulf (2003)	2	
		Bruzelius, Lars och Skärvad, Per-Hugo (2000)	204	
		Christopher, Martin (2005)	-	
		Lekvall, Per och Wahlbin, Claes (2001)	281	
		Nordstrand, Uno (2000)	10	
		Persson, Göran (1995)	12	
		Yin, Robert (2003)	13 458	
Rekommenderad av akademisk handledare		Arshinder et al. (2007)	-	
		Barratt, Mark (2004)	50	
		Crowston, Kevin och Malone, Thomas (1994)	1196	
		Fawcett, Stanley E och Magnan, Gregory M (2002)	78	
		Fugate et al. (2006)	2	
		Hvolby et al. (2004)	4	
		Håkansson, Håkan och Persson, Göran (2004)	21	
		Lambert, Douglas M och Stock, James R (2001)	174	
		Mentzer, John et al. (2001)	213	
		Merriam, Sharan (1988)	828	
		Romano, Pietro (2003)	27	
		Sahin, Funda och Robinson, Powell E (2002)	85	
		Sardén, Ylva (2005)	2	
		Stalk, George Jr och Hout, Thomas M (1990)	946	
		Stevens, Graham (1989)	355	
	Google	“industrialiserat byggande”/782	Apleberger, Lennart et al. (2007)	-
“industrialiserat		Josephson, Per-Erik och Saukkoriipi, Lasse (2005)	3	

	byggande"/782		
Emerald	Lean + construction + coordination + logistics/64	Fearne, Andrew och Fowler, Nicholas (2006)	-
LiU bibliotek	"Toyota"/18	Liker (2004)	102
	"waste lean"/7		1082
Från andra källor (snöbollssökning)			
Apleberger, Lennart et al. (2007)		Ericsson, Lars Erik et al. (2002)	-
Apleberger, Lennart et al. (2007)		Lutz, Juri och Gabrielsson, Eva (2002)	6
Apleberger, Lennart et al. (2007)		Borgbrant, Jan (2003)	1
Sardén, Ylva (2005)		Bergström, M. och Stehn, L. (2004)	-
Sardén, Ylva (2005)		Bergström, Max (2004)	2
Sardén, Ylva (2005)		Gibb, Alistair (2001)	23
Sardén, Ylva (2005)		Gann, David (1996)	80
Sardén, Ylva (2005)		Björnfot, Anders och Sardén, Ylva (2006)	-
Sardén, Ylva (2005)		Höök, Matilda (2005)	3
Romano, Pietro (2003)/ Crowston, Kevin och Malone, Thomas (1994)		Thompson, (1992)	5035
Romano, Pietro (2003)		Christopher, Martin (1992)	1303
Hvolby et al. (2004)		Van de Ven, Andrew H et al. (1976)	481
Arshinder et al. (2007)		Mintzberg, Henry (1983)	255
IGLC hittas genom Björnfot, Anders och Sardén, Ylva (2006)		Bertelsen, Sven et al. (2007)	
		Bertelsen, Sven och Sacks, Raphael (2007)	
		Koskela, Lauri (2000)	154

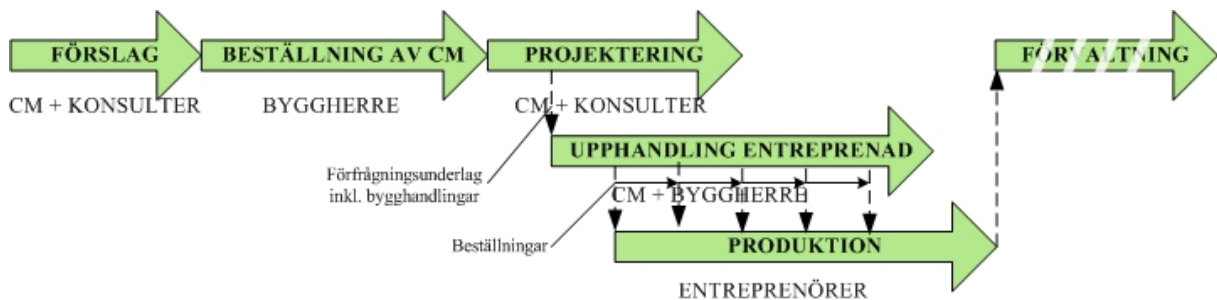
BILAGA II - ENTREPRENADFORMER

Utförandeentreprenader – byggherren anlitar en projektledare och de två första momenten sker i samarbete med konsulter. Dessa tar fram färdiga bygghandlingar. Själva byggandet upphandlas sedan av flera entreprenörer, de ska alltså bygga enligt framtagna ritningar. Är det en entreprenör som får hela ansvaret kallas det generalentreprenad, är det flera kallas det delad entreprenad. Entreprenörerna får ofta konkurrera med varandra om att få uppdraget. (Nordstrand 2000) Se figur 52 nedan.



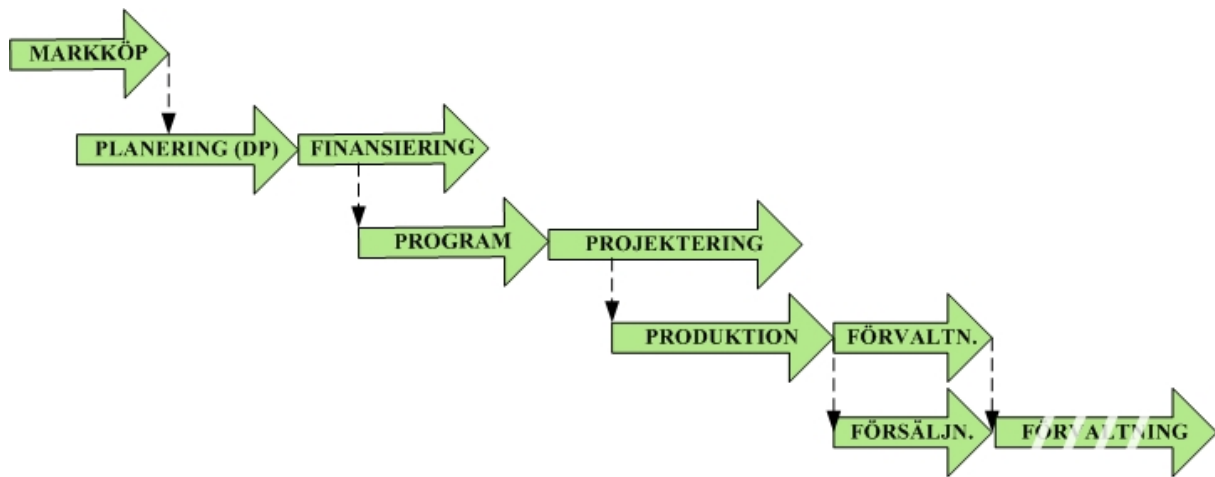
FIGUR 1. GENOMFÖRANDE VID UTFÖRANDEENTREPRENADER, FRITT FRÅN NORDSTRAND (2000, s. 61)

Construction management (CM) – byggherren vänder sig till ett CM-företag som utreder byggherrens behov och krav. Med detta som grund utformas, av CM-företaget och konsulter, ett förslag som CM-företaget får gå vidare med om byggherren tycker att det är bra. Konsulter anlitas även för projekteringen och själva byggandet utförs genom successiv upphandling av ett stort antal entreprenörer som utför olika delar av byggandet. Se figur 53 nedan. (Nordstrand 2000)



FIGUR 2. GENOMFÖRANDE VID CONSTRUCTION MANAGEMENT (CM), FRITT FRÅN NORDSTRAND (2000, s. 61)

Helhetsåtagande – byggherren väljer att från början till slut arbeta med en byggentreprenör som då gör ett helhetsåtagande. Byggentreprenören ansvarar i dessa fall för finansiering, projektering, byggande, ägande, förvaltning och drift av det färdiga byggnadsverket under en viss period. Se figur 54 nedan. (Nordstrand 2000)



FIGUR 3. GENOMFÖRANDE VID HELHETSÅTAGANDE, FRITT FRÅN NORDSTRAND (2000, s. 63)

BILAGA III - KALKYLER

Källa: För- och efterkalkyler från "Trähus".

Fabrikstid i snitt de fyra första villorna i en order visar på att tiden i efterkalkylen överskrider den budgeterade fabrikstiden med omkring 42 %.

Differens kostnad mellan för- och efterkalkyl för fabrikskostnad för de fyra första villorna i en order visar på att man överskrider de kalkylerade fabrikskostnaderna. I fabrikskostnad inkluderas också kostnaderna för inhyrt arbete, exempelvis elektriker. Differensen i fabrikskostnad utgör ca 10 % av den totala projektkostnaden. Med totala kostnaden menas hela kostnaden för allt material, alla arbetstimmar etcetera. Om det bara ses till kostnaden för registrerade timmar i fabriken utgör differensen i kostnaden för dessa 7 % av den totala projektkostnaden. Utifrån detta kan konstateras att den differens som finns dels är av betydande storlek och dels att det är fabrikstimmarna som utgör en stor del av differensen.

Ses till samma differens fast för montage och färdigställande överskrider också de kalkylerade kostnaderna. Differensen i kostnad för montage och färdigställande utgör 6 % av den totala projektkostnaden

Differens kostnad mellan för- och efterkalkyl för fabrikskostnad för två dagis visar att man här underskrider de kalkylerade fabrikskostnaderna. Precis som med villorna ovan inkluderas också kostnaderna för inhyrt arbete. Differensen i kostnad utgör 5 % av den totala budgeterade kostnaden. Om det bara ses till kostnaden för registrerade timmar utgör differensen i kostnaden för dessa 6 % av den totala projektkostnaden. Utifrån detta kan konstateras att den positiva differensen är av betydande storlek och att det i princip uteslutande är timmarna i fabrik som blivit färre än kalkylerat.

Differens kostnad mellan för- och efterkalkyler för material för de fyra villorna är negativ, materialet har kostat mer än beräknat. Differensen motsvarar 10 % av den totala projektkostnaden. Då projekten belastas olika mycket med inköpt material kan dock denna siffra inte ses vara särskilt tillförlitlig.

Det finns en uppskattad ineffektivitet i montage och färdigställande om 17 % (80 extra timmar på 400 tillgängliga). Det finns också en uppskattad ineffektivitet om 10 % i prefabriceringen. Med en beräkning av denna omfattning och efterkalkylerna fås en extra kostnad som motsvarar 6 % (montage och färdigställande 2 %, prefabricering 4 %) av den totala kostnaden för ett projekt.

Källa: Intervjuer i fabrik

Mängd tid som läggs på "brandsläckning" i fabriken:

Fabrikschef: omkring 80 % av en heltidstjänst, alltså 32 timmar i veckan.

Förman volymelementlina: åtminstone 5 timmar i veckan.

Totalt alltså minst en heltidstjänst som skulle kunna ägna sig åt att skapa värde, exempelvis genom förbättringsarbete.

BILAGA IV – INTERVJUFRÅGOR

Ett gemensamt intervjuunderlag har använts vid alla intervjuer. Detta har gett att vissa frågor inte ställts till alla respondenter om frågorna varit oförenliga med aktuell aktivitet. Enligt metoden är intervjuerna semistrukturerade och har kompletterats med följdfrågor vid behov och kompletterats om det framgått att ytterligare information varit av intresse.

Projekt x är ett mer komplext projekt, exempelvis en villa, medan projekt y är ett mindre komplext projekt, exempelvis ett dagis.

1. Vilka moment ingår i aktiviteten?
2. Hur många personer är inblandade i aktiviteten?
3. Vad krävs i form av material och information för att aktiviteten ska kunna genomföras?
4. Hur fås tillgång till nödvändigt material och information, alltså hur förmedlas detta till aktiviteten?
5. Ser nödvändiga material och information (input) likadana ut varje gång? Om inte, varför?
6. Varifrån ska informationen och materialet som krävs komma?
7. Vad är outputen vid aktiviteten och vart ska den ta vägen i nästa steg?
8. Hur förmedlas outputen till nästa steg?
9. Ser aktivitetens output likadan ut varje gång? Om inte, varför?
10. Vad händer med outputen med en gång efter aktiviteten?
11. Hur lång tid tar aktiviteten när material och information som krävs har kommit in?
12. Hur ofta kommer material och information som krävs in i rätt tid till aktiviteten?
13. Hur ofta kommer material och information som krävs in i rätt kvalitet och mängd till aktiviteten?
14. Vad händer vid brister vad gäller inkommande material och information?
15. Hur utförs aktiviteten rent praktiskt (övergripande)?
16. Görs aktiviteten på samma sätt varje gång? Om inte, varför?
17. Vilka krav finns på variationer av hur aktiviteten utförs och dess output?
18. Vilka problem finns vid utförande av aktiviteten?
19. Upplever personen som utför aktiviteten att denne har en helhetssyn på vilken den slutliga produkten är, när den ska vara klar, speciella krav etcetera?
20. Om man jämför projekt x och projekt y, vilka skillnader upplevs i fråga om:
 - justeringar i informationen efter det att prefabriceringen har påbörjats
 - antal fel som måste korrigeras innan produkt lämnar fabriken/aktiviteten
 - antal fel på produkter som lämnar fabriken/aktiviteten
 - brister i inkommande information och material
 - hur mycket tid som ägnas åt väntan på information och material
 - hur aktiviteten utförs rent praktiskt, grad av improvisation

BILAGA V – BEGREPPSFÖRKLARING

Byggentreprenör – Aktör som utför själva byggandet. Det kan vid ett bygge finnas en eller flera olika entreprenörer. "Trähus" är en byggentreprenör

Byggherre – Den som beställer bygget, det kan vara en privatperson såväl som ett företag eller en myndighet, och är ofta den framtida ägaren till byggnadsverket

Byggsystem – Ett byggsystem definieras i denna undersökning som ett byggkoncept. Ett exempel som omnämns är Trälyftet som utgörs av tillverkade volymelement i massivträ

Färdigställande – Arbetet med att göra färdigt husen efter det att montage har skett. Detta arbete innefattar exempelvis att koppla in el och att tapetsera

Gröna Pärmen – Den pärm som innehåller ritningar och annat nödvändigt underlag till prefabriceringen

Industrialiserat byggande – Förtillverkning av byggelement och komponenter i fabrik för vidare montering på byggarbetsplatsen

Koordination – Att hantera beroenden mellan olika aktiviteter

Montage – Arbetet med att sätta ihop olika volymelement till ett hus

Montagepärm – Den pärm som innehåller ritningar och annat nödvändigt underlag till montage och färdigställande

Mängdning – Arbetet med att uppskatta hur mycket som behövs av ett visst material

Planelement – 2-dimensionella delar, exempelvis en vägg eller ett golv

Prefabricering – Förtillverkning av delar. I denna undersökning benämns den tillverkning som sker i fabrik som prefabricering

Produktion – Allt arbete i fabrik samt på byggarbetsplats till det att ett hus står klart

Rumsbeskrivning – En form av ritning som visar på hur varje volymelement ska se ut vad gäller inredning. Alltså vad som ska installeras och sättas upp i volymelementet, exempelvis vilka köksluckor som ska finnas

Standardisering – Ett repetitivt utförande av något som fungerar bra.

Volymelement – 3-dimensionella delar, exempelvis ett rum. Ett volymelement kan alltså sättas ihop av flera planelement

