

Utvecklad värdeflödesanalys för produktutveckling inom industriellt byggande

En fallstudie på BAC Såg och Hyvleri

Erik Alestig

Civilingenjörsexamen
Väg- och vattenbyggnadsteknik

Luleå tekniska universitet
Institutionen för samhällsbyggnad och naturresurser

Successful organizations and individuals must go beyond the mere production of creative ideas. Real success only comes with the implementation of an idea. Real success only comes with innovation.

– Paul E. Plsek

Förord

Detta examensarbete omfattar 30 högskolepoäng och det har skrivits som en avslutande del i att erhålla Civilingenjörsexamen i Väg- och vattenbyggnad och Industriell ekonomi. Examensarbetet har utförts på uppdrag av företaget BAC Såg och Hyvleri i Luleå mellan perioden april 2012 till januari 2013. Till spår av en under många år fallande småhustillverkning och en ogynnsam stark svensk krona lämnade BAC Såg och Hyvleri den 24 september 2012 in en konkursansökan och i skrivande stund styrs företaget av en konkursförvaltare. Framtiden för BAC Såg och Hyvleri är därmed oviss, men slutsatserna som dragits i examensarbetet och de identifierade kundbehoven kvarstår.

Under studiens gång är det ett antal personer som bidragit till att höja kvaliteten på arbetet och som därmed förtjänar att nämnas. Jag vill börja med att tacka min handledare Jarkko Erikshammar som från början till slut har motiverat, väglett och gett mig god respons på arbetet. Jag vill även rikta ett stort tack till BAC Såg och Hyvleri och framförallt till Lars-Erik Pettersson för hjälpen med observationsobjekten. Jag vill också tacka två klasskamrater, Tobias Isaksson och Olof Bergstedt för bra diskussioner och opponering på examensarbetet.

Tillslut vill jag tacka min familj och släkt för allt stöd jag fått under mina fem år i Luleå.

Stockholm, 6 januari 2013

Erik Alestig

Sammanfattning

Inom byggbranschen är två centrala frågor att höja produktiviteten och öka säkerheten. Produktiviteten inom byggbranschen anses vara, i jämförelse med andra branscher, låg då tidigare studier har visat att 30-35 % av ett byggnadsobjekts totala produktionskostnad kan kategoriseras som slöseri, då aktiviteterna inte skapar värde för kunden. Säkerhetsaspekten är viktig då byggbranschen har dubbelt så många allvarliga arbetsolyckor som övriga branscher. Detta, i kombination med att många företag skapar varor och tjänster som inte är anpassade till kundernas behov och önskemål, har lett till att en modell vid namn Utvecklad värdeflödesanalys har skapats. Målet med modellen, som består av fyra steg, är att generera kundanpassade produktutvecklingsförslag som förbättrar produkten ur ett antal definierade parametrar (Kundbehov, P_2 , P_3, \dots , P_n). Kärnan i modellen består i att analysera relationen mellan produkttegenskaper och de definierade parametrarna. Undersökaren valde, beroende på studiens bakgrund, att analysera relationen mellan produkttegenskaper, kundbehov, slöseriet på byggarbetsplatsen och arbetsmiljö.

För att validera modellen testades den på företaget BAC Såg och Hyvleris produkter; råspontlucka, samt en nyutvecklad råspontlucka med integrerad papp. Studien började med att beskriva ett nuläge via intervjuer med företagets kunder och två platsobservationer, där en produkt användes på vardera byggarbetsplatsen. Detta steg genomfördes för att undersökaren ska få en förståelse om syftet med produkten och hur produkten bearbetas på byggarbetsplatsen. Vid identifiering av kundbehoven framkom det bland annat att råspontluckan ska stabilisera takkonstruktionen och vara anpassad efter takstolsindelningen. Vidare framkom det att kunderna ansåg att företaget ska tillverka projektanpassade luckor och utveckla produkter som minimerar den riskfyllda tiden på taket för hantverkarna. Vid den andra observationen där råspontlucka med integrerad papp användes observerades ett antal kvalitetsrelaterade problem varav det största var att pappen inte blev tät i omlott- och generalskarvar. Sett till monteringstiden förkortar råspontlucka med integrerad papp, beroende på takets förutsättningar, monteringstiden med omkring 2,7-6,0 % i förhållande till takläggning med råspontlucka. Denna tidsbesparing gäller endast om pappen blir tät i omlott- och generalskarvar, vilket inte var fallet i denna undersökning.

I tredje steget analyserades produkttegenskaper gentemot slöseriet på byggarbetsplatsen, arbetsmiljörelaterade frågor för byggnadsarbetare och kundbehov. Råspontlucka med standarddimension 3600x540 mm väger 23 kg och den nyutvecklade luckan väger 24,6 kg, vilket innebär att hantering med råspontluckor kan leda till förslitningsskador på kort och lång sikt. Vidare medför råspontluckornas standardmått att hantverkarna till 70-80 % av arbetstiden måste ägna sig åt aktiviteter som inte är värdeskapande för kunden. Slöseriet på byggarbetsplatsen skulle, med kundernas förslag om projektanpassade luckor, förkorta byggtiden för arbetsmomentet råspontläggning med upp till 50 %, höja kundnyttan och minska risken för arbetsrelaterade skador. Det finns därmed stor potential för BAC Såg och Hyvleri att effektivisera byggandet genom utveckling av råspontluckan.

Rekommendationen till företaget är att stoppa utvecklingen av råspontlucka med integrerad papp då produkten ökar slöseriet på byggarbetsplatsen. Produktutvecklingsförslagen utgörs bland annat av att börja tillverka projektanpassade råspontluckor och förbättra luckornas passform. Slutligen har studien visat att Utvecklad värdeflödesanalys fungerar eftersom produktutvecklingsförslag har genererats till företaget.

Abstract

Two key issues in the Swedish construction industry are to increase productivity and improve safety. Productivity in the Swedish construction industry is considered low in comparison to other industries. Previous studies have shown that 30-35% of buildings' total production cost can be categorized as waste, since the activities are non-value-adding for customers. The safety is important because the Swedish construction industry has twice as many serious work accidents than other industries. This combined with that many companies create products that are not based on customers' needs has led to the creation of a model named 'Developed value stream mapping'. The model's objective, which consists of four steps, is to generate product development suggestions based on a set of parameters (Customer needs, P_2 , P_3 , ..., P_n). The core of the model is to analyze the relation between product characteristics and the parameters. The researcher chose, depending on the study's background, to analyze the relation between product characteristics, customer needs, waste at the construction site and safety for construction workers.

The model was tested on the company BAC Såg och Hyvleri products; roofing board and the newly developed roofing board with an integrated membrane. After choosing products, a current state was identified through interviews with customers and two site observations, where one product was used at each site. This step is performed to gain understanding of the products purpose and how the product is being processed on site. Main findings in identifying customer needs were that roofing boards should stabilize the roof and be adapted after distances between roof trusses. It was also found that customers wanted the company to manufacture customized roofing boards for each project and develop products that reduce dangerous time on roofs for construction workers. A number of quality-related issues were observed at the second observation where roofing board with an integrated membrane were used, of which the largest problem was that membranes were not sealed in the splices. In terms of assembly time, roofing board with an integrated membrane, depending on roof characteristics, is approximately 2,7-6,0 % shorter than roofing with the traditional roofing board. The time saving only applies if membranes are sealed in splices, which was not the case in this study.

In the third step product characteristics are analyzed against waste at the construction site, safety for construction workers and customer needs. Roofing boards with the standard dimension of 3600x540 mm weighs 23 kg and the newly developed product weighs 24,6 kg, which means that managing roofing boards can lead to repetitive strain injuries in a short and long term perspective. Further, roofing boards' standard dimension results in that construction workers spend about 70-80 % of their working time on activities that are non-value-adding for customers. Waste at construction sites would with the customer proposal for customized roofing boards shorten the assembly time up to 50 %, increase customer satisfaction and reduce the risk of work-related injuries. Thus, BAC Såg och Hyvleri has great potential to improve efficiency in construction sites by developing roofing boards.

The recommendation for the company is to stop the current development of roofing boards with an integrated membrane since it increase waste on construction sites. Product development suggestions are, amongst others to start producing customized roofing boards and improve roofing board fitting. Furthermore, the study shows that 'Developed value stream mapping' works since product development suggestions have been generated.

Innehållsförteckning

FÖRORD.....	II
SAMMANFATTNING.....	III
ABSTRACT.....	IV
INNEHÅLLSFÖRTECKNING.....	V
1 INLEDNING.....	1
1.1 Bakgrund och problemdiskussion.....	1
1.2 Problemformulering och syfte.....	3
1.3 Forskningsfrågor.....	3
1.4 Avgränsningar.....	4
1.5 Beskrivning av företag och undersökta produkter.....	4
2 METOD.....	7
2.1 Forskningssyfte.....	7
2.2 Metodansats.....	7
2.3 Forskningsansats.....	8
2.4 Forskningsstrategi.....	8
2.5 Datainsamling.....	8
2.6 Datainsamlingsmetod.....	9
2.6.1 Intervjuer.....	9
2.6.2 Observationer.....	11
2.6.3 Tillvägagångssätt.....	11
2.7 Studiens trovärdighet.....	15
2.7.1 Reliabilitet.....	15
2.7.2 Validitet.....	15
3 TEORETISK REFERENSRAM.....	16
3.1 Kundnytta.....	16
3.1.1 Kundbegreppet.....	16
3.1.2 Arbete med kvalitetsförbättringar.....	16
3.1.3 Kanomodellen.....	17
3.1.4 Kartläggning av kundnytta.....	17
3.2 Värdeflödesanalys.....	18
3.2.1 Lean Production.....	19
3.2.2 Valet av produktfamilj.....	20

3.2.3 Kartläggning av det nuvarande tillståndet.....	20
3.2.4 Skapandet av ett framtida tillstånd.....	21
3.2.5 Handlingsplan för genomförande.....	21
3.3 Slöserier.....	22
3.3.1 Slöserier i byggprojekt.....	23
3.3.2 Byggnadsarbetares tidsfördelning.....	23
3.4 Arbetsrelaterade sjukdomar och olycksfall.....	23
3.4.1 Arbetsföreskrifter vid tunga lyft.....	24
3.4.2 Modell för bedömning av lyft.....	25
3.5 Lärandekurvor.....	26
3.6 Utvecklad Värdeflödesanalys.....	26
3.6.1 Studiens modell för produktutveckling.....	27
4 RESULTAT.....	29
4.1 Beskrivning av kundbehov.....	29
4.1.1 Respondenternas syn på råsponsluckan.....	29
4.1.2 Slöserier.....	35
4.1.3 Arbetsmiljö.....	37
4.1.4 Sammanställning av kundbehov.....	39
4.2 Beskrivning av värdeflödet på byggarbetsplatsen.....	40
4.2.1 Observation 1: Råsponslucka med separat pappläggning.....	40
4.2.2 Observation 2: Råsponslucka med integrerad papp.....	44
5 ANALYS.....	54
5.1 Produktegenskaper i relation med kundbehov.....	54
5.2 Produktegenskaper i relation med arbetsmiljö.....	55
5.2.1 Arbetssskador.....	57
5.3 Produktegenskaper i relation med slöseriet på byggarbetsplatsen.....	57
5.3.1 Råsponsläggning.....	57
5.3.2 Pappläggning.....	58
5.3.3 Tidsjämförelse mellan produkterna.....	60
5.3.4 Analys av uppkomna kvalitetsbrister på byggarbetsplatsen.....	61
5.3.5 Rollfördelning vid råsponsläggning på småhus.....	63
5.3.6 Projektanpassade råsponsluckor.....	63
6 SLUTSATSER.....	66
7 DISKUSSION.....	70
7.1 Metodutvärdering.....	71

8 REFERENSER.....	72
8.1 Böcker, rapporter och vetenskapliga artiklar	72
8.2 Elektroniska källor	73
8.3 Muntliga källor	75

Förteckning över bilagor:

- Bilaga 1: Lärandekurvor
- Bilaga 2: Beskrivning av studiens intervjurespondenter och deras yrkesroll
- Bilaga 3: Övrigt resultat från datainsamlingen
- Bilaga 4: Dagboksanteckningar från observation 1 den 8 juni 2012
- Bilaga 5: Dagboksanteckningar från observation 2 den 16-19 juni 2012
- Bilaga 6: Intervjuguide

1 Inledning

Det inledande kapitlet beskriver studiens bakgrund samt diskuterar kring de identifierade problemen med slöseriet på byggarbetsplatser, krav på ökad produktivitet och ökad säkerhet inom byggbranschen. Vidare presenterar kapitlet studiens syfte, forskningsfrågor, avgränsningar och fallobjekt.

1.1 Bakgrund och problemdiskussion

Två centrala frågeställningar inom byggbranschen är att öka produktiviteten på byggarbetsplatserna och öka säkerheten (Erikshammar, 2012). Byggbranschen debatteras och blir kritiserad för att vara ineffektiv, outvecklad och korrumperad (Josephson & Saukkoriipi, 2005). Redan på 80-talet publicerades forskningsrapporter som visade att byggnadsarbetare ägnar hälften av arbetstiden åt annat än att bygga hus, istället tar de emot leveranser, letar efter byggnadsmaterial och väntar (SR, 2007). Ändå kommer nya rapporter på 2000-talet som visar på att byggbranschen präglas av en ineffektivitet som förmodligen inte hade tolererats i någon annan industribransch (SR, 2007). Alf Göransson, vid tidpunkten koncernchef i NCC, säger att produktiviteten i byggbranschen är urusel (DN, 2006), vilket har stöttats i liknande artiklar av exempelvis DI¹. DN (2006) skriver att slöseriet motsvarar 50 miljarder kronor årligen för byggbranschen.

Från regeringens håll har det under senaste sekelskiftet tillsatts flera utredningar vars syfte varit att utreda problem förknippade med höga kostnader samt kvalitetsrelaterade och generella problem inom byggbranschen. Denna debatt är inte unik för Sverige utan debatten pågår internationellt. (Josephson & Saukkoriipi, 2005).

Angående höga kostnader inom byggbranschen påvisar Figur 1.1 att byggnadsprisindex² för flerbostadshus och gruppbyggda småhus ökat signifikant gentemot konsumentprisindex³ (KPI) (SCB, 2011). Statistiken beskriver prisförändringar som byggherrarna faktiskt får betala för likvärdiga nybyggda bostäder (SCB, 2003). Priserna styrs av marknadssituationen innefattande konjunktur, tillgång och efterfrågan samt betalningsvilja vilket enligt SCB (2003) medför att jämförelser av genomsnittliga priser mellan olika år blir kan bli missvisande.

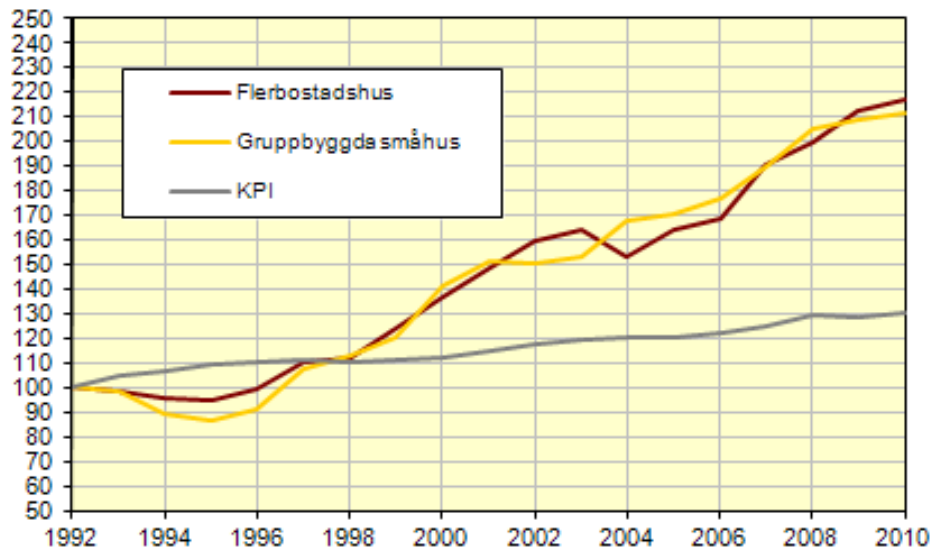
Orsaker på den relativa ökningen i förhållande till KPI, kan enligt Josephson och Saukkoriipi (2005) delvis förklaras av höjda marknadspriser men också att det byggs fler byggnader med mer exklusiva byggnadsmaterial. En annan orsak kan vara en bristande insikt hos aktörer i branschen angående vilka aktiviteter som är värdeskapande och icke värdeskapande för kunden (Josephson & Saukkoriipi, 2005). Enligt Bergman och Klefsjö (2007) är det inte ovanligt att företag inte vet vad som är värdeskapande eller icke värdeskapande för kunden. Författarna exemplifierar att det finns åtskilliga företag och organisationer som producerar varor och tjänster utan att de är anpassade till kundernas behov och önskemål. I undersökningen gjord av Josephson och Saukkoriipi (2005), vars datainsamling främst bestod

¹ Se DI (2010a) och DI (2010b).

² Byggnadsprisindex belyser prisutvecklingen för nybyggda bostäder (SCB, 2012a).

³ Konsumentprisindex visar hur konsumentpriserna i genomsnitt utvecklas för den privata inhemska konsumtionen (SCB, 2012b).

från husbyggnadsprojekt, visade det sig att 30-35 % av produktionskostnaden inte tillför något värde för kunden.



Figur 1.1: Byggnadsprisindex med avdrag för bidrag och KPI. (SCB, 2011)

DN (2006) skriver att 130 aktörer från byggbranschen skrivit under en avsiktsförklaring vars syfte är att reda ut effektivitetsproblemen inom byggbranschen. Problemet är bara att byggbranschens aktörer är oense om vilka kostnader som kan sänkas (Josephson & Saukkoriipi, 2005). Sveriges byggindustrier argumenterar att de höga kostnaderna beror på för höga skattetryck inom byggandet medan andra aktörer anser att det beror på beställarnas krav på korta byggtider, byggtreprenörernas alltför ineffektiva produktion, sektorns låga kompetens och höga priser på byggmaterial (Josephson & Saukkoriipi, 2005).

I Dagens Industri uttalade sig TMF:s VD Leif G Gustavsson att bostadspriserna fortsätter att öka, främst beroende på den omfattande bostadsbristen. Gustavsson uppskattar att det finns en strukturell brist på omkring 250 000 bostäder och med bolånetaketets införande slår det direkt mot nybyggnationer. Sedan våren 2011 har 1200 personer inom småhusindustrin blivit varslade och Gustavsson menar att flera stora konkurser i framtiden är att vänta. (DI, 2012)

Frågan är om problemet är bolånetaket eller om kostnaderna inom byggbranschen är för höga? Om bostadspriserna hade varit lägre skulle konsumenter inte bli lika påverkade av bolånetaket och enligt Josephson och Saukkoriipi (2005) finns det stor potential att minska slöseriet inom byggbranschen och därigenom öka produktiviteten.

Samtidigt finns det en risk med ökat tryck på effektivisering att riskerna på arbetsplatsen ökar. Risken för att utsättas för en allvarlig arbetsolycka för män och kvinnor inom yrkesgruppen bygg och anläggning är mer än dubbelt så stor som för övriga näringslivet i genomsnitt (AFA, 2012). Fallolyckor utgör drygt 40 % av samtliga allvarliga arbetsolyckor i byggbranschen (AFA, 2012). Enligt Erikshammar (2012) kan kravet på produktivitet ibland ses som i direkt motsatsförhållande till kravet för ökad säkerhet, speciellt med arbete som pågår på tak. För att motverka problemet är det viktigt att utveckla produkter, som minskar monteringsstiden på tak där byggnadsarbetare riskerar att drabbas av fallolyckor (Erikshammar, 2012).

Genom att industrialisera byggandet ökar produktiviteten, transporter minskar, byggtider förkortas och det blir mindre risk för oväntade kostnader (Svenskt Trä, 2012). Två principer för att industrialisera byggandet är; modularisering där produkten balanseras mellan kundanpassning och produktionseffektivitet och Lean Construction där produkten ständigt förbättras genom att maximera värdeskapande aktiviteter och eliminera slöserier i det så kallade värdeflödet (Björnfot, 2004).

Värdeflöde omfattar enligt Rother och Shook (1999) alla aktiviteter, såväl de som skapar mervärden som de som inte gör det, samt de som är nödvändiga för att förädla en produkt. Vid identifiering av värdeflödet ska det utföras en värdeflödesanalys (Womack & Jones, 2003). Metoden är lätt att genomföra och den bidrar till att skapa mer värde för mindre resurser (Rother & Shook, 1999).

Problemet enligt Womack och Jones (2002) är att många företag hoppar över steget att kartlägga det totala värdeflödet vid transformationen till Lean Production, för att istället börja eliminera slöseri. Detta beteende kan enligt Womack och Jones (2002) medföra smärre förbättringar i produktens förädlingsprocesser men totalt sett ger det inte tillräckliga kostnadsänkningar, kvalitetsförbättringar eller bättre service till kunder och leverantörer.

För att förbättra konkurrenskraften är det nödvändigt att utgå från vad kunden betalar och hur dessa pengar i gengäld tillför kunden ökat värde. Det är nödvändigt för industrin, men också för företag som önskar uppnå en konkurrenskraft i yttersta världsklass. (Josephson & Saukkoriipi, 2005)

1.2 Problemformulering och syfte

Syftet med studien är att utveckla värdeflödesanalys, som metod, för att tillhandahålla kundanpassade produktutvecklingsförslag som ökar produktiviteten på byggarbetsplatsen och som förbättrar säkerheten för byggnadsarbetarna. Metoden ska ta hänsyn till både befintliga och nytvecklade produkter men framförallt som Bergman och Klefsjö (2007) beskriver, att ha kunden i centrum vid kvalitetsförbättringar.

Studiens problemformulering lyder:

Kan en metod utvecklas som utvärderar befintliga och nytvecklade produkter för att minska slöseriet på byggarbetsplatsen, öka säkerheten för byggnadsarbetarna och höja kundnyttan?

Målet med studien är således att tillhandahålla en metod till företag som vill utveckla sin produktportfölj inom industriellt byggande.

1.3 Forskningsfrågor

Den första forskningsfrågan avser att jämföra en nytvecklade produkt mot en etablerad produkt på en definierad marknad.

Forskningsfråga 1:

Är den nytvecklade produkten effektivare än den befintliga produkten?

Forskningsfråga två avser att identifiera områden för produktutveckling som kan öka företagets kundnytta och effektivisera byggandet. Med detta menas om företaget ska gå vidare med utvecklingen av den nya produkten eller om företaget ska gå andra riktningar som kan gynna företaget och branschens aktörer.

Forskningsfråga 2:

Hur kan företaget, genom produktutveckling, minska slöseriet på byggarbetsplatsen, öka säkerheten för byggnadsarbetarna och öka kundnyttan?

Forskningsfråga tre avser att utveckla värdeflödesanalys till att stödja produktutveckling inom industriellt byggande.

Forskningsfråga 3:

Hur kan värdeflödesanalys utvecklas för att stödja produktutveckling?

1.4 Avgränsningar

Inom branschen för det identifierade arbetsmomentet kan det finnas ett flertal produkter som anses tillfredsställa kundbehoven och för detta arbetsmoment är fallet sådant. Denna undersökning är avgränsad till att jämföra en av produkterna på marknaden mot den nyutvecklade. Avgränsningen gjordes för att begränsa studiens omfattning. För att uppnå målet med arbetet har studien avgränsats till en fallstudie av företaget BAC Såg och Hyvleris produkter; råspontlucka och en nyutvecklad råspontlucka med integrerad papp. Avgränsningen gjordes för att undersökningsobjekten ansågs vara lämpliga för att uppnå studiens syfte.

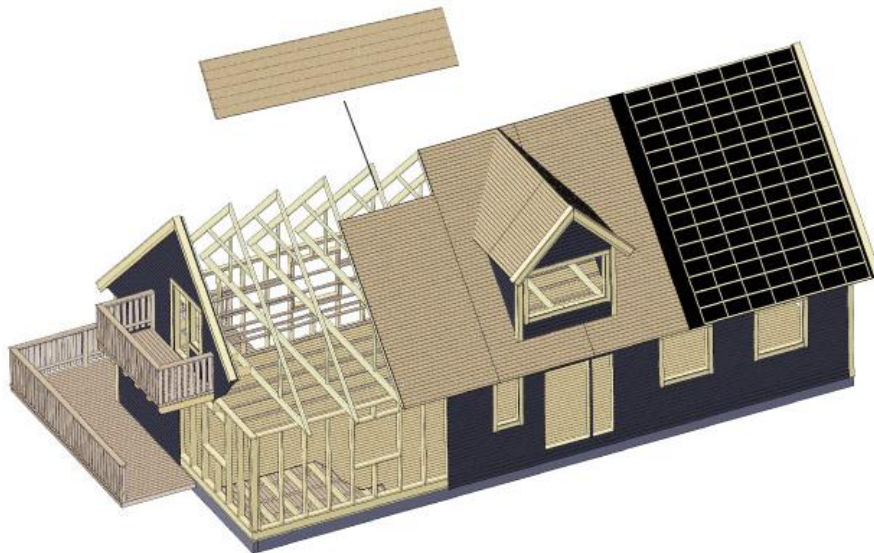
Vid kartläggning av kundbehoven är studien avgränsad till att endast undersöka entreprenadföretagens behov. Inom branschen för entreprenadföretagen har det valts att fokusera på två entreprenadföretag eftersom de varit delaktiga vid pilotprojekten för den nyutvecklade produkten. Denna avgränsning gjordes för att minska omfattningen på studien samt för att entreprenörernas kundbehov ansetts viktigast för råspontluckans utveckling.

1.5 Beskrivning av företag och undersökta produkter

BAC Såg och Hyvleri AB är en byggmaterialstillverkare och erbjuder kunder sågade trävaror, hyvlande byggvaror, industriellt målade fasadpaneler och färdigbearbetade komponenter för husstommar (BAC, 2012a). BAC Såg och Hyvleris kunder kan enligt Pettersson (2012) delas in i tre kundsegment; entreprenadföretag, grossister/återförsäljare och enskilda kunder. Huvudmarknaden är i Sverige men företaget levererar även byggmaterial till Norge, Danmark, England, Tunisien, Marocko och Algeriet (BAC, 2012a). Företaget grundades 1944 av bröderna Allan och Elof Carlsson i Luleå och har sedan starten varit ett familjeföretag (BAC, 2012a). År 2011 hade företaget 52 anställda och omsatte 204 miljoner kronor (allabolag.se, 2012).

Produkt 1: Takläggning med råspontlucka

Denna metod går ut på att lös råspont industriellt limmas, trycks ihop och klamras till standardiserade format, vanligtvis 3600x540 mm eller 2400x540 mm (BAC, 2012b). På byggarbetsplatsen läggs råspontluckor ut över takstolarna (se Figur 1.2) och fästs i varje takstol med skruv eller spik på varje bräda. (BAC, 2012c). När taket är täckt med råspontluckor rullas papp ut horisontellt. Pappen är omkring en meter bred och överlappas med 15-20 cm för att erhålla ett vattentätt skikt (Pettersson, 2012). Efter det går arbetet vidare med att läkta och lägga ytskikt på taket, som exempelvis tegelpannor. I Figur 1.2 visas de olika momenten vid takläggning med råspontlucka. En råspontlucka med mått 3600x540 mm väger omkring 23 kg beroende på träslag och fukthalt (Wikström, 2012).

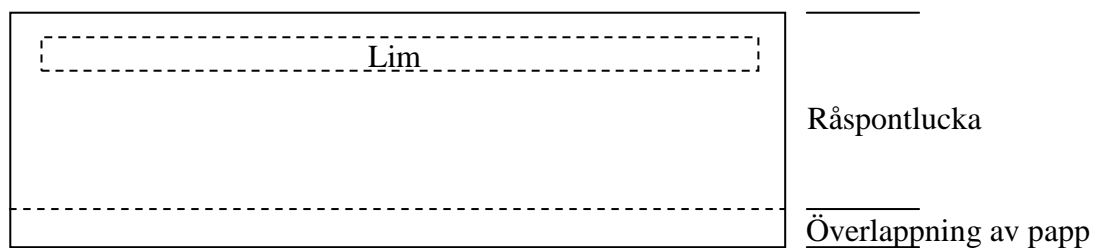


Figur 1.2: Takläggning med råspontlucka. (BAC, 2012a)

Produkt 2: Nyutvecklade metod med råspontlucka med förmonterad papp

BAC Såg och Hyvleri har tillsammans med Mataki¹ vidareutvecklat råspontluckan genom att från fabrik integrera papp ovanpå luckan. Det medför att pappläggning på byggarbetsplatsen undkoms. Det som skiljer produkterna åt är pappläggningen, i övrigt fästs luckan på samma sätt som den traditionella råspontluckan med skruv eller spik i takstol. En mindre skillnad är att byggnadsarbetaren måste lyfta upp pappen innan fastsättning i takstol. Råspontlucka med integrerad papp utförs i samma standarddimensioner som traditionella råspontluckor och i Figur 1.3 illustreras produkten. (Pettersson, 2012)

Pappen som integreras på luckan väger 700 g/m^2 (Produkttekniker A, 2012) och det resulterar i en viktökning på 1,6 kg, för en lucka med mått $3600 \times 540 \text{ mm}$, till 24,6 kg.



Figur 1.3: Råspontlucka med integrerad papp. Vy sett ovanifrån.

I horisontalld vattensäkras konstruktionen genom att papp överlappas med 10 cm över nästkommande lucka (se Figur 1.4). I vertikalled mellan luckorna uppstår en generalskarv och den tätas genom att lyfta upp pappen och rulla ut en skarvremsa. Skarvremsan är 25 cm bred och genom den blir konstruktionen vattentät. Skarvremsan är utrustad med lim på ovansidan som täcks av plast och när hantverkarna har placerat och rättat till remsan dras plasten av och pappen trycks fast mot remsan (se Figur 1.5). Eftersom pappen är fastlimmad på luckan används inte häftklammar till annat än att fästa skarvremsan i luckan. (Pettersson, 2012)

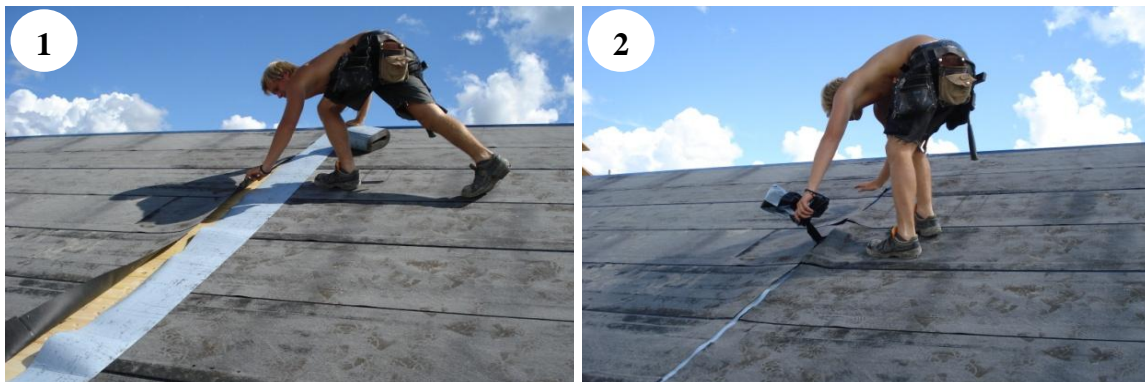
¹ Mataki erbjuder luft-, ljud- och vattenavvisande produkter för byggnader och andra konstruktioner. (Mataki, 2011a)

I Figur 1.4 och Figur 1.5 illustreras arbetsgången vid råsponttakläggning med integrerad papp.



Figur 1.4: Råspontläggning med integrerad papp.

I Figur 1.5 tätar en byggnadsarbetare generalskarven med skarvremsa.



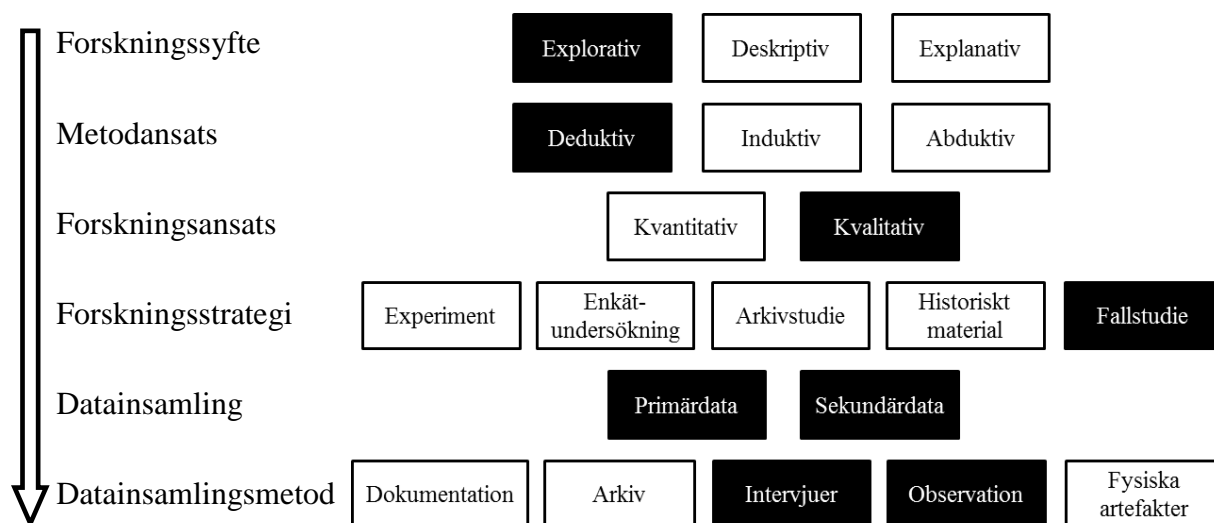
Figur 1.5: Tätning i vertikalled med skarvremsa.

Efter momentet med papp på byggarbetsplatsen är utfört går takläggningen vidare på samma sätt som den befintliga metoden med att läkta och lägga ytskikt på taket. Om papp skadas i samband med takläggning ska pappen lagas med en tillskuren bit av underlagspapp. (Mataki, 2011b)

2 Metod

Detta kapitel presenterar och motiverar studiens forskningsmetodik. Syftet med kapitlet är att ge läsaren en inblick i hur studien har genomförts. Metodvalen baseras på studiens problemformulering och forskningsfrågor.

I Figur 2.1 presenteras generella metodalternativ och studiens valda forskningsmetodik. Undersökaren börjar högst upp genom att välja forskningssyfte för att sedan ta sig ned i hierarkin.



Figur 2.1: Metodkarta. Svart bakgrund i rutorna representerar studiens metodval.

Kapitlet avslutas med att utvärdera studiens trovärdighet.

2.1 Forskningssyfte

Beroende på studies syfte väljs antingen en explorativ, deskriptiv eller explanativ forskning. En explorativ studie är användbar när ett problem skall utredas, en deskriptiv där en bild av personer, händelser eller situationer ska beskrivas, medan explanativa studier används där samband mellan olika parametrar skall bestämmas. (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2009)

Utifrån studiens syfte (se avsnitt 1.2) har en explorativ undersökning valts eftersom djupare förståelse av takläggningsmomentet, kundbehov och förknippade risker legat till grund för att kunna utvärdera de undersökta produkterna och ge företaget produktutvecklingsförslag.

2.2 Metodansats

Saunders, et al. (2009) skriver att arbetsgången vid forskning kan ske enligt två förfaranden; deduktivt eller induktivt. Patel och Davidson (2011) tillägger att det ytterligare finns en metodansats, abduktion, som är en kombination av deduktion och induktion, vilket innebär att forskaren lär sig under processen. Ett deduktivt förfarande sker genom att undersökaren utvecklar en hypotes baserat på teori som sedan verifieras eller förkastas genom en empirisk undersökning, medan ett induktivt förfarande sker omvänt där hypotesen dras först efter att den empiriska undersökningen genomförts (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2009).

Denna studie har ett deduktivt förfarande eftersom en teoretisk referensram och hypotes ställdes med förutbestämda variabler som sedan kunde besvaras med en empirisk undersökning.

2.3 Forskningsansats

Det finns enligt Saunders, et al. (2009) två typer av forskningsansatser; kvantitativa och kvalitativa studier. En kvantitativ studie samlar in numerisk data som kan används till statistiska undersökningar medan en kvalitativ studie utgörs av icke numeriska datainsamlingar där författaren tolkar svaren i exempelvis ord (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2009). Kvalitativa studier är användbara när undersökaren vill erhålla en djupare förståelse i ämnet och fastställa vilka faktorer som påverkar undersökningsobjektet (Wallén, 1996). I denna studie har en kvalitativ forskning valts eftersom icke numeriska studier anses lämpligast där insikt i syftet och eventuella problem med produkten eftersträvas.

2.4 Forskningsstrategi

Val av forskningsstrategi bestäms enligt Saunders, et al. (2009) av studiens forskningsfrågor och mål, omfattning av existerande kunskaper, tidbegräsningar, tillgängliga resurser och undersökarens filosofiska underbyggnad. Yin (2009) beskriver fem olika forskningsstrategier som redovisas nedan i Tabell 2.1.

Tabell 2.1: Fem generella forskningsstrategier. (Yin, 2009)

Metod	Typ av forskningsfråga	Kräver kontroll över beteenden?	Fokusering på nuläget?
Experiment	Hur? Varför?	Ja	Nej
Enkäter	Vem? Vad? Var? Hur många? Hur mycket?	Nej	Ja
Arkivstudie	Vem? Vad? Var? Hur många? Hur mycket?	Nej	Ja/Nej
Historiskt material	Hur? Varför?	Nej	Nej
Fallstudie	Hur? Varför?	Nej	Ja

Till skillnad från en historisk undersökning har fallstudier möjligheten till att direkt observera undersökningsobjektet och att intervjua involverade personer (Yin, 2009). Det medför enligt Yin (2009) att fallstudier är att föredra när nuvarande händelser ska undersökas där relevanta beteenden inte kan bli manipulerade. Enligt Patel och Davidson (2011) kommer fallstudier ofta till användning när undersökaren vill studera processer och/eller förändringar. När fallstudier genomförs använder forskaren ofta olika datainsamlingsmetoder, såsom intervjuer och observationer för att ge en fyllig bild av verkligheten (Patel & Davidson, 2011). Saunders, et al. (2009) skriver att fallstudier är lämpliga till explorativ eller deskriptiv forskning.

I detta examensarbete valdes fallstudier som forskningsstrategi eftersom metoden är lämplig till explorativa studier och att forskningsfrågorna är av typen *Hur* och *Varför*. En annan anledning till valet är att undersökaren, utifrån forskningsfrågorna, vill studera processer som sker i nutid.

2.5 Datainsamling

Primärdata utgörs enligt Patel och Davidson (2011) av källor som är förstahandsrapporterade, såsom ögonvittnesskildringar medan sekundärdata utgörs av alla andra typer av information. Vid användning av sekundära källor finns en risk att informationen inte stämmer och därför är

det viktigt att använda sig av triangulering (Patel & Davidson, 2011). Ett problem med sekundära källor är att de inte alltid finns tillgängliga (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2009).

Denna studie består av både primär- och sekundärdata. Primärdata var nödvändig att samla in då det inte finns någon dokumentation över den nya produktens prestanda. Sekundärdata har varit nödvändig att samla in för att besvara forskningsfråga 3 där en ny modell ska utvecklas. Vidare har sekundärdata ansetts lämplig för att bedöma tillförlitligheten i primärdatainsamlingen och för vidare analys.

2.6 Datainsamlingsmetod

Vid genomförande av fallstudier skriver Yin (2009) att sex vanliga typer av datainsamlingsmetoder är; dokumentation, arkiv, intervjuer, direkta observationer, deltagande observationer och fysiska artefakter. Av dessa sex datainsamlingsmetoder valdes intervjuer och direkta observationer.

2.6.1 Intervjuer

Beroende på forskningssyfte är det enligt Saunders, et al. (2009) viktigt att välja rätt typ av intervjuform då informationsutbytet mellan respondenten och intervjuaren kan variera. Enligt Saunders, et al. (2009) finns det tre kategorier av intervjuer:

- **Strukturerade intervjuer** – Identiska frågor från en intervjumall ställs till respondenten, som ofta får svara mellan fördefinierade svarsalternativ. Denna typ av intervju är lämplig till kvantitativ forskning.
- **Semistrukturerade intervjuer** – Intervjuaren har en lista med ämnen och frågor som besvaras av respondenten. I denna intervjuform är målet att få en bra diskussion, så beroende på svaren kan intervjuaren under intervjun ändra ordningen på frågorna och/eller lägga till frågor. Denna typ av intervju är lämplig till kvalitativ forskning.
- **Ostrukturerade intervjuer** – I denna intervjuform finns inte förbestämda intervjufrågor utan målet är helt fritt tala om händelser, känslor och/eller uppfattningar inom ett specifikt ämne valt av intervjuaren. Inför denna typ av intervju måste undersökaren ha klart för sig vilka aspekter han/hon vill ha ut av intervjun. Denna typ av intervju är lämplig till kvalitativ forskning.

Enligt Saunders, et al. (2009) lämpar sig semistrukturerade och ostrukturerade intervjuer till explorativa studier då dessa intervjutyper leder till att undersökaren får en djupare insikt i ämnesområdet. Utifrån forskningssyftet och tidigare metodval valdes en semistrukturerad intervjuform sådan att svaren i stort sätt kan jämföras med varandra men ändå att en djupare insikt fås under intervjun.

I studien genomfördes en besöksintervju och fem telefonintervjuer. I Tabell 2.2 presenteras fördelar och nackdelar med respektive intervjuform. För andra typer av intervjuformer, se Dahmström (1991).

Tabell 2.2: Fördelar och nackdelar med besöks- och telefonintervjuer. (Dahmström, 1991)

Besöksintervjuer	Telefonintervjuer
<p><i>Fördelar</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Många och "krångliga" frågor kan ställas • Bilder och övrig information kan visas • Oklarheter kan vanligen redas ut • Möjlighet till "probes"¹ av intervjuaren • Anonymitetsskyddet kan förstärkas • Öppna frågor kan lättare besvaras <p><i>Nackdelar</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Dyrt och tar lång tid • Risk för intervjuareffekter • Risk för prestigebias² 	<p><i>Fördelar</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Snabbt och relativt billigt • Oklarheter kan vanligen redas ut • Möjlighet till "probes"¹ av intervjuaren <p><i>Nackdelar</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Risk för stor andel oanträffbara personer • Ej möjligt med allt för lång intervju • Ej alltför krångliga eller känsliga frågor • Den omgivande miljön kan vara störande • Risk för föga genomtänkta svar • Inga anonymitetsskyddande åtgärder möjliga

Anledningen till att fler telefonintervjuer gjordes i relation till besöksintervjuer var i enighet med Dahmström (1991) tidsaspekten och kostnadsfrågan. I och med att respondenterna var geografiskt placerade i Svealand och undersökaren i Luleå ansåg undersökaren att fördelarna med telefonintervju som arbetsform övervägde fördelarna med besöksintervjuer.

Urvalsmetod

Då det enligt Saunders, et al. (2009) oftast inte är möjligt att intervjua en hel population måste undersökaren välja en grupp att intervjua och beroende på hur urvalet sker kommer svaren att variera. Det finns två typer av urvalsmetoder; sannolikhetsurval och icke sannolikhetsurval. Sannolikhetsurval används ofta vid enkätbaserade forskningsstrategier där en mindre grupp av respondenter med rätt blandning kan bli representativ för hela populationen. I icke sannolikhetsurval är sannolikheten för grupperna inom populationen okänd och därför kan inte en mindre grupp bli representativ för hela populationen. För respektive urvalsmetod finns underkategorier av olika metoder för att välja respondenter. (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2009)

För denna studie har ett icke sannolikhetsurval valts där den specifika urvalsmetoden målmedvetet urval använts. Vid målmedvetna urval är undersökaren enligt Saunders, et al. (2009) klar över vilka typer av individer som behöver väljas för att på bästa sätt besvara forskningsfrågorna. Metoden är speciellt lämplig vid fallstudier där ett fåtal respondenter intervjuas (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2009). Vidare har urvalsmetoden snöbollstekniken använts då undersökaren inte haft ett adekvat kontaktnät för att komma i kontakt med rätt typ av respondent. Snöbollstekniken innebär enligt Saunders, et al. (2009) att respondenter förmedlas med hjälp av mellanhänder.

¹ Probes menas med att intervjuaren har möjlighet att stötta eller stimulera respondenten till att ge ett mer komplett svar (Dahmström, 1991).

² Vissa frågor kan vara prestigeladdade där respondenten upplever sig tvungen att svara i enighet med vedertagna sociala normer och förväntningar. Det betyder att respondenten medvetet kan överskatta svaret och denna överskattning benämns prestigebias. (Dahmström, 1991)

2.6.2 Observationer

Observationer genomförs enligt Dahmström (1991) för att registrera någon egenskap eller beteende hos det undersökta objektet. Observationer kan antingen ske direkt (öppet) där respondenten vet att han/hon är iakttagen eller indirekt, där respondenten inte vet att han/hon är iakttagen. Observationer bör genomföras när intervjuer och enkätundersökningar inte ger erforderlig kvalitet på data. (Dahmström, 1991)

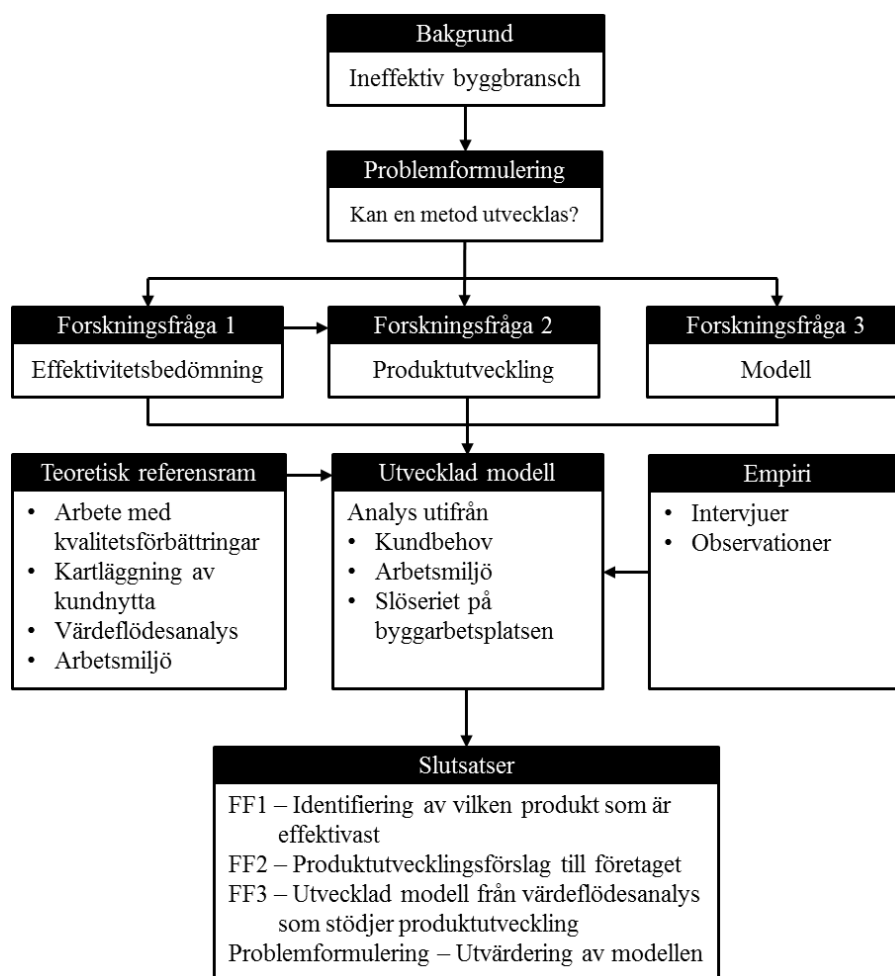
Ett problem med direkta observationer är att observatören endast kan hinna med ett antal observationer samtidigt. Detta medför att kvaliteten på datamaterialet troligtvis blir varierande beroende på förutsättningarna. En annan nackdel med direkta observationer är att respondenterna kan ändra sitt beteende. (Dahmström, 1991)

I denna studie genomfördes två observationer och anledningen till att direkta observationer valdes var för att noggrant kunna mäta och utvärdera de två undersökta produkterna på byggarbetsplatsen, för att på bästa sätt kunna besvara forskningsfrågorna.

2.6.3 Tillvägagångssätt

Studien har genomförts genom att utveckla en problemformulering från olika problem inom byggbranschen, som sedan mynnar ut i tre olika forskningsfrågor. Forskningsfråga 1 ligger till grund för forskningsfråga 2 då produktutvecklingsförslagen delvis baseras på slutsatsen av vilken produkt som är effektivast. Forskningsfråga 3 är oberoende av forskningsfråga 1 och 2 och har skapats ur den teoretiska referensramen.

Analysen följer sedan metodiken i den nyutvecklade modellen. Datainsamlingen som modellen tar hänsyn till består av intervjuer och observationer. När datamaterialet har analyserats kan studiens forskningsfrågor och problemformulering besvaras i kapitlet slutsatser. Metodiken visas i Figur 2.2.



Figur 2.2: Studiens analysmodell.

Empiriska studien

Inför datainsamlingen var det första att kartlägga vad målet med studien var samt vilken typ av information som var nödvändig att samla in för att uppnå målet. Informationen togs dels reda på genom att kartlägga behovet från fallföretaget, BAC Såg och Hyvleri, som beställt studien men även med företagets kunder. BAC Såg och Hyvleris främsta behov var att utvärdera nyttan med produkten råsponslucka med integrerad papp. Två respondenter, Person A och Person B (Se Bilaga 2) kontaktades via mejl och telefon där de fick frågan:

”Vad skulle du (som kund) vilja få ut av en undersökning mellan dessa två produkter? Det vill säga, vad är mest intressant för dig att få reda på?”

Svaren på frågorna återfinns i Tabell 4.10. Utifrån kundönskemålen gick studien vidare med att bestämma ett teoretiskt verktyg som kan bidra till att svara intressenternas behov och således forskningsfrågorna. Verktyget blev värdeflödesanalys och datainsamlingen följer Rother och Shook (1999) väg för att identifiera ett nuläge för respektive produkt. Anledningen till att värdeflödesanalys valdes var för att det ger en kommunikativ bild av alla aktiviteter i värdekedjan och visar fakta som kunderna direkt eller indirekt efterfrågar, till exempel värdeskapande tid och icke värdeskapande tid i form av tid för omarbeten, väntan, transporter. Med värdeflödesanalys i grunden var tanken att använda och utveckla metoden för att stödja produktutveckling.

Primärdata

Primärdata utgjordes av intervjuer och observationer. Sex intervjuer genomfördes med arbetstagare som alla hade arbetat med de undersökta produkterna tidigare och två observationer genomfördes i Svealand. Beskrivning av respondenterna återfinns i Bilaga 2.

Intervjuer

Det målinriktade urvalet utgjordes av tre personer med inköpsrelaterad bakgrund och tre personer från produktion. Anledningen till denna blandning var att fånga upp behov från de personer som arbetar med utveckling och köper in produkten samt behov från respondenter som fysiskt arbetar med produkten. För att få tag i lämpliga respondenter kontaktades kunder till BAC Såg och Hyvleri. Respondenterna förmedlades via BAC Såg och Hyvleri och Person B.

Inför intervjuerna gjordes en intervjuguide som undersökaren kunde förhålla sig till (se Bilaga 6) under intervjun. Intervjuguiden skapades med inspiration från Kim och Mauborgne (2005) schema för kartläggning av kundnytta (se avsnitt 3.1.4). Omkring en vecka innan intervjun genomfördes skickade undersökaren intervjuguiden till respondenten sådan att han/hon hann titta igenom frågorna och tänka igenom svaren. Anledningen till detta var att undersökaren ansåg att vissa av frågorna var för svåra att svara spontant på.

Före intervjun förtydligade undersökaren att svaren kommer behandlas anonymt och syftet med detta var att respondenterna inte skulle känna sig hämnade att tala fritt. Under intervjun var undersökarens mål att få till en bra diskussion om syftet med produkten och förknippade risker, vilket medförde att ordningen på frågorna ändrades i vissa tillfällen samt att följdfrågor ibland kunde ställas.

För att vara säker på att svaren skulle tolkas rätt av undersökaren spelades alla intervjuer in. Vid renskrivning av intervjuanteckningarna lyssnade undersökaren på ljudinspelningen och skrev ned svaren. Vid osäkerheter kontaktades respondenterna för förtydligande. Alla respondenter erbjöds att få svaren skickade via mejl för korrekturläsning men endast en respondent ville det.

Observationer

Förberedelserna omfattade genomgång av boken ”Learning to see” av Rother och Shook (1999) vilket resulterade i ökad förståelse för värdeflödesanalys hur metoden ska utföras på plats. Ett antal frågor förbereddes och ställdes till byggnadsarbetarna under observationens gång. Två av frågorna var:

Hur gick detta projekt tidsmässigt gentemot andra projekt med råspontlucka?

Anledningen till att denna fråga ställdes var att förstå hur projektet gått tidsmässigt i förhållande till andra genomförda projekt med råspontlucka. Detta för att bedöma om den totala ledtiden vid bygget var representativt för arbetsmomentet.

Är det något specifikt moment med råspontluckorna som kan medföra kvalitetsbrister?

Denna fråga ställdes eftersom byggnadsarbetarna är väl insatta i takläggningsmomentet och vet således vad som brukar kunna gå fel. Ett annat syfte var att bekräfta tidigare respondenters svar.

För att minska risken för beteendeändring hos byggnadsarbetarna vilket skulle kunna medföra missvisande resultat, kontaktades ansvarig byggnadsarbetare inför observation, där studiens syfte förklarades samt att företagets och byggarbetarnas namn förblir anonyma i studien. Vidare förklarades det att projektet kommer videospelas, men att det endast var för att höja trovärdigheten hos studien och att ingen utomstående får ta del av videomaterialet.

Under observationen undvek observatören i största möjliga mån att konversera med byggnadsarbetarna när bearbetning skedde. Detta för att inte påverka studiens resultat. Vidare videospelades projekten för tidsmätning av värdeskapande och icke värdeskapande aktiviteter. Vid videospelningen användes stativ och videokamera.

För observation 1 där den konventionella metoden användes arbetade byggnadsarbetarna delvis parallellt på båda sidor av huset, vilket resulterade i att observatören tog ett beslut att videofilma en hel sida komplett och sedan övergå till nästa sida. Den ena sidan kunde därmed anses vara representativ för båda sidor i tidsåtgång då de var symmetriska.

För observation 2 med den nyutvecklade produkten arbetade byggnadsarbetarna med en sida i taget på taket vilket medförde att båda byggnadsarbetarna kunde följas under hela takläggningsmomentet.

Sekundärdata

Sekundärdata återfinns i den teoretiska referensramen och det empiriska kapitlet. Informationen kommer från böcker, rapporter, vetenskapliga artiklar, elektroniska källor samt interna arbetsdokument och besiktningssprotokoll. När undersökaren sökte efter litteratur användes databaser som exempelvis LUCIA, LIBRIS, Google Scholar, Sciencedirect och Emerald. Sökorden varierade mellan svenska och engelska beroende på vad för typ av litteratur som eftersträvades.

Analys

Vid analys av det empiriska materialet användes metodiken i den nyutvecklade modellen från värdeflödesanalys som stödjer produktutveckling, se avsnitt 3.6. Vid bedömning av vilken produkt som var effektivast var en central del att utvärdera monterings tiden för båda produkter. Istället för att utvärdera tidsskillnaden mellan husen vid observationerna tog undersökaren ett beslut att utvärdera tidsskillnaden mellan huset vid observation 1 och garaget vid observation 2. Detta beslut togs då förutsättningarna vid huset och garaget var relativt lika, sett till taklutning och komplexitet. Vid tidbedömningen användes allt tillgängligt videomaterial och utifrån videospelningen kunde undersökaren kategorisera byggnadsarbetarnas rörelser utifrån värdeskapande och icke värdeskapande aktiviteter.

Vid analys av slöseriet på byggarbetsplatsen modifierades de sju slöserier som Liker (2004) beskriver (se kapitel 3.3), till fem slöserier där överproduktion, överarbete eller felaktig bearbetning och lager avlägsnades medan det nödvändiga men icke värdeskapande slöseriet planering lades till. Anledningen till att de sju allmänt vedertagna slöserierna modifierades beror på att slöserierna anpassades till byggprojekt. Överproduktion inträffar inte i byggprojekt eftersom tillverkningsmetodiken kan efterliknas ett dragande system där produkter tillverkas på beställning. Överarbete eller felaktig bearbetning och lager avlägsnades eftersom slöserierna främst förknippas med fabriksstillverkning. Slöseriet planering lades till eftersom byggnadsarbetarna dagligen måste förbereda produktionsarbetet genom bland annat att granska ritningar och bemöta problem.

2.7 Studiens trovärdighet

För att minska risken att generera fel slutsatser är det enligt Saunders, et al. (2009) viktigt att studien har en hög reliabilitet och validitet. Därför kommer studiens reliabilitet och validitet att utvärderas i nedanstående avsnitt.

2.7.1 Reliabilitet

Reliabilitet handlar enligt Saunders, et al. (2009) om i vilken utsträckning en studie kommer generera samma resultat och slutsatser. Reliabiliteten kan bedömas genom att göra om undersökningen med samma undersökare och/eller nya forskare. För att ha en hög reliabilitet ska nya undersökningar komma fram till samma resultat och slutsatser. (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2009)

Ett hot mot reliabiliteten är kvalitativ forskning, exempelvis med intervjuer och observationer. Respondenterna kan, beroende på situation, säga vad deras chefer vill att de ska säga istället för att uttrycka sina egen åsikter. För att motverka detta problem, är Saunders, et al. (2009) råd att garantera respondenterna anonymitet, vilket denna studie också gjort. Andra hot i intervjusammanhang kan vara om flera undersökare gör separata intervjuer med respondenter. Problemet i dessa sammanhang kan vara att undersökarna har olika intervjumetodiker vilket mer eller mindre kan påverka resultatet. Då samma undersökare genomförde alla intervjuer var detta aldrig något problem.

Om fler studier genomförs, exempelvis med andra respondenter och observationsobjekt, är det troligt att andra slutsatser hade kunna dragits. Det är ett generellt problem med kvalitativ forskning och för att minska detta problem skulle fler intervjuer och observationer kunna genomföras.

2.7.2 Validitet

Validitet handlar enligt Saunders, et al. (2009) om studiens slutsatser är hållbara, det vill säga att rätt slutsatser dras utifrån tidigare resultat och analys samt om de mätmetoder som undersökaren genomfört utförts på ett korrekt sätt.

Ett hot mot studiens validitet kan vara att byggnadsarbetarna vid observation 1 och 2 påverkades av att bli observerade och på så sätt att arbetet gick snabbare eller långsammare. Saunders, et al. (2009) skriver detta är ett generellt problem vid observationer som kan påverka validiteten negativt. Undersökaren upplevde vid observationerna att byggnadsarbetarna var oroliga över att resultaten kunde komma att påverka dem på något sätt. För att motverka oron upprepade undersökaren flera gånger att byggnadsarbetarna kommer att vara anonyma och att videomaterialet inte blir publikt.

För att stärka studiens validitet, och således slutsatser, användes videoinspelning vid observationerna och ljudinspelning vid intervjuerna.

3 Teoretisk referensram

Detta avsnitt beskriver litteraturstudien och den utarbetade modellen Utvecklad värdeflödesanalys. Litteraturstudien ger en teoretisk beskrivning av utvalda områden inom kartläggning av kundnytta, värdeflödesanalys, arbete med kvalitetsförbättringar och arbetsmiljö. Modellen ligger sedan till grund för studiens resultat, analys och slutsatser.

3.1 Kundnytta

Vid utveckling av nya produkter är det första steget enligt Kim och Mauborgne (2005) att kartlägga om produkten ger upphov till kundnytta. Vid kartläggandet bör det undersökas huruvida produkten skapar värde för den större massan av köpare (Kim & Mauborgne, 2005). Värde skapas enligt Womack och Jones (2003) av producenter genom att tillverka varor och/eller tjänster som möter kundernas behov till ett specifikt pris och till en specifik tidpunkt. Bergman och Klefsjö (2007) tillägger att företagets produkter ska tillfredsställa och helst överträffa kundernas behov.

Att höja värdet till kunder, genom att erbjuda förbättrade produkter, är ett sätt till att skapa hållbara konkurrensfördelar för företag och leverantörskedjor. Det kan bidra till att öka marknadsandelar, komma in på nya marknader och/eller att öka kundlojaliteten. (Mena, et al., 2002)

3.1.1 Kundbegreppet

Begreppet kund definieras av Bergman och Klefsjö (2007) som

”de personer eller organisationer vår verksamhet är till för det vill säga de vår organisation vill skapa värde för genom våra aktiviteter och produkter”

En organisation kan ha allt från en till flera olika kundgrupper, vilket medför att organisationen måste prioritera vilka kundönskemål som är viktigast. Den som betalar för produkten kan också vara någon annan än den som organisationen ska skapa värde åt. Organisationen bör därför ställa sig frågan; ”Vilka är våra kunder?” och ”Vilka vill vi skapa värde åt?”. (Bergman & Klefsjö, 2007)

3.1.2 Arbete med kvalitetsförbättringar

Angående värdeskapande för kunden så talas det inom kvalitetsutveckling om att det är centralt att sätta kunden i centrum. Med det menas att verksamheten aktivt kartlägger kundernas behov och önskemål, för att sedan med utvecklade varor och tjänster, försöker uppfylla, eller överträffa dessa behov och förväntningar. (Bergman & Klefsjö, 2007)

Begreppet kvalitet är därmed ett relativt begrepp som ställs i relation till kundernas behov och förväntningar och som bland annat bestäms av konkurrensen på marknaden. I och med att nya produkter lanseras förändras kundbehoven och det som tidigare var ett uttalat behov, kan numera vara ett uttalat behov. En produkts kvalitet kan därmed upplevas som starkt försämrad om en produkt med bättre egenskaper än den tidigare dyker upp på marknaden. (Bergman & Klefsjö, 2007)

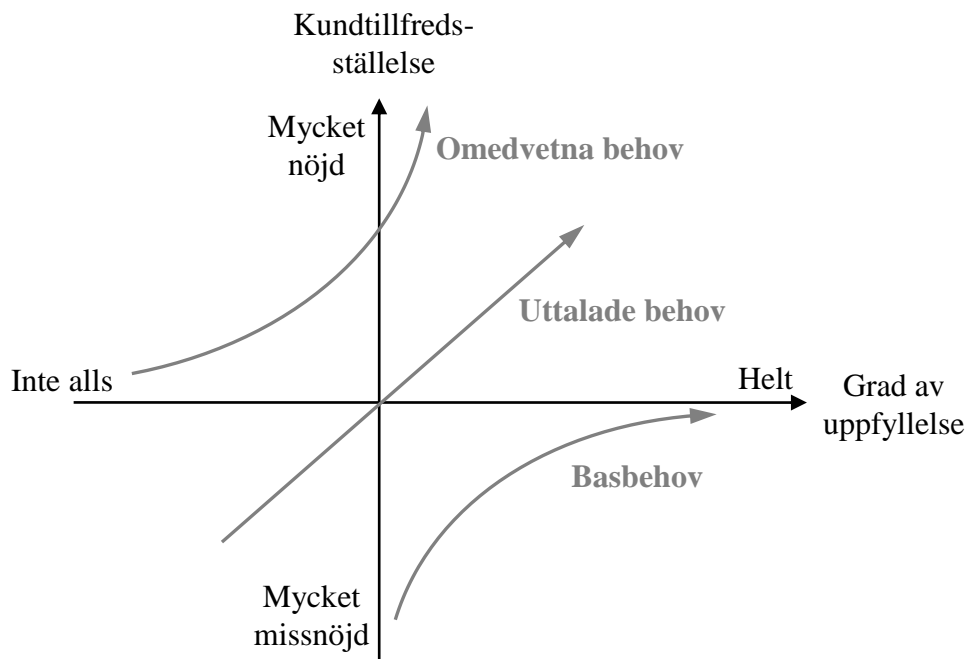
3.1.3 Kanomodellen

Kanomodellen (se Figur 3.1) beskriver hur olika grad av uppfyllda behov skapar olika grad av kundtillfredsställelse. Behoven kategoriseras efter (Bergman & Klefsjö, 2007):

- Basbehov
- Uttalade behov
- Omedvetna behov

Basbehov är grundläggande behov som en vara och/eller tjänst måste uppfylla för att inte skapa missnöjdhet hos kunden. Dessa behov är oftast självklara att kunden vid förfrågan inte redovisar dem. Uttalade behov efterfrågas direkt av kunden. Om ett företag är skickligare än konkurrenterna att uppfylla uttalade behov stärker företaget ofta sin position på marknaden. (Bergman & Klefsjö, 2007)

Omedvetna behov utgörs av behov som kunden vid förfrågan inte kan redovisa. Genom att identifiera omedvetna behov och tillfredsställa de framkallas en ”wow-känsla” hos kunden som medför att företaget får ett attraktivt värde. Genom de omedvetna behoven får organisationen en stor konkurrensfördel som resulterar i lojala kunder. (Bergman & Klefsjö, 2007)



Figur 3.1: Kanomodellen beskriver hur olika grad av uppfyllda behov skapar olika grad av kundtillfredsställelse. Anpassad efter Bergman och Klefsjö (2007).

3.1.4 Kartläggning av kundnytta

För att utvärdera kundnyttan har Kim och Mauborgne (2005) konstruerat ett schema (se Tabell 3.1) där företag på ett strukturerat sätt kartlägger kundbehoven. Författarna använder begreppet nyttoparametrar som de definierar ”olika åtgärder som företagen kan vidta för att bereda kunderna med exceptionella nyttofaktorer”. De nyttoparametrar som betyder mest för kunden är de som företaget bör lägga mest fokus på för att generera störst nyttoeffekt. (Kim & Mauborgne, 2005)

Tabell 3.1: Schema för kundnytta. Modifierad från Kim och Mauborgne (2005).

		Stadier i köparens upplevelsecykel					
		Inköp	Leverans	Användning	Tillägg	Underhåll	Skrotning
Nyttoparametrar	Kundproduktivitet						
	Enkelhet						
	Bekvämlighet						
	Risk						
	Humor och bildspråk						
	Miljövänlighet						

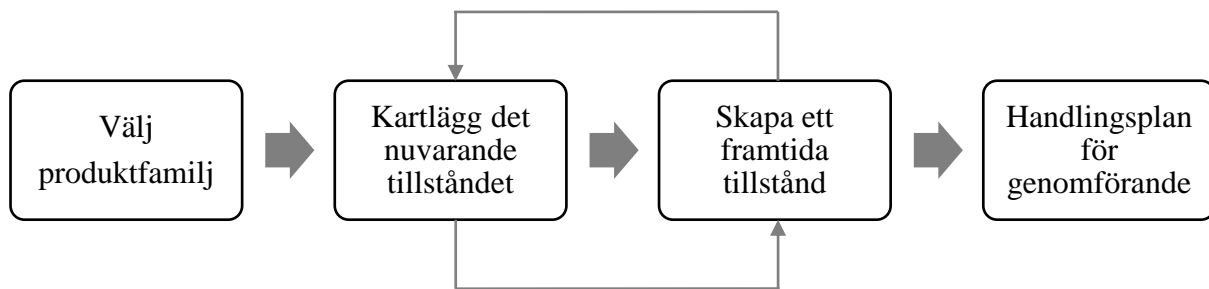
3.2 Värdeflödesanalys

Styrkan med värdeflödesanalys är att visualisera källor till slöseri och eliminera dem genom att implementera ett framtida tillstånd av värdeflödet som kan vara genomförbart inom en snar framtid. Målet är att bygga en produktionskedja där alla processer är länkade till dess kunder, antingen genom ett kontinuerligt flöde eller ett dragande system där alla processer är så nära som möjligt att enbart producera vad kunderna vill ha och när de vill ha det. (Rother & Shook, 1999)

Värdeflödesanalys, ett föredraget verktyg för att stödja och implementera Lean Production (Braglia, et al., 2006; Grewal, 2008), är en papper och penna-teknik som skapar förståelse för material- och informationsflöden för produkter (Rother & Shook, 1999). Principen går ut på att följa produkter uppströms genom produktionen, med start från kunden och bakåt till leverantören, för att vid varje process noggrant rita upp en visuell representation för material- och informationsflödet. Kartläggningen kan användas som ett kommunikationsverktyg, ett planeringsverktyg eller ett verktyg för att hantera och förbättra processer (Rother & Shook, 1999).

Värdeflödesanalys utförs genom att välja en produktfamilj och kartlägga ett nuvarande tillstånd som görs genom att samla in information i fabriken. Informationen används sedan till att skapa ett framtida tillstånd. Pilarna mellan det nuvarande och framtida tillståndet (se Figur 3.2) går åt båda hållen, vilket innebär att skapandet av båda tillstånden delvis sker parallellt. Det sista steget i värdeflödesanalys är att upprätta en handlingsplan som beskriver hur det framtida tillståndet ska uppnås. (Rother & Shook, 1999)

I Figur 3.2 illustreras arbetsgången vid värdeflödesanalys.



Figur 3.2: Arbetsgång vid värdeflödesanalys. (Rother & Shook, 1999)

3.2.1 Lean Production

Lean Production grundades av Toyotas skapare, Eiji Toyoda och Taiichi Ohno i Japan (Modig & Åhlström, 2012). Lean Production, eller Toyota Production System (TPS), har filosofin ”mer värde för mindre arbete” – minskad tid, minskat utrymme, minskade mänskliga insatser, färre maskiner och minskad materialåtgång samtidigt som kundens behov uppfylls (Dennis, 2007). För att klara av detta använder sig TPS bland annat av Just-in-time (JIT) som en grundpelare (Segerstedt, 2008). JIT menas med att komponenter levereras till produktion i rätt tid och på rätt plats (Benton, 2010).

Att skapa mer värde för mindre arbete handlar om att eliminera slöserier och det kan utföras med Leans fem principer (Womack & Jones, 2003):

1. **Specificera värde** – värde kan endast specificeras av kunden och denna princip handlar om att låta kunden bestämma kundnyttan. Värdet kan förvrängas av verksamhetens chefer, ingenjörer och experter vilket kan leda till att företaget tillverkar produkter som kunden inte efterfrågar. Leans första princip handlar därmed om att uttrycka värde i produkter med särskilda förmågor erbjudna till ett specifikt pris genom en dialog med kunden.
2. **Identifiera värdeflödet** – handlar om att kartlägga hela värdeflödet för varje produkt eller produktfamilj. Denna princip utförs sällan av företag men som nästan alltid exponerar enorma mängder av slöseri. Värdeflödet innefattar alla aktiviteter, från skapande till producerande av en specifik produkt, det vill säga från designfasen, genom produktion och vidare till distribution till kund.
3. **Skapa ett kontinuerligt flöde** – denna princip genomförs efter att värde har specificerats och värdeflödet har kartlagts. Principen handlar om att låta de återstående värdeskapande aktiviteterna att flöda¹. För att skapa ett kontinuerligt flöde krävs stabila processer, omvandling av avdelningar till produktteam och reducering av batcher.
4. **Skapa ett dragande system** – handlar om att frånga ett tryckande system till ett dragande system där produkter endast tillverkas när de efterfrågas. Ett dragande system minskar lagernivåer och eliminerar risken för överproduktion.
5. **Sträva efter perfektion** – handlar om att uppfylla de fyra första stegen och att kontinuerligt arbeta med ständiga förbättringar (Womack & Jones, 2003). Ständiga förbättringar, också benämnt Kaizen (Japanska), delas in i flödes-Kaizen och process-Kaizen. Flödes-Kaizen fokuserar på förbättringar i värdeflödet medan process-Kaizen fokuserar på förbättringar i de enskilda processtegen. (Rother & Shook, 1999)

¹ Flöda betyder enligt Womack och Jones (2003) att alla aktiviteter i värdeflödet går kontinuerligt utan stopp, omarbeten eller kassationer.

3.2.2 Valet av produktfamilj

Innan kartläggning av värdeflöden påbörjas ska en produktfamilj väljas som undersökningen fokuserar på. En produktfamilj är en grupp av produkter som passerar genom liknande processteg och som använder gemensamma verktyg. Kunderna till företaget bryr sig om deras specifika produkter, inte alla produkter som tillverkas av företaget. Det är därmed viktigt att den som kartlägger inte går ut i produktion och kartlägger alla värdeflöden. Produktfamiljen ska väljas utifrån kundbehoven och därefter kan undersökningen gå vidare med att kartlägga det nuvarande tillståndet. (Rother & Shook, 1999)

Exempel på produktfamilj kan beskådas i Tabell 3.2 där Produkt A och Produkt B i stor utsträckning utnyttjar liknande resurser vid bearbetning.

Tabell 3.2: Exempel på produktfamilj. Modifierad från Rother och Shook (1999).

		Resurs				
		1	2	3	4	5
Produkt	A	X	X		X	X
	B	X	X	X	X	
	C		X			X
	D	X		X		X

3.2.3 Kartläggning av det nuvarande tillståndet

Kartläggningen startar med att översiktligt rita upp produkternas flöde från utgående leveranser till inkommande gods i fabriken. På denna översiktliga nivå räcker det med att skriva till exempel "svetsning" eller "montering", utan att redovisa alla de ingående aktiviteterna. Kartläggningen ska alltid påbörjas vid den aktivitet som är länkad med kunden, för att sedan gå uppströms genom fabriken. (Rother & Shook, 1999)

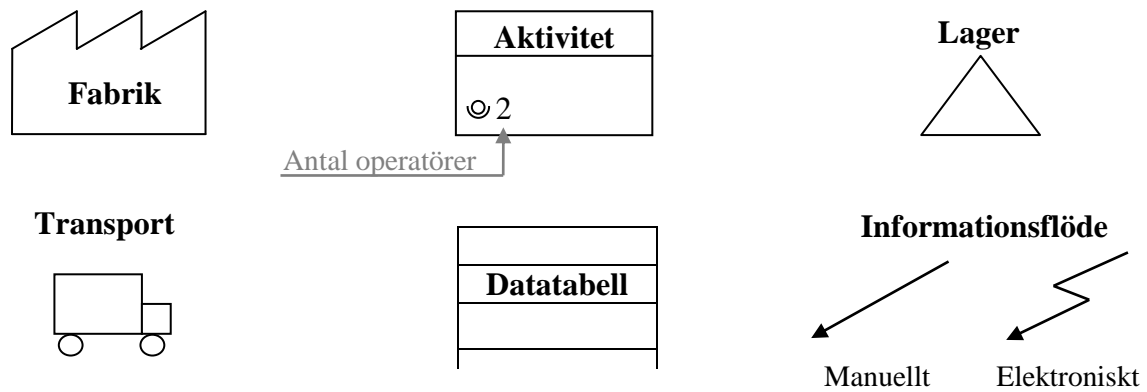
Vid varje bearbetningsstation antecknas cykeltid, ställtid, antal operatörer, den tillgängliga arbetstiden och maskinens tillgänglighet. När mellanlager uppstår i flödet ritas de in i kartan och lagrets storlek anges. Värdeflödet associerar det flesta personer med materialflödet men det finns ett annat flöde, informationsflödet, som talar om vad varje process ska tillverka eller göra härnäst. Material- och informationsflöden lika viktiga och därför ska båda flödena kartläggas. (Rother & Shook, 1999)

För att kartlägga informationsflödet ska undersökaren vid varje process ställa frågan

"Hur vet du vad du ska tillverka härnäst?"

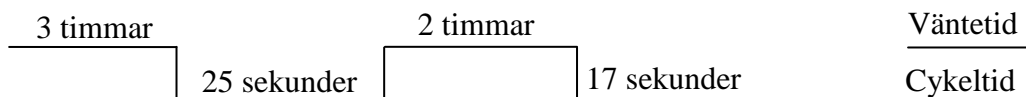
Genom att besvara frågeställningen kan kartläggaren följa informationsflödet genom hela värdekedjan. (Tapping, Luyster, & Shunker, 2002)

Vid konstruerandet av värdeflödeskartan används en uppsättning av standardiserade symboler. Symbolerna representerar olika processer och flöden (Rother & Shook, 1999) och nedan presenteras ett urval av dessa.



Figur 3.3: Urval av standardiserade symboler vid värdeflödesanalys. (Braglia, et al., 2006)

Under processerna finns en tidslinje som representerar tiden för en produkt att ta sig genom värdekedjan, från inleverans av material till transport till kunden (Rother & Shook, 1999). Tidslinjen ska se ut på följande sätt enligt Rother och Shook (1999):



Figur 3.4: Exempel på tidslinjen. (Rother & Shook, 1999)

Genom att addera ledtiderna för varje process och lagertriangel kan den totala ledtiden för produktionen beräknas. Utifrån ledtiderna kan värdeskapande tid och icke värdeskapande tid beräknas och denna kartläggning ligger sedan till grund för skapandet av det framtida tillståndet (Rother & Shook, 1999). Kartläggningen av det nuvarande tillståndet är enligt Serrano, et al. (2008) det mest kostsamma steget i värdeflödesanalys och det beror att insamlingen av data till processtegen tar mycket tid för undersökaren.

3.2.4 Skapandet av ett framtida tillstånd

Vid skapandet av det framtida tillståndet används problemen som identifierats i nuläget (Rother & Shook, 1999). Exempel på problem kan vara för höga lagernivåer eller för mycket onödiga rörelser av personalen (Álvarez, et al., 2009). För att underlätta konstruerandet av ett framtida tillstånd för värdeflödet är det lämpligt att försöka besvara åtta nyckelfrågor¹ i rätt ordning. Baserat på svaren kan ett framtida tillstånd ritas upp. Målet med det framtida tillståndet är att minska lagernivåer genom att skapa ett kontinuerligt flöde eller ett dragande system, som leder till kortare ledtider och minskad kapitalbindning (Rother & Shook, 1999).

3.2.5 Handlingsplan för genomförande

Första steget i handlingsplanen handlar om att bryta ned förändringen i mindre steg eftersom alla förändringar i värdeflödet inte kommer vara möjliga att genomföra samtidigt. Det viktigaste steget är pacemakersteget som hanterar material- och informationsflöden mellan företaget och kunden, och det steget påverkar alla processer uppströms. Med steg delas det framtida tillståndet upp i mer hanterbara delar som underlättar förändringsarbetet. Därefter skapas en ettårig handlingsplan; en tidplan, aktivitetslista, mätbara mål och tydliga milstolpar. (Rother & Shook, 1999)

¹ Mer om nyckelfrågorna: läs Rother och Shook (1999).

3.3 Slöserier

Muda, är ett japanskt ord som kan översättas till slöseri, vilket enligt Womack och Jones (2003) är aktiviteter som förbrukar resurser utan att skapa värde för kunden. Enligt Monden (1993) kan aktiviteter delas upp i tre grupper; icke värdeskapande, nödvändiga men icke värdeskapande och värdeskapande aktiviteter.

Hines och Rich (1997) skriver att icke värdeskapande aktiviteter är rent slöseri som helt bör elimineras. Nödvändiga men icke värdeskapande aktiviteter är svårare att eliminera eftersom det ofta kräver stora förändringar i produktionsprocesserna. Värdeskapande aktiviteter utgörs av aktiviteter som bidrar till att råmaterial eller halvfabrikat omvandlas eller bearbetas genom användning av manuellt arbete. (Hines & Rich, 1997)

Toyota har identifierat sju slöserier (icke värdeskapande aktiviteter) i tillverkningsprocesser vilket beskrivs nedan (Liker, 2004):

1. **Överproduktion** – att tillverka varor som inte är orderbelagda är ett slöseri eftersom det skapar ett överflöd av personal, lager och transporter (Liker, 2004). Överflödiga varor måste lagras, vilket kräver lagerutrymme; hanteras, vilket kräver personal och utrustning; sorteras och omarbetas (Rother & Shook, 1999). Överproduktion hämnar företagets flexibilitet ökar ledtider (Rother & Shook, 1999). Enligt Hines och Rich (1997) är överproduktion det värsta slöseriet.
2. **Väntan** – när tid används ineffektivt uppstår det andra slöseriet väntan (Hines & Rich, 1997). Liker (2004) skriver att när personal står och väntar på varor från tidigare processteg eller andra resurser i form av verktyg och delar så uppstår väntan.
3. **Transporter** – förflyttning av material, till och från lager eller mellan processer är det tredje slöseriet enligt Liker (2004). Hines och Rich (1997) skriver att varorna kan skadas under transportsträckan och att ett ökat avstånd mellan processtegen försämrar kommunikationen och ökar ledtiden.
4. **Överarbete eller felaktig bearbetning** – att utföra onödiga processteg för bearbetning eller att ha en ineffektiv produktion på grund av bristfälliga verktyg och material skapar onödiga rörelser och defekta produkter. När produkter ges en högre kvalitet än vad som efterfrågas av kunden är också ett slöseri. (Liker, 2004)
5. **Lager** – överflödigt lager skapar längre ledtider, risk för inkurans, lagerkostnader, döljer problem såsom variationer i produktion, försenade leveranser från leverantörer och defekter. (Liker, 2004) För att hitta dessa dolda problem måste lagernivåerna minskas enligt Hines och Rich (1997).
6. **Onödiga rörelser** – alla onödiga rörelser för personal såsom att leta efter material, sträcka sig efter verktyg eller att gå längre sträckor är slöseri enligt Liker (2004). Hines och Rich (1997) skriver att onödiga rörelser tröttar ut personalen.
7. **Omarbete** – produktion av defekta enheter skapar omarbeten, reparationer, inspektioner och kassationer vilket tar tid och resurser från företaget (Liker, 2004).

Enligt Liker (2004) finns ett åttonde slöseri vilket benämns som medarbetarnas outnyttjade kreativitet. Detta slöseri uppstår när tid, idéer, kompetens, möjligheter till förbättringar och ökat lärande förloras genom att inte lyssna på de anställda (Liker, 2004).

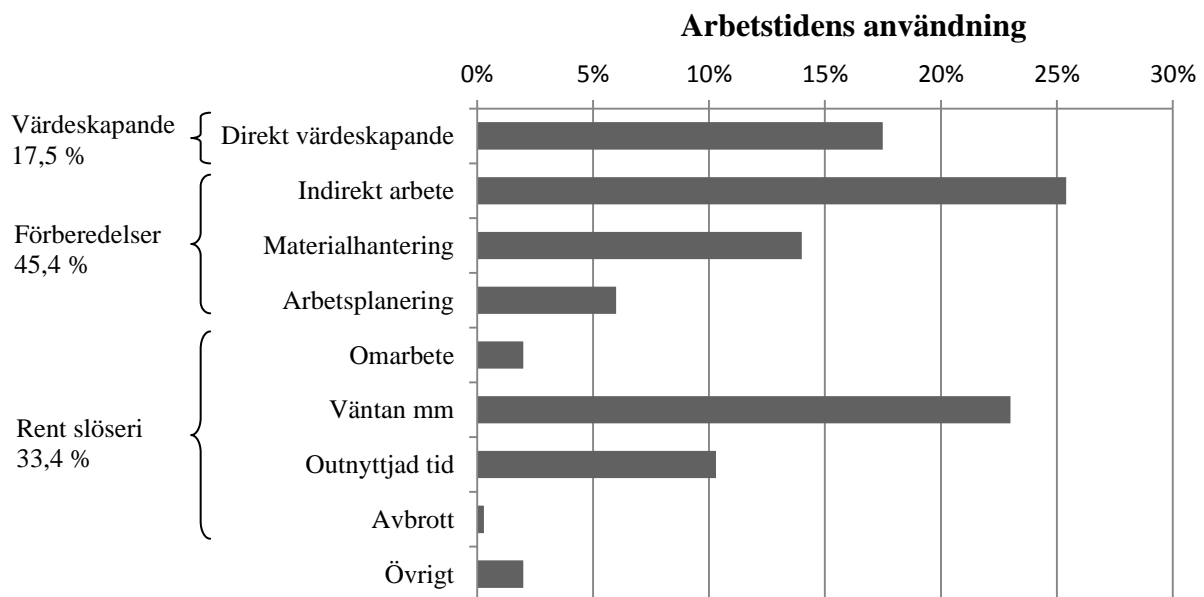
3.3.1 Slöserier i byggprojekt

I Josephson och Saukkoriipi (2005) undersökning av slöserier i husbyggnadsprojekt var 30-35 % av produktionskostnaden hos projektet inte värdeskapande för kunden. Slöseriet sorterades enligt Josephson och Saukkoriipi (2005) upp i fyra huvudgrupper:

- **Fel och kontroller** – kontroller, besiktningar, fel, stölder, skadegörelse och försäkringar uppgick till mer än 10 % av projektets produktionskostnad.
- **Resursanvändning** – avser hur arbetstid, maskiner och inbyggnadsmaterial används. Slöserier i denna kategori är väntan, stillastående maskiner och materialspill, som tillsammans uppgick till mer än 10 % av projektets produktionskostnad.
- **Hälsa och säkerhet** – slöseri knutet till arbetsrelaterade skador och sjukdomar uppgick till omkring 12 % av projektets produktionskostnad.
- **System och strukturer** – utdragna detaljplanprocesser, omfattande upphandlingsprocesser och överflödigt dokumentation uppgick till omkring 5 % av projektets produktionskostnad.

3.3.2 Byggnadsarbetares tidsfördelning

En yrkesarbetares arbetstid kan ses som en spegling av hur väl projektorganisationen, produktionsledningen och produktionsplaneringen fungerar (Josephson & Saukkoriipi, 2005). I Josephson och Saukkoriipi (2005) undersökning observerades en grupp byggnadsarbetare vid nybyggnation av bostäder under 22 dagar och nedan i Figur 3.5 redovisas resultatet:

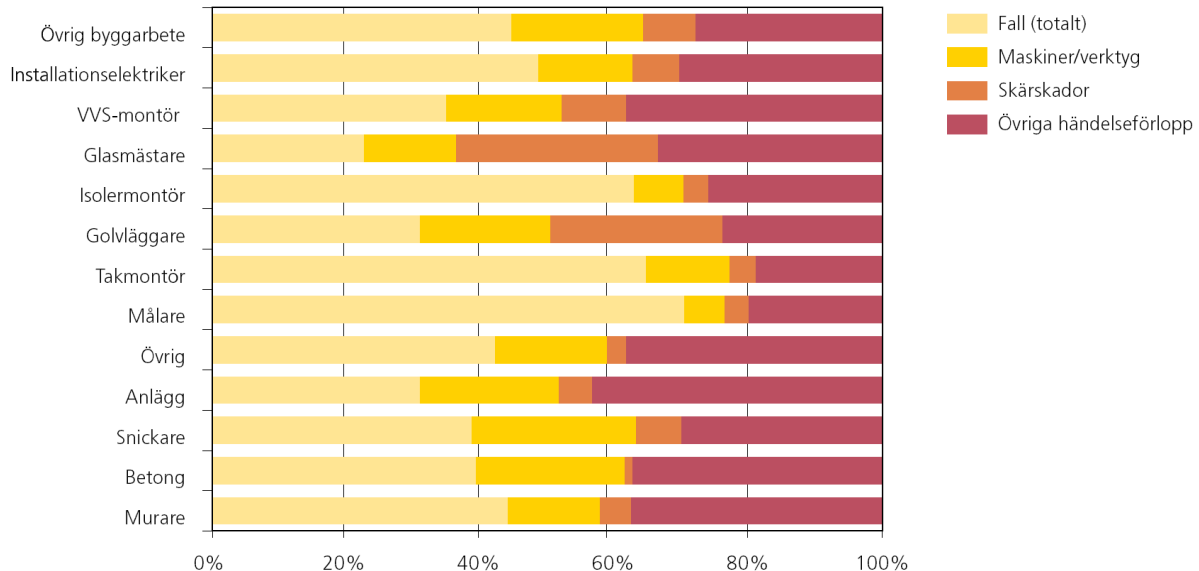


Figur 3.5: Användning av byggnadsarbetares arbetstid. (Josephson & Saukkoriipi, 2005)

3.4 Arbetsrelaterade sjukdomar och olycksfall

Arbetsrelaterade åkommor orsakar kostnader som direkt bekostas av kunden i form av sjukskrivnings- och rehabiliteringskostnader. Personalfrånvaron orsakar dessutom kapacitetsförluster, försämrad kvalitet, ökad administration och kostnader för rekrytering och upplärning av ny personal. Arbetsrelaterade åkommor betalas även indirekt av kunden genom skatten som den allmänna sektorn finansierar. (Josephson & Saukkoriipi, 2005)

Risken för att utsättas för en allvarlig arbetsolycka¹ inom yrkesgruppen bygg och anläggning är mer än dubbelt så stor som för övriga näringslivet i genomsnitt. År 2009-2010 uppgick skaderisken inom yrkesgruppen till 5,6 ‰ för män och 3,3 ‰ för kvinnor. Fallolyckor utgör omkring 40 % av alla allvarliga arbetsolyckor i byggbranschen. I Figur 3.6 finns en sammanställning av de vanligaste orsakerna till mäns allvarliga olycksfall. (AFA, 2012)



Figur 3.6: De vanligaste skadeorsakerna fördelat på yrkesgrupper i byggbranschen. För skador mellan år 2005-2011. (AFA, 2012)

3.4.1 Arbetsföreskrifter vid tunga lyft

Vid hantering av tunga bördor och laster² finns det allmänna bestämmelser som reglerar arbetsgivarens roll och som ska skydda arbetstagare från eventuellt framkomna skador (AFS 2000:1). AFS 2000:1 skriver att produkter med följande egenskaper ökar risken för skador i ryggpartiet:

- är för tung eller för stor,
- är otymplig eller svår att få grepp om,
- är instabil eller har ett innehåll som kan förskjutas,
- är placerad på ett sätt som kräver att man håller eller hanterar den på ett visst avstånd från kroppen eller så att man böjer eller vrider bålen,
- på grund av sin yttre form och/eller sin beskaffenhet kan utgöra en skaderisk för arbetstagarna, särskilt i händelse av en sammanstötning.

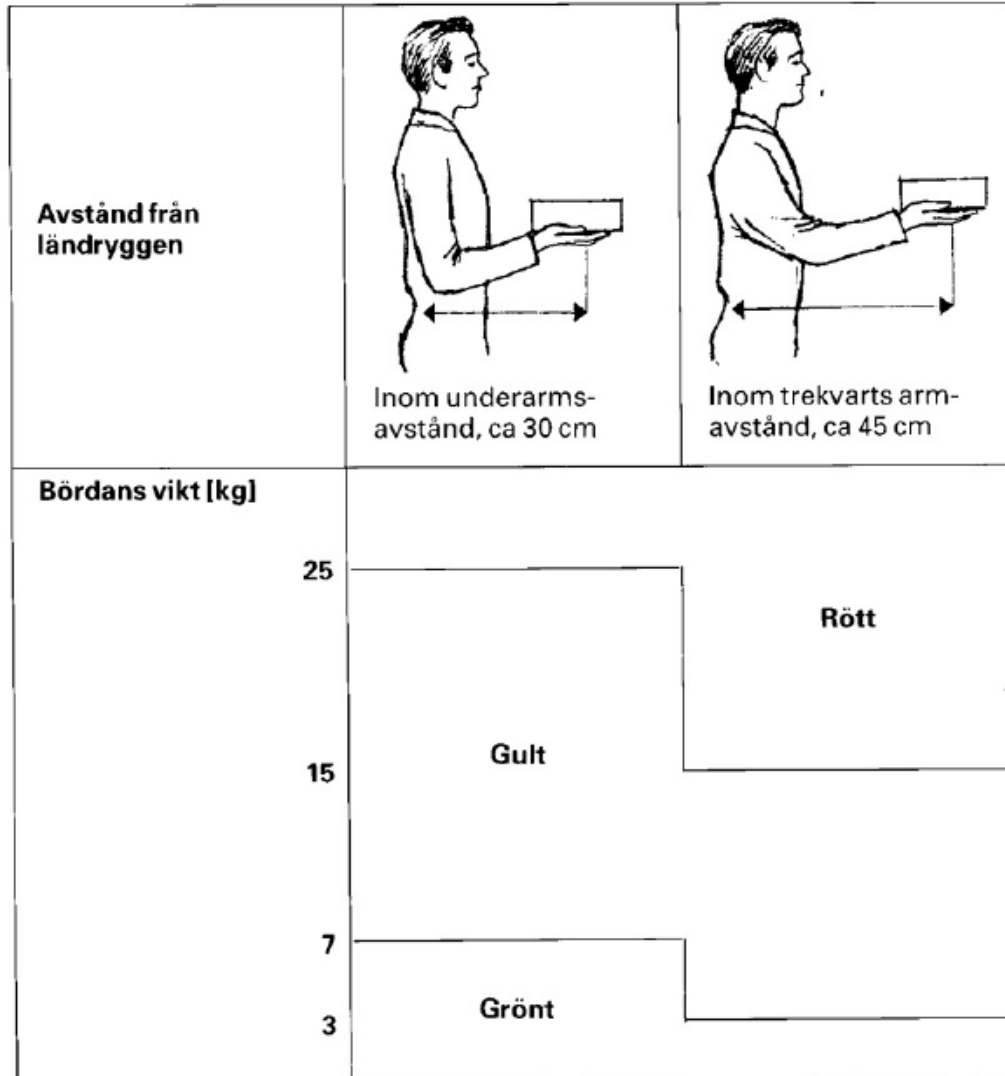
Risken för skador i ryggpartiet påverkas också av arbetsmiljöns utformning, exempelvis om det inte finns tillräckligt med utrymme i höjdlid för att utföra arbetet, om golvet är ojämnt och därigenom medför risk för snubbling eller om underlaget är halt i förhållande till arbetstagarens skodon. (AFS 2000:1)

¹ Allvarlig arbetsolycka definieras av AFA (2012) som arbetsolyckor som leder till mer än 30 dagars sjukfrånvaro och/eller medicinsk invaliditet.

² Föreskriften AFS 2000:1 definierar manuell hantering av bördor och laster som ”alla slags transporter eller förflyttningar av laster där en eller flera arbetstagare lyfter, sätter ned, skjuter, drar, bär eller flyttar en last som, på grund av dess egenskaper eller på grund av ogynnsamma ergonomiska förhållanden, medför risk för att arbetstagarna skall drabbas av skador, särskilt i ryggen.”

3.4.2 Modell för bedömning av lyft

Modellen för bedömning av lyft fokuserar på två faktorer; bördans vikt och hur långt framför kroppen bördans tyngdpunkt är lokaliserad. Modellen tar inte hänsyn till andra relevanta faktorer såsom lyftfrekvens, hur lång tid lyftarbetet pågår, lyfthöjder och bördans greppbarhet. Modellen gäller för både män och kvinnor. (AFS 1998:1)



Figur 3.7: Modell för bedömning av lyft. (AFS 1998:1)

Tabell 3.3: Förklaring av rött, gult och grönt område i AFS 1998:1 modell.

Olämpligt	Värdera närmre	Acceptabelt
<p>”Belastningarna i arbetet har en sådan storlek och karaktär att alla eller flertalet av arbetstagarna riskerar att drabbas av belastningsbesvär på kort eller lång sikt.”</p>	<p>”Belastningarna i arbetet har en sådan storlek och karaktär att ett icke obetydligt antal arbetstagare riskerar att drabbas av belastningsbesvär på kort eller lång sikt.”</p>	<p>”Belastningarna i arbetet har en sådan storlek och karaktär att ingen eller bara enstaka arbetstagare riskerar att drabbas av belastningsbesvär.”</p>

Tabell 3.4: Rekommendationer för rött, gult och grönt område. (AFS 1998:1)

	Lyft inom det röda området bör omgående åtgärdas för att eliminera eller minska risken för arbetsskador om det inte finns särskilda skäl till att avvakta med åtgärder. AFS 1998:1 skriver att det till exempel kan vara mycket stora praktiska svårigheter att snabbt åtgärda briserna som medför risker eller att särskilt utvalda arbetstagare fått särskild kunskap om riskerna och färdighet i att undvika dem.
	Lyft inom det gula området bör undersökas noggrannare för att bedöma den slutgiltiga graden av risk, exempelvis genom att ta hänsyn till lyftfrekvens, tempo och varaktighet.
	För riskgrupper inom det gröna området (gravida, minderåriga eller arbetstagare som nyligen varit sjuka) rekommenderar AFS 1998:1 en viss försiktighet till lyft.

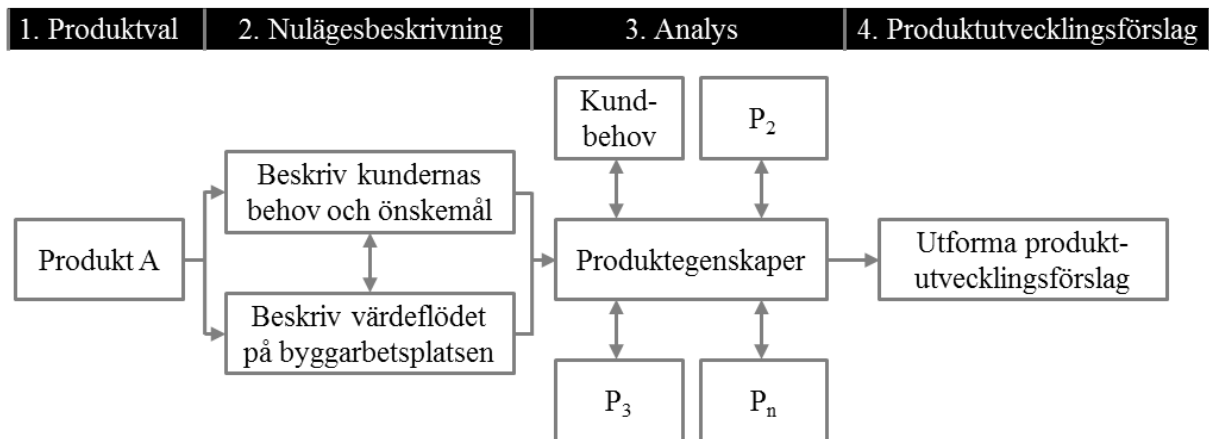
3.5 Lärandekurvor

Produktionen, av en särskild produkt, blir effektivare allt eftersom en individ eller bransch får mer erfarenhet. Genom att kvantifiera relationen som beskriver vinsten i effektivitet när antalet producerade produkter ökar, kan ledningen noggrant förutspå den slutliga kapaciteten i befintliga anläggningar och produktionskostnaden per enhet. (Nahmias, 2009)

Det som påverkar lärandekurvor är förutom individens skicklighet bland annat produktionsmetoder och produktdesign. När individen erhåller mer erfarenhet eller när processerna förbättras, kommer den totala produktionstiden att minska (vidareutvecklat resonemang finns beskrivet i Bilaga 1). (Nahmias, 2009)

3.6 Utvecklad värdeflödesanalys

Genom att utgå från tidigare presenterade teorier om värdeflödesanalys, arbete med kvalitetsförbättringar och kundbehov kan en modell presenteras som stödjer produktutveckling. Modellen, utvecklad av studiens grundare, består av fyra steg och presenteras i Figur 3.8.



Figur 3.8: Utvecklad värdeflödesanalys som stödjer produktutveckling i byggbranschen.

Målet med modellen är att generera kundanpassade produktutvecklingsförslag som förbättrar produkten ur ett antal definierade parametrar (Kundbehov, P_2 , P_3, \dots, P_n). Anledningen till att kundbehov valts som en analysparameter är för att kundbehov enligt Bergman och Klefsjö (2007) är i centrum vid alla kvalitetsförbättringar. De andra parametrarna bestäms av undersökaren. Nedan förklaras steg ett till fyra i modellen.

1. Produktval: Undersökaren väljer en produkt som ska förbättras.

2. Nulägesbeskrivning: Undersökaren kartlägger det nuvarande tillståndet hos produkten genom att beskriva kundernas behov och önskemål samt värdeflödet på byggarbetsplatsen. För att optimera nulägesbeskrivningen bör undersökaren beskriva nuläget utifrån de valda analysparametrarna i steg tre. Detta steg genomförs för att undersökaren ska få god förståelse om syftet med produkten och hur produkten bearbetas på byggarbetsplatsen.

Vid identifiering av kundbehoven bör undersökaren likt Bergman och Klefsjö (2007) besvara: ”Vilka är våra kunder?” och ”Vilka vill vi skapa värde åt?”. Efter att kundgrupp(er) valts går undersökningen vidare med att identifiera kundbehov genom en lämplig undersökningsmetod. För att erhålla mer djupgående svar rekommenderas kvalitativa intervjuer med personer som är välbekanta med produkten, exempelvis personer verksamma inom inköp, produktansvar, arbetsledning och/eller byggnadsarbetare.

Genom att direkt observera produkten på byggarbetsplatsen kan undersökaren se hur produkttegenskaperna påverkar de valda analysparametrarna och utifrån det ge en noggrann nulägesbeskrivning. Det rekommenderas att undersökaren identifierar kundbehoven före observationen med anledning av att uttalade kundbehov noggrannare kan observeras på byggarbetsplatsen.

För att undersökaren ska ha möjlighet att i efterhand titta på observationsmaterialet rekommenderas det att observationen videoinspelas. Eventuella behov som undersökaren identifierat genom observation på byggarbetsplatsen men som inte framkommit vid identifiering av kundbehoven kan i efterhand diskuteras med kunder.

3. Analys: I detta steg analyseras produkttegenskaper i relation med kundbehov, P_2, P_3, \dots, P_n . Kundbehoven kan analyseras genom att granska i vilken grad företaget uppfyller kundernas behov och önskemål. Beroende på graden av uppfyllelse kan områden identifieras för förbättringar. Övriga analysparametrar får undersökaren själv bestämma hur de ska analyseras.

4. Produktutvecklingsförslag: Baserat på nulägesbeskrivningen och analysen kan undersökaren utforma produktutvecklingsförslag till företaget.

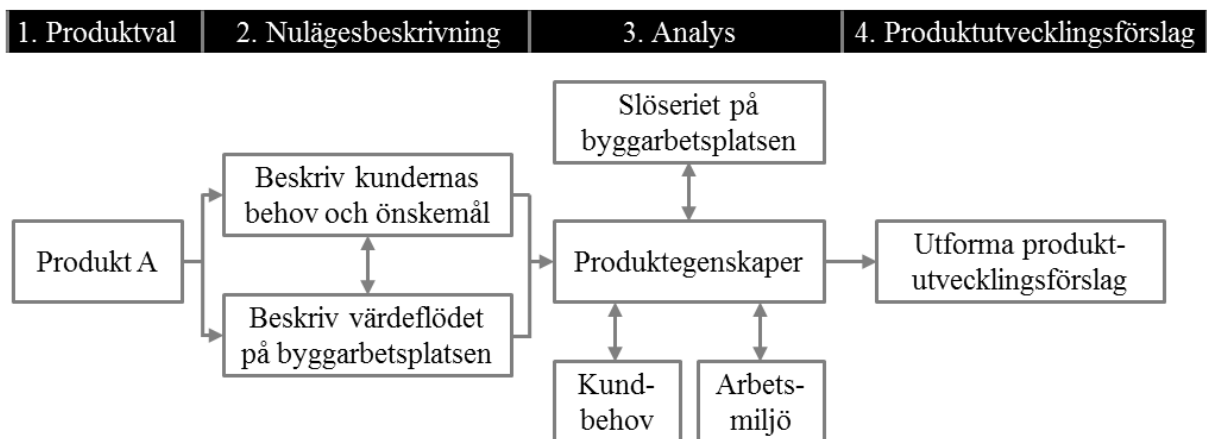
3.6.1 Studiens modell för produktutveckling

I denna studie har parametrarna kundbehov, slöseriet på byggarbetsplatsen och arbetsmiljö valts. Med arbetsmiljö menas hur produkten, för byggnadsarbetare, är att arbeta med sett ur ett arbetsmiljöperspektiv. Parametrarna valdes för att kunna besvara studiens forskningsfrågor och problemformulering. Tabell 3.5 förklarar hur parametrarna ska analyseras.

Tabell 3.5: Förklaring av studiens analysparametrar.

Kundbehov	Kundbehoven analyseras genom att granska i vilken grad företaget uppfyller kundernas behov och önskemål. Beroende på graden av uppfyllelse kan områden identifieras för förbättringar. De framkomna behoven kommer också rimlighetsbedömas, det vill säga om det tillverkande företaget har möjlighet till att uppfylla behoven.
Slöseriet på byggarbetsplatsen	Med denna analysparameter kan undersökaren identifiera vilka aktiviteter byggnadsarbetarna främst lägger tid på, om de är värdeskapande eller icke värdeskapande och vilka beteenden produktens egenskaper framkallar för hantverkarna på byggarbetsplatsen. Genom att analysera monterings- och uppkomna kvalitetsbrister kan en slutsats dras om vilken produkt som är effektivast. Slutligen kommer en bedömning göras om kundernas önskemål kan bidra till att skapa produkter som minskar slöseriet på byggarbetsplatsen.
Arbetsmiljö	Den tredje analysparametern analyserar vilket beteende och vilka skador produkterna orsakar hos hantverkarna. Analysen kommer ta hänsyn till AFS riktlinjer för lyft samt bedöma hur kundernas önskemål på produktmodifikationer är ur ett arbetsmiljöperspektiv. Detta för att kunna bedöma vilken produkt som är bäst ur ett arbetsmiljöperspektiv samt om nya idéer kan förbättra arbetsmiljön för hantverkarna. Denna analysparameter kan bidra till att skapa mer ergonomiska produkter som reducerar skadefrekvensen för hantverkare.

I Figur 3.9 illustreras studiens produktutvecklingsmodell.



Figur 3.9: Studiens modell för produktutveckling.

4 Resultat

Detta kapitel presenterar resultat från datainsamlingen som utgörs av intervjuer från personer inom inköp och produktion samt genom platsobservationer. Syftet med kapitlet är att ge ett underlag för vidare analys och slutsatser som resulterar i att studiens forskningsfrågor besvaras. Resultatet har delats upp efter Utvecklad värdeflödesanalys andra steg (Nulägesbeskrivning) med rubrikerna; Beskrivning av kundbehov och Beskrivning av värdeflödet på byggarbetsplatsen.

4.1 Beskrivning av kundbehov

Sex intervjuer genomfördes, i juni år 2012, med respondenter som arbetar inom inköp eller produktion på företag som är BAC Såg och Hyvleris kunder. I Bilaga 2 presenteras respondenternas yrkesroll, där Person A-C arbetar inom produktansvar eller inköp medan Person D-F arbetar inom arbetsledning eller som byggnadsarbetare.

4.1.1 Respondenternas syn på råspontluckan

I följande avsnitt har respondenternas behov delats upp i tre olika kategorier; uttalade behov, respondenternas syn på råspontluckans standardmått och viktiga parametrar för respondenterna vid införande av nya produkter.

Uttalade behov

Anledningen till att Person As företag använder råspontluckan är för att de såg en vinning i tid och stabilitet hos luckan producerad av BAC Såg och Hyvleri. Person A säger att: ”montagetiden har drastiskt minskats när vi gick från lös råspont till råspontluckor”.

Tabell 4.1: Uttalade behov hos respondenterna för råspontläggning.

Behov	Kommentar	Person A	Person B	Person C	Person D	Person E	Person F
Kort monterings- tid	Syftet med råspontluckan är att det ska gå snabbare att lägga tak i förhållande till takläggning med lös råspont.	X	X	X	X	X	X
Stabilisera upp taket	Råsponten ska låsa takstolarna med varandra så att byggnadsarbetare och slutkund kan gå på taket när det ska pappläggas, läktas och läggas takpannor.	X	X				

Estetik	Den del av råsponluckan som är synlig för slutkund ska vara av högre kvalitet och se bra ut. Luckan får inte ha för mycket kvisthål och/eller för mycket vankant.	X	X				
Skräddarsydda takluckor	Tillverka skräddarsydda takluckor eftersom de kan förbättra arbetsmiljön för byggnadsarbetare, eliminera spill och sänka monterings tiden. "Eurocode har medfört att fler c/c-mått på takstolsindelningen uppkommit, som inte följer standardmättet på 1,2 meter c/c-avstånd. Det har inneburit att ett utökat behov att skräddarsy takluckor" säger Person A.	X	X				X
Minska tiden på taket	Minimera riskfylld tid på taket för byggnadsarbetarna med tanke på fallrisken.		X				
Minska förflyttningar	Minska förflyttningar på taket.						X
Hålla planerade tider	Takläggningen ska hållas enligt de enhetstider som byggnationen planerats efter.					X	
Anpassade efter takstolsindelning	Råsponluckan med dess standardmått ska vara anpassad efter takstolsindelningen.	X					
Större råsponluckor	Tillverka mycket större luckor än dagens format, för att så fort som möjligt erhålla ett tätt tak.		X				
God passform	Kvalitetsmässigt ska råsponluckan ha en jämn kvalitet vid hopsättning med andra luckor.						X
Rätt kvalitet på virket	För Person Bs företag är det viktigt att hitta rätt kvalitet på virket för att inte få problem med mögelpåväxt. För regioner som är mer fuktutsatta krävs en högre kvalitet på virket.		X				

Flytta fler arbetsmoment till fabrik	Person C anser att det är bra att fler arbetsmoment görs i fabrik eftersom det blir jämnare kvalitet samt att eventuella kvalitetsbrister upptäcks tidigt i kedjan.			X			
Användas temporärt till landgång	Råspontluckor används ibland temporärt som landgång på vindar. Om det finns råspontluckor över efter takläggningen kan de användas till väggar. Detta är ett sekundärt behov förtydligar respondenterna.	X				X	X

Utvecklat resonemang kring skräddarsydda takluckor och förslag på förbättring

Person A menar att företaget inför varje husbyggnadsprojekt gör en takplan där c/c-avstånd för takstolarna tydligt framgår. Person A säger att företaget skulle kunna skicka takplanen till en tillverkare av underlagstak, exempelvis BAC Såg och Hyvleri, som sedan, utifrån ritningarna, beräknar exakta längder på råspontluckorna. Utifrån beräkningarna kan leverantören tillverka skräddarsydda luckor för projektet och märka upp de i nummerföljd till monteringen. Exempelvis kan de märkas sådan att lucka ett hamnar i ena hörnet på huset, för att sedan montera på lucka två, tre, fyra och så vidare. Person A anser att ett syfte är att med takluckor är att slippa en massa spill, men säger att omkring fem till tio procent kapas bort, vilket beror på luckornas standardmått. Person A säger att med lite mer planering och anpassningsbara luckor borde spillet kunna gå mot noll procent. (Person A, 2012)

Person F är inne på liknande resonemang som Person A och säger att konstruktörerna kan skicka över ritningar på huset till en taktillverkare, som ritar upp taket med takluckor, där varje lucka har en specifik plats. I buntarna kan varje lucka märkas likt metodiken för armering där det kan stå ”position 1, plan 1”. Standardmått på luckorna medför att mycket spill uppstår på grund av anpassning till takstolar. (Person F, 2012)

Person A säger att om luckorna anpassas efter varje enskilt projekt blir de mindre och lättare. Person A säger att ”det är ju helt onödigt att lyfta upp en lucka som är 3,60 meter på ett tak, och sedan ska man kapa bort 60 cm utav den. Först och främst är den 60 cm tyngre än vad den behöver vara plus att det blir 60 cm spill”. Genom att måttanpassa luckor blir det en vinning ur flera aspekter säger Person A.

Respondenternas syn på råsponsluckans standardmått

Tabell 4.2: Respondenternas syn på råsponsluckans standardmått.

Aspekter	Kommentar	Person A	Person B	Person C	Person D	Person E	Person F
Standardlängderna är bra i dagens format	Standardstorlekarna är enligt Person D bra och lätthanterliga så länge takstolarna har ett c/c-avstånd på 1,2 meter. I de projekt där Person C, Person E och Person F är verksamma inom, används främst råsponsluckan med mått 3600x540 mm. Det beror på att en större yta kan takläggas och därför används i princip inte den mindre luckan på 2400x540 mm.			X	X	X	X
Större råsponsluckor än 3600x540 mm blir för tunga och otympliga	Gränsen av vad en byggnadsarbetare klarar av att arbeta med går vid 3600x540 mm. Längre luckor än 3600 mm blir för otympliga att arbeta med, beroende på vikt och längd. ”Det utbud som finns idag räcker för oss, och det fungerar bra” säger Person C.			X		X	X
För mycket spill	Om takstolarna har ett annat c/c-mått än 1,2 meter, måste luckorna kapas för att få rätt längd. Ibland säger Person D att luckan måste kapas av uppemot en meter.	X			X		X
Tillverka skräddarsydda råsponsluckor	Person A anser att bredden är bra på luckorna men att längderna bör vara mer anpassningsbara efter takstolarnas indelning. Person A menar att om luckorna skräddarsys till ett hustak skulle det kanske behövas mellan fem till tio olika längder på luckorna.	X	X	X			X

Större råspontluckor	Person B tror att montagetiden och totalkostnaden minskar om större råspontluckor tillverkas. Person B säger att de nya råspontluckorna med papp skulle tjäna på att gå upp i storlek eftersom skarvarna tätas med remsor. ”Ju färre skarvar desto snabbare går det, och det blir mindre risk för att det ska läcka någonstans” säger Person B.		X				
----------------------	---	--	---	--	--	--	--

Viktiga parametrar för respondenterna vid införande av nya produkter

Tabell 4.3: Viktiga parametrar för respondenterna vid införande av nya produkter.

Parameter	Kommentar	Person A	Person B	Person C	Person D	Person E	Person F
Säkerställa funktion och kvalitet	Undersökning om produkten är funktionsmässigt bättre än befintliga produkter på marknaden och varför den är det. Det viktigt är att det inte blir en kvalitetssänkning med produkten säger Person F. Person C menar på att eventuella reklamationer kan bli mycket kostsammare än om företaget sparar några extra kronor vid inköpet, speciellt eftersom taket är en känslig del av huset.	X	X	X	X	X	X
Ergonomi	Om produkten är lika bra kvalitetsmässigt skulle Person E och Person F titta på andra parametrar som om produkten är lätthanterlig (vikt), lättare att lägga och bättre ergonomiskt utformad för hantverkarna.					X	X
Pris	Priset på produkten i jämförelse med andra på marknaden.			X	X		
SP-godkännande	Det är viktigt med ett SP-godkännande sådan att produktens kvalitet garanteras.			X			

Miljöaspekter	Produkten ska vara godkänd ur ett miljöhänsesende för att företaget ska slippa arbeta med extra förebyggande skyddsåtgärder. ”Då finns det ingen anledning att testa” säger Person F.						X
Material- uppbyggnad	Person D hade undersökt vad produkten har för materialuppbyggnad.				X		
Bättre än tidigare produkter	Person B säger att om företaget ska byta produkt, måste den nya produkten vara bättre än den gamla, annars skulle företaget inte orka förändra. Detta eftersom företaget redan har en fungerande lösning med inarbetade arbetsrutiner i alla led. Den nya produkten måste ge någon form av mervärde, genom att vara bättre tekniskt, ge minskad totalkostnad eller ökad kundnytta.		X				
Granskning av leverantör	Om Person Bs företag skulle byta produkt till en ny, skulle de byta till den nya produkten i alla projekt där den används. De skulle alltså inte använda båda produkterna. Därför är det viktigt att leverantören kan leverera volymer i den takt som företaget efterfrågar.		X				

4.1.2 Slöserier

Detta delkapitel har delats upp efter respondenternas svar angående icke värdeskapande moment i värdekedjan och vilka kvalitetsbrister som kan uppkomma vid råspontläggning.

Tabell 4.4: Sammanställning av icke värdeskapande moment för respondenterna.

Moment, icke värdeskapande	Kommentar	Person A	Person B	Person C	Person D	Person E	Person F
Nya produkten är sämre ur en avfallssynpunkt	Spillet går till blandat avfall medan vanliga råspontluckor går i fraktionen trä som är miljövänligare och billigare.		X				
Avfallshantering	Avfallshantering är onödigt eftersom det inte skapar något värde för företaget. Person F menar att om luckorna anpassas i fabrik till varje projekt så skulle inget spill förekomma.						X
Råspontluckor köps i lagervolym	Det innebär att företag XYZ ¹ själva får plocka fram rätt mängd material till respektive projekt. Person C säger att företaget inför luckbeställning vet exakt antal luckor de behöver till varje projekt och menar på att leverantören istället kan paketera in rätt antal luckor märkta med kundens namn. På så sätt skulle kostnader relaterade till materialhantering kunna minska.			X			

Person A, Person D och Person E ser inte att något moment är onödigt eller som inte skapar något värde för företaget.

¹ Företaget är anonymt i studien, varvid det fiktiva bolagsnamnet XYZ använts.

Tabell 4.5: Sammanställning av uppkomna kvalitetsbrister för arbetsmomentet enligt respondenterna.

Kvalitetsbrister	Kommentar	Person A	Person B	Person C	Person D	Person E	Person F
Sprickor och/eller mögelpåväxt på grund av regn.	När råspontluckan spikas fast i takstolen är det viktigt att fukthalten är i nivå med omgivningen. Om detta inte efterföljs kan det hända att luckorna reser sig och lossnar från takstolen. Det kan ske när luckan har blivit fuktutsatt genom regn och svällt.	X			X	X	
Sprickor på grund av solstrålning	När råspontluckan utsätts för solstrålning sänks fukthalten i materialet. Det medför att materialet krymper och om luckan sitter för hårt i takstolen kan den spricka.					X	
Genomtramp på grund av bristfällig skarvplacering	Taket kan bli mjukt om för mycket skarv uppkommer vid ungefär samma ställe mellan takstolarna. Person F säger att det medför en risk för genomtramp på taket.				X		X
Råspontluckan kan ramla isär vid felaktig hantering	Om luckorna inte lyfts på ett korrekt sätt kan de rasa isär i längdled, exempelvis i två delar som byggnadsarbetarna sedan får knacka ihop igen. Person A berättar att klammer och spikbleck har använts för att fästa ihop råsponten, men ingen lösning har varit tillräckligt tillfredsställande.	X		X			
Felplacering	Det finns en risk att olika kvaliteter på råspontluckor blandas ihop och placeras fel på taket.		X				
Felaktig fastsättning	Vid montaget ska varje bräda i råspontluckan spikas med en eller två spik i takstolen beroende på brädans bredd. Finns en risk att hantverkarna glömmer detta.		X				
Kvisthål och vankant	Sänker kvaliteten på råspontluckan och uppfattas negativt av slutkunden.	X					

4.1.3 Arbetsmiljö

Avsnittet presenterar respondenternas syn på arbetsmiljörelaterade problem vid råsponläggning.

Tabell 4.6: Sammanställning av fysiska och psykiska moment för byggnadsarbetarna enligt respondenterna.

Fysiskt/psykiskt moment	Kommentar	Person A	Person B	Person C	Person D	Person E ¹	Person F
Hantera råsponluckor	Fysiskt påfrestande att hantera råsponluckor, i form av lyft, bärande och vridande på taket.	X		X	X		X
Stress	Generellt inom byggbranschen känner sig hantverkarna stressade över att bygga klart i tid.						X
Tänka på fallrisken	Psykiskt påfrestande för byggnadsarbetarna att alltid tänka på fallrisken och vara medvetna om att de kan trampa över kanten.				X		

Tabell 4.7: Sammanställning av arbetsskador som uppkommer vid takläggning enligt respondenterna.

Arbetsskada	Kommentar	Person A	Person B	Person C	Person D	Person E	Person F
Fallskador	Kan uppkomma genom att byggnadsarbetarna ramlar ned från taket, exempelvis mellan takstolarna eller vid andra öppningar.	X	X	X	X	X	X
Förslitningsskador på rygg	Inträffar på grund av att byggnadsarbetare lyfter tunga luckor och går på tak med hög lutning.	X	X	X	X	X	
Skador från byggmaterial	Byggnadsarbetarna kan tappa byggmaterial från taket på varandra som orsakar skador.			X			X
Spik-, kläm- och/eller kapskador	Handrelaterade skador inträffar i form av spik-, såg- och klämskador.	X			X		X

¹ Person E upplever inte att det är något fysiskt eller psykiskt påfrestande moment med takläggningsmomentet, han säger istället att det finns många tyngre moment.

Risker förknippade med takläggning

Tabell 4.8: Sammanställning av risker som respondenterna förknippar med takläggning.

Risk	Kommentar	Person A	Person B	Person C	Person D	Person E ¹	Person F
Regnoväder	Att det under råspontläggningen börjar regna kraftigt innan pappen är monterad.	X	X				
Skadat byggmaterial	Bristfällig materialhantering på byggarbetsplatsen. Exempelvis att byggmaterialet inte är väderskyddat.		X		X		
Taket blir inte tätt	Att taket inte byggs på ett korrekt sätt och orsakar läckage.		X				
Leveransförseningar	Är en risk om andra arbetslag är beroende av att byggnaden blir tät i rätt tid.		X				
Byggfusk	En generell risk inom byggbranschen.			X			
Luckor kan glida ur buntarna och skadas och/eller skada arbetstagare	Det kan inträffa om buntarna inte är rätt fastspänd med stroppar eller när det blåser mycket ute. Person F menar på att buntarna har ett stort vindfång. Om det inträffar blir både tid och ekonomi lidande vilket påverkar företaget negativt.						X

¹ Person E såg inte några risker med arbetsmomentet.

4.1.4 Sammanställning av kundbehov

BAC Såg och Hyvleris kunder använder råspontlucka för att luckan är stabilare än andra produkter på marknaden samt att monterings tiden är kortare än vid takläggning med lös råspont. Kundernas önskemål är att monterings tiden ska minska ännu mer samt att luckorna ska utformas sådan att antalet förslitningsskador minskar för byggnadsarbetarna. I Tabell 4.9 listas kundbehoven för råspontluckan.

Tabell 4.9: Sammanställning av respondenternas uttalade behov.

Behov	Person A	Person B	Person C	Person D	Person E	Person F
Luckan ska vara anpassad efter takstolsindelning	X					
Luckan ska stabilisera takkonstruktionen	X	X				
Byggnadsarbetarna ska kunna gå på råspontluckorna efter montering	X	X				
Monteringstiden ska minska i förhållande till lös råspontläggning	X	X	X	X	X	X
God passform mellan luckor						X
Tillverka råspontluckor av bättre kvalitet till takfot och gavelutsprång	X	X				
Märk luckor av högre kvalitet för att motverka felplacering		X				
Tillverka projektanpassade luckor	X	X	X			X
Tillverka större luckor som kan lyftas upp med kran		X				
Bunta projektvis ihop råspontluckorna från fabrik			X			
Minimera riskfylld tid på tak med tanke på fallrisken för hantverkarna	X	X				
Minska vikten på luckorna	X					

4.2 Beskrivning av värdeflödet på byggarbetsplatsen

Två observationer genomfördes där de två produkterna; råspontlucka och råspontlucka med integrerad papp testades på vardera projektet. Innan första observationen genomfördes kontaktades Person A och Person B för specificering av deras behov vid en jämförelse av produkterna. Resultatet redovisas i Tabell 4.10.

Tabell 4.10: Viktiga parametrar att beakta vid produktjämförelsen.

Person A	Monteringstid
	Om den nya produkten kan användas oavsett väderförhållanden
	Ekonomisk jämförelse mellan produkterna
Person B	”Tidsvinsten mellan den nya produkten och täckningsarbetet med remsor jämfört med användandet av befintlig lucka + vanligt täckningsarbete.
	Vem gör jobbet med limning av remsorna? Våra hantverkare som monterar luckor gör inte det arbetsmomentet idag, är tanken att de då ska ha en takläggare med sig vid montaget, eller kommer de kunna göra detta själva? Kommer limmet och remsorna följa med vid lucktransporten eller ska det beställas separat?
	Kostnadsbesparingen (inköpspris, fraktpris, timmar för montage enligt ovan)”

4.2.1 Observation 1: Råspontlucka med separat pappläggning

Observationen ägde rum den 8 juni år 2012 i Svealand där projektet var ett hus med 127 m² takyta. Observatören utgjordes av studiens grundare och det var tre byggnadsarbetare som arbetade med takläggningen. Utöver dessa tre arbetade ytterligare en byggnadsarbetare med fasaden på kuporna. I Tabell 4.11 redovisas fakta om byggnaden.

Tabell 4.11: Projektfakta den 8 juni.

Byggnad	Typ av tak	Taklutning och takareal	c/c-avstånd
Hus	Tak med kupor på båda sidor	34°, 127 m ²	1,2 m

I Tabell 4.12 redovisas byggnadsarbetarnas erfarenhet av husbyggnad.

Tabell 4.12: Byggnadsarbetarnas erfarenhet av husbyggnad.

	Ålder	Erfarenhet
Byggnadsarbetare A	35 år	Arbetar som snickare och har tolv års erfarenhet av takläggning
Byggnadsarbetare B	28 år	Arbetar som snickare och har fyra års erfarenhet av takläggning
Byggnadsarbetare C	20 år	Arbetar som snickare och har tre års erfarenhet av takläggning

Observationernas varaktighet, projektets arbetsmoment och vädermässiga förhållanden redovisas nedan i Tabell 4.13.

Tabell 4.13: Observationsdatum och förutsättningar.

Datum och observationstid	Arbetsmoment	Väder
8 juni, 07.00-13.45	Råspontläggning, pappläggning och läggning av ströläkt på takets plana delar	19 grader, soligt

Observatörens kommentarer kring projektets genomförande

Projektet gick enligt plan och taket fick inga kvalitetsanmärkningar. Enligt Byggnadsarbetare A gick takläggningen tidsmässigt som de flesta andra projekt, det vill säga varken snabbare eller långsammare.

Tillfällig bärläkt

Tillfällig bärläkt monterades på taket då byggnadsarbetarna ansåg att underlaget var för halt. Byggnadsarbetare A säger att detta sker när takvinkeln är omkring 35° eller brantare. Vidare säger Byggnadsarbetare A att ett typiskt hustak har en takvinkel på omkring 27° och då behöver inte tillfällig bärläkt monteras.

Skräpig arbetsplats

Generellt sätt var arbetsplatsen skräpig, främst på grund av spill från råspontluckor vilket kan beskådas i Figur 1 i Bilaga 4. När byggnadsarbetare kapar råspontluckor på tak slängs spillmaterialet ned på marken och det resulterar i att byggarbetsplatsen blir skräpig. Vidare utgör det en risk för att personer eller byggmaterial på marknivå skadas.

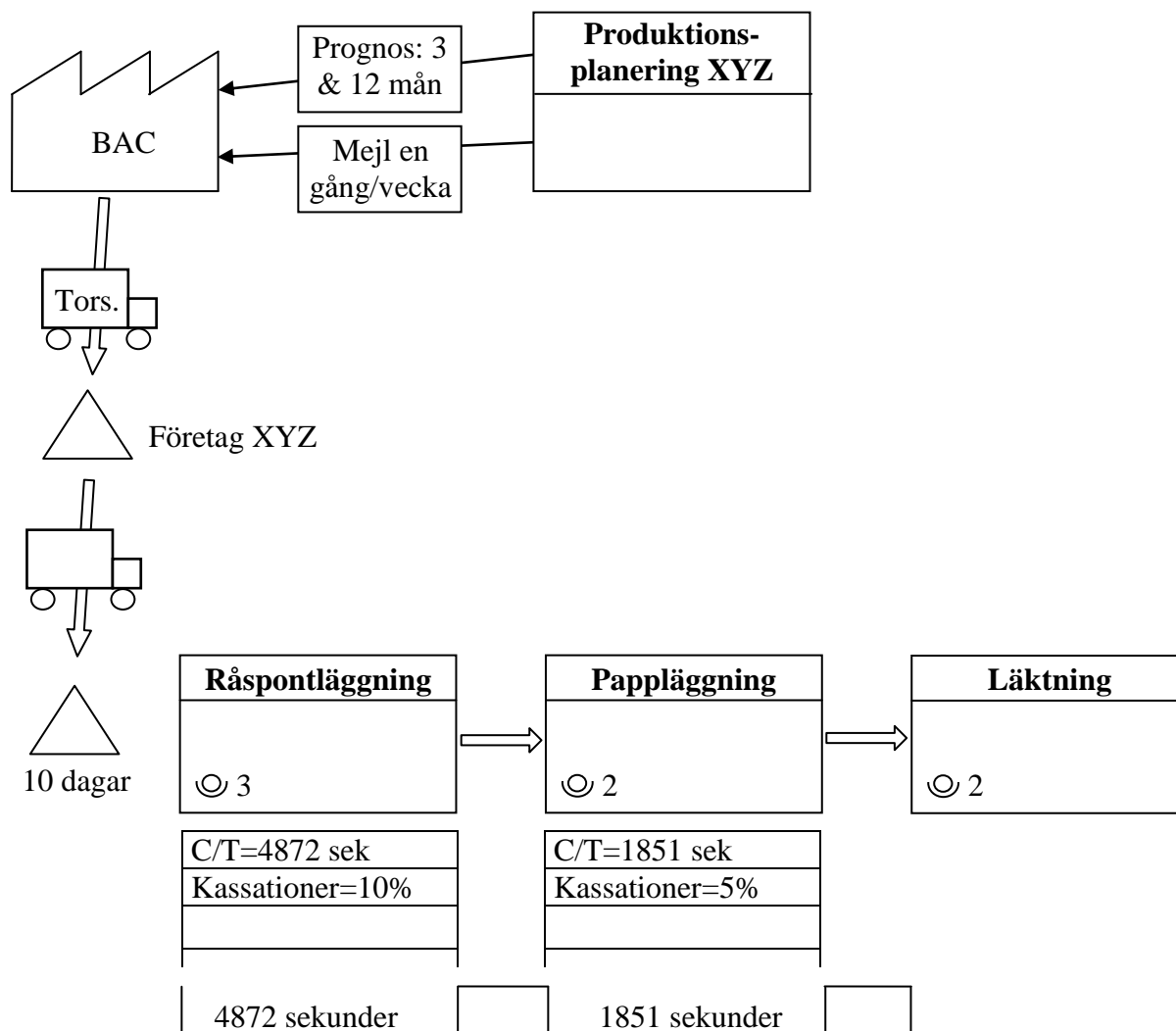
Beräkning av slöseriet på byggarbetsplatsen vid observation 1

I Figur 4.1 visualiseras det nuvarande tillståndet för arbetsmomentet råspontläggning enligt förfarandet beskrivet av Rother och Shook (1999). Produktionsplaneringen hos småhustillverkaren XYZ tillhandahåller BAC Såg och Hyvleri med en årlig prognos över antal byggda hus och en tremånadersprognos över kommande beställningar av råspontluckor (Pettersson, 2012).

Varje vecka beställer XYZ råspontluckor via mejl av BAC Såg och Hyvleri. Företaget tillverkar luckorna och transporterar de med en lastbil varje torsdag till XYZs lager. Hos XYZ plockar personal ihop rätt mängd råspontluckor, buntar ihop dem och transporterar ut de med lastbil till byggarbetsplatsen. (Pettersson, 2012)

Vid observation 1 låg luckorna enligt Byggnadsarbetare A i två veckor (tio arbetsdagar) utomhus i lager övertäckta med presenning och väntade på att takläggningen skulle påbörja. Någon dag innan takläggningen började förflyttades luckorna enligt Byggnadsarbetare A, utomhus från lagret, till bjälklaget på andra våningen. Vid montering lyftes luckorna upp från bjälklaget till taket.

Råspontläggningens cykeltid (C/T) beräknades genom att dividera den totalt nedlagda tiden med antal byggnadsarbetare. På husets östra sida uppgick cykeltiden för råspontläggningen till 4872 sekunder (1 timme och 21 minuter) och 1851 sekunder (31 minuter) för pappläggningen. Efter att råspont lagts på båda sidor av hustaket gick arbetet vidare med att läkta taket.



Figur 4.1: Karta över arbetsmomentets nuvarande läge.

Om cykeltiden för råspontläggning delas upp efter byggnadsarbetare och de fem slöserierna blir resultatet:

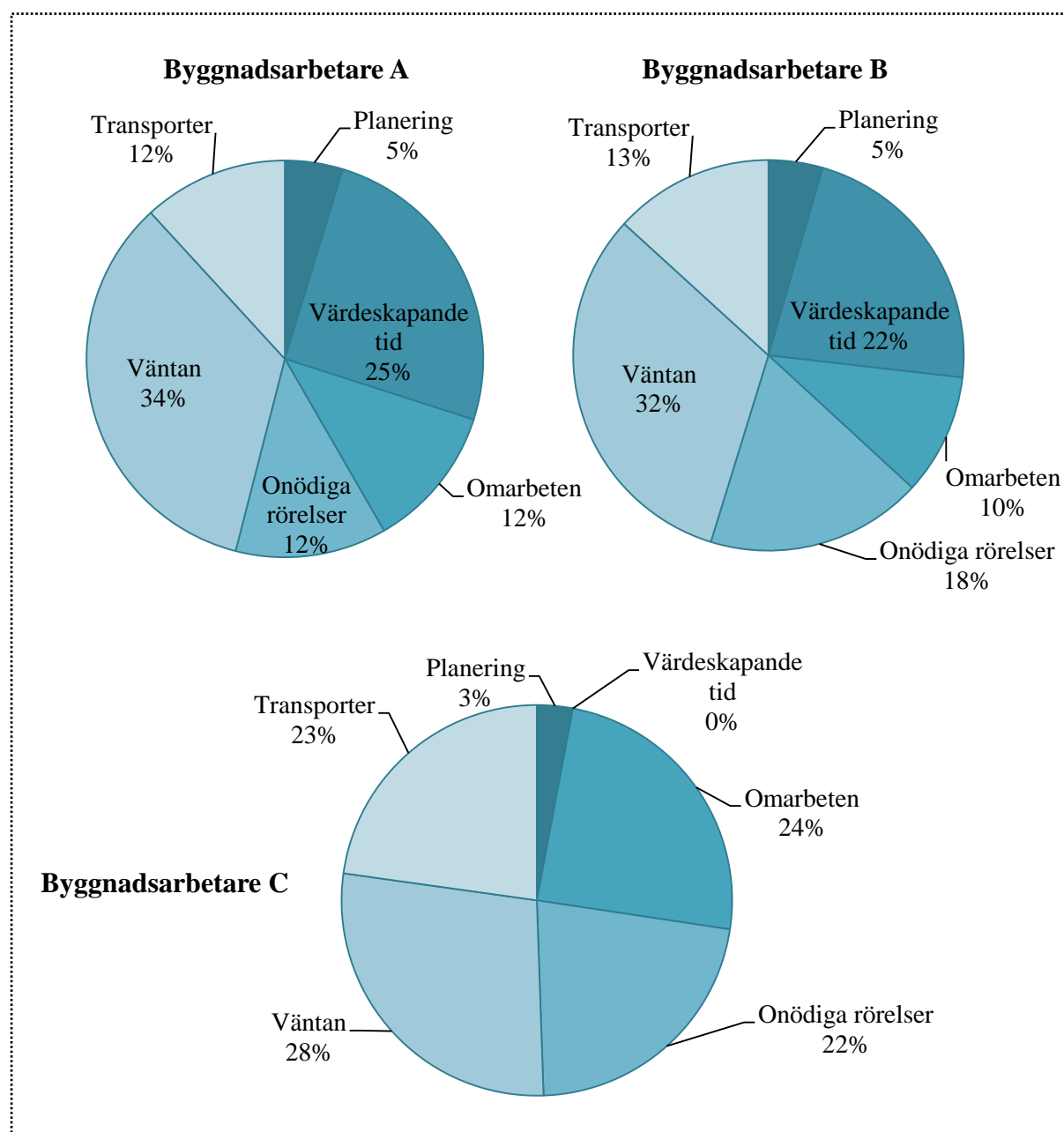
Tabell 4.14: Tidsfördelning vid observation 1 för arbetsmomentet råspontläggning.

Byggnadsarbetare					
	A (min)	B (min)	C (min)	Total tid (min)	Fördelning
Värdeskapande tid	19,6	24,5	0,0	44,1	18,1%
Väntan	26,5	35,1	15,6	77,3	31,7%
Transporter	9,2	14,5	12,8	36,5	15,0%
Onödiga rörelser	9,6	19,7	12,4	41,7	17,1%
Omarbete	9,1	11,0	13,8	33,8	13,9%
Planering	3,7	4,9	1,7	10,3	4,2%
Summa	77,6	109,7	56,3	243,6	100,0%

Enligt Tabell 4.14 uppgick den värdeskapande tiden, för arbetsmomentet råspontläggning, till drygt 44 minuter vilket motsvarar 18,1 % av den totala tiden. Mest tid åtgick till väntan som

utgjorde 31,7 % eller 77 minuter av den totala tiden medan övriga slöserier uppgick till mellan 4,2 % till 17,1 %. Den totala mantiden är en sammanslagning av den nedlagda tiden hos Byggnadsarbetare A, B och C.

Byggnadsarbetare A var den person som stod på taket och monterade råspontluckor medan Byggnadsarbetare C distribuerade och kapade luckor på bjälklaget. Byggnadsarbetare B arbetade både på taket med råspontläggning och på bjälklaget med omarbeten och hantlangning av byggmaterial. Cirkeldiagrammen i Figur 4.2 visar byggnadsarbetarnas procentuella tidsfördelning. I diagrammen kan det beskådas att 25 % av nedlagd tid var värdeskapande för Byggnadsarbetare A medan Byggnadsarbetare B uppnådde 22 % och Byggnadsarbetare C 0 %. Mest tid åtgick till väntan för samtliga byggnadsarbetare.



Figur 4.2: Procentuell fördelning i tid för Byggnadsarbetare A, B och C vid arbetsmomentet råspontläggning.

4.2.2 Observation 2: Råspontlucka med integrerad papp

Observationen varade den 16, 17 och 19 juli år 2012 i Svealand där ett hus och ett garage testades med den nya produkten. Observatörerna utgjordes av studiens grundare och en produkttekniker, benämnd Produkttekniker A, från Mataki vars roll var att instruera byggnadsarbetarna om det nya byggnadssättet. Figur 4.3 visar projektets två byggnader och Tabell 4.15 redovisar fakta om projektet.



Figur 4.3: Hus och garage före råspontläggning.

Tabell 4.15: Fakta om byggnaderna.

Byggnad	Typ av tak	Taklutning och takareal	c/c-avstånd
Hus	Tak med kupor på båda sidor samt två olika taklutningar.	63°, 179 m ² 27°, 126 m ²	1,2 m och 0,768 m
Garage	Plant tak	27°, 52,5 m ²	1,2 m och 0,9 m

Under observationsperioden arbetade två byggnadsarbetare med takläggning och nedan i Tabell 4.16 redovisas byggnadsarbetarnas erfarenhet av liknande projekt.

Tabell 4.16: Byggnadsarbetarnas erfarenhet av husbyggnad och takläggning.

	Ålder	Erfarenhet
Byggnadsarbetare 1	23 år	Har arbetat som snickare sedan 17 års ålder. Har tidigare varit med på 3,5 husbyggnadsprojekt inklusive takläggning med råspontlucka.
Byggnadsarbetare 2	21 år	Har arbetat som snickare sedan 17 års ålder. Har tidigare varit med på 1,5 husbyggnadsprojekt inklusive takläggning med råspontlucka.

Observationernas varaktighet, projektets arbetsmoment och vädermässiga förhållanden redovisas i Tabell 4.17.

Tabell 4.17: Observationsdatum och förutsättningar.

Datum och observationstider	Arbetsmoment	Väder
16 juli, 10.15-18.35	Råspontläggning och läktning på husets västra sida	18 grader, soligt. Kl. 17.30-18.30 övergick vädret till regn, varav stundtals kraftigt regn.
17 juli, 07.17-19.00	Råspontläggning och läktning på husets östra sida	19 grader, soligt
19 juli, 07.45-11.04	Råspontläggning på garagets ena sida	18 grader, soligt

Den 18 juli genomfördes ingen observation eftersom byggnadsarbetarna skulle resa takstolar på kuporna samt delvis arbeta med råspontläggning över kuporna. Kring kupor spelar erfarenheten hos byggnadsarbetarna stor roll på hur snabbt takläggningen går då det är ett komplicerat moment där i princip varje lucka måste kapas i längd och vinkel. Annars påverkar inte erfarenheten särskilt mycket, eftersom det är ett relativt enkelt moment att lägga råspont säger Byggnadsarbetare 1.

Fel från leverantören

Monteringen av papp på råspontluckan genomfördes av BAC Såg och Hyvleris industriarbetare i Luleå. Problemet var att pappen monterades felvänd, vilket medförde att väven var mot insidan och sidan med asfaltsand mot utsidan. Det medförde att luckorna blev hala att gå på, speciellt i kombination med fukt, antingen genom regn eller kondens på tidiga förmiddagar. För studiens del medförde felvändningen att råspontläggningen tog längre tid då byggnadsarbetarna inte kunde gå på underlaget på samma sätt som om pappen var rättvänd.

Byggnadsarbetarna var ibland tvungna att krypa på pappen för att inte riskera att halka. Förutom att råspontläggningen tog längre tid försämrade felvändningen av pappen byggnadsarbetarnas humör och inställning till den nya produkten då byggnadsarbetarna fick uppskrapade armar och ben samt att var en säkerhetsrisk att gå på underlaget. Byggnadsarbetarna säger att om väven hade varit på utsidan hade de haft ett bra fotfäste.

Observerade problem

Nedan presenteras problem som observerades under projektets gång.



Figur 4.4: Bristande passform mellan luckor.

Det var dålig passform mellan luckorna vilket medförde att byggnadsarbetarna fick använda en virkesbit och slå på med hammare (Figur 4.4) för att luckorna skulle gå ihop. I vissa fall tog det upp till två minuter att slå ihop två luckor. Enligt Byggnadsarbetare 1 är det relativt vanligt att luckorna har dålig passform med varandra. Byggnadsarbetarna berättade att på deras föregående projekt var passformen bra där det endast var att lägga upp luckan på den andra och trycka ihop dem.

Bristfällig kapning av papp

För merparten av luckorna nådde inte pappen ända ut till kant, utan omkring en till fem centimeter av råspontluckan var synlig på båda sidor. Enligt Produkttekniker A bör pappen gå ända ut till kant på råspontluckorna för att minimera bredden på generalskarven och således risken för vatteninträngning. Detta visas i Figur 4.5.



Figur 4.5: Papp når inte ända ut till kant på råspontlucka.

Skadad papp

I Figur 4.6 visas en skrapkada som uppkom av att en byggnadsarbetare tappade en lucka på en redan monterad lucka. Denna typ av skada observerades på ett antal ställen. Efter råspontläggningen var klar reparerades dessa typer av skador enligt Byggnadsarbetare 1.



Figur 4.6: Skadad papp på en monterad lucka.

När papp var tvungen att hållas upp för iläggning av skarvremsa eller en våd av vanlig papp i vinkelrännor var problemet att limningen mellan lucka och papp var för stark. Det medförde att pappen gick sönder, se Figur 4.7.



Figur 4.7: Skadad papp på grund av för stark limning.

Skräpig arbetsplats

Spill från råspontluckor och virke till läktning resulterade i en skräpig arbetsplats.



Figur 4.8: Spill på byggarbetsplatsen.

Bristfällig fästning i generalskarvar

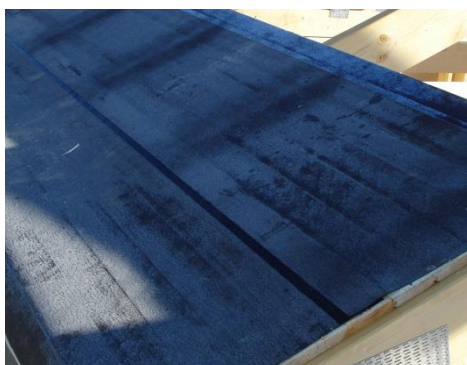
När sågspån trängde in mellan papp och skarvremsa reducerades limningsförmågan så mycket att det var möjligt att ta på råsponten innanför, se Figur 4.9. Detta åtgärdades enligt Byggnadsarbetare 1 med att tillföra lim.



Figur 4.9: Bristfällig fästning i generalskarven på grund av inträngning av sågspån.

Bristfällig överlappning i omlottskarvar

I vissa fall täckte inte överlappningen hela limningsytan vilket illustreras i Figur 4.10.



Figur 4.10: Överlappningen täcker inte hela omlottskarven.

Extra inkallad besiktning

Vid en extra inkallad besiktning den 15 augusti 2012 framkom det att klistringen på vissa ställen i både omlottskarvar och generalskarvar var bristfälliga. Vidare framkom det att luckorna erhållit asfaltfläckar på undersidan vilket enligt besiktningsmannen blir svårt att måla över. (Besiktningsprotokoll, 2012) Enligt Produkttekniker A kan asfalten avge fläckar när pappen blir utsatt för värme eller tryck. Vidare säger Produkttekniker A att fläckarna kan ha uppstått på grund av att pappen var felvänd men att det inte är omöjligt att samma fläckar hade uppstått om pappen varit rättvänd. Produkttekniker A säger att det hade kunna undvikits genom att lägga någon slags skyddsfolie eller trälistor mellan luckorna.

För att åtgärda problemet fanns det enligt Besiktningsprotokoll (2012) två alternativ:

1. Det befintliga materialet och utfört arbete behålls. Alla fel och brister åtgärdas och underlagspappen kompletteras där så behövs enligt diskussion på plats. Förlängd garanti erbjuds till konsumenten av husleverantören.
2. All läkt tas bort och ny underlagspapp läggs ovan befintlig papp enligt traditionell metod.

Parterna kom överens om alternativ två.

Byggnadsarbetarnas inställning till den nyutvecklade produkten

Byggnadsarbetarna anser att råspontlucka med integrerad papp är en bra produkt till tak när produkten inte behöver modifieras, det vill säga för plana tak utan kupor. Byggnadsarbetarna tror att tidsbesparingen med den nya produkten är liten, då garagetaket hade tagit byggnadsarbetarna cirka 30 min att papplägga med den konventionella metoden.

Vidare säger de att huset som byggdes ungefär hade tagit tre timmar att papplägga. Eftersom fastsättningen av luckorna fungerar på samma sätt menar Byggnadsarbetare 1 och 2 att tiden som sparas blir pappläggnings minus tiden för tätning av generalskarvarna. För att erhålla en maximal tidsbesparing anser byggnadsarbetarna att taken bör vara så stora som möjligt, exempelvis genom att produkten används till större industritak.

Generellt sätt var byggnadsarbetarna negativa till produkten eftersom de ansåg att pappen var i vägen vid de flesta arbetsmomenten. I Tabell 4.18 sammanställs fördelar och nackdelar med råspontlucka med integrerad papp enligt Byggnadsarbetare 1 och 2.

Tabell 4.18: Fördelar och nackdelar hos råspontlucka med integrerad papp enligt Byggnadsarbetare 1 och 2.

Fördelar	Nackdelar
<ul style="list-style-type: none"> • Råspontlucka med integrerad papp är inte lika väderberoende som den befintliga råspontluckan. Detta eftersom pappen redan är integrerad och att byggnadsarbetarna inte behöver vara oroliga att det kan börja regna så att råsponten sväller och/eller drabbas av mögel¹. 	<ul style="list-style-type: none"> • Överlappningen av pappen kan komma i kläm med luckan under och skadas. • Pappen är fladdrig och det kunde hända att pappen blåser upp i ansiktet medan luckan läggs på taket. • Pappen måste hållas upp när råspontluckan ska spikas fast i takstolen. • Det är svårare att modifiera luckan på grund av pappen. • Klingan på cirkelsågen slits ut på grund av pappen². • Ökad belastning på ryggen. • Limningen mellan papp och råspontlucka var för stark.

¹ Byggnadsarbetare 1 poängterar att de inte vill vara på taket och arbeta när det regnar eftersom taket blir halkigt och det medför en ökad risk för arbetsskador. Därför spelar inte det så stor roll att produkten kan bearbetas i regnoväder.

² Enligt Produkttekniker A är det möjligt att en klinga slits ut för varje projekt, men poängterar att en klinga kostar cirka 300 kr.

Observatörens kommentar kring produkten och projektet

Lätthanterlig produkt

Byggnadsarbetarna lärde sig snabbt det nya arbetssättet och Produkttekniker A kunde efter två timmars observerande den första arbetsdagen lämna projektet utan att behöva kontaktas igen.

Tunga luckor är ett arbetsmiljöproblem

När byggnadsarbetarna lyfter en lucka hålls luckan in mot kroppen men när den lyfts upp eller läggs är armarna relativt utsträckta vilket betyder att belastningen är hög för ryggen. Byggnadsarbetare 1 uppgav efter första dagen med takläggning att han hade ont i vaderna och var helt slut i ryggen. Byggnadsarbetare 1 förklarade att vaderna hålls spända kontinuerligt under takläggningen eftersom de går på lutande underlag som stundtals är halt. Detta gäller även för den vanliga råsponsluckan.

Takläggning är ett riskabelt arbetsmoment

Ställningarna i projektet gav inte byggnadsarbetarna ett erforderligt skydd mot fall. I Bilaga 5 kan det beskådas att gaveln inte är säkrad mot fall och att långsidan på byggnaderna inte skyddar byggnadsarbetarna tillräckligt. Ett fall från den flackare delen av taket på huset, ned på långsidan hade kunna resultera i livshotade skador eftersom det är flera meter ned till ställning samt att ställningen hade uppstickande stolpar som inte var skyddade. Byggnadsarbetarna ansåg också att ett fall i detta projekt skulle kunna medföra livshotande skador och upplevde takläggning generellt som psykiskt påfrestande eftersom de hela tiden måste tänka på fallrisken. Observationen den 8 juni hade liknande problem vilket kan beskådas i Bilaga 4.

Risk att luckors infästning i takstol delvis glöms bort

När papp täcker en lucka kan inte byggnadsarbetarna se om luckan är fastspikad i respektive takstol. Vid ett tillfälle efter att Byggnadsarbetare 1 tätat pappen i omlottskarven insåg han att spikningen delvis glömts bort och fick således dra upp pappen, spika fast luckan och fästa den igen. Byggnadsarbetarna var dessutom tvungna att vid upprepade tillfällen lyfta på pappen för att säkerställa att luckorna spikats fast i respektive takstol.

Regnet påverkade inte projektets genomförande

När det började regna den 16 juli påverkades inte genomförandet eftersom pappen var förmonterad på luckan.

Generalskarvar och skadad papp kan resultera i vattenskador

Om byggnadsarbetarna inte lokaliserar en dålig infästning i generalskarven eller reparerar skadad papp kan vatten tränga igenom pappen och skada råsponsen under.

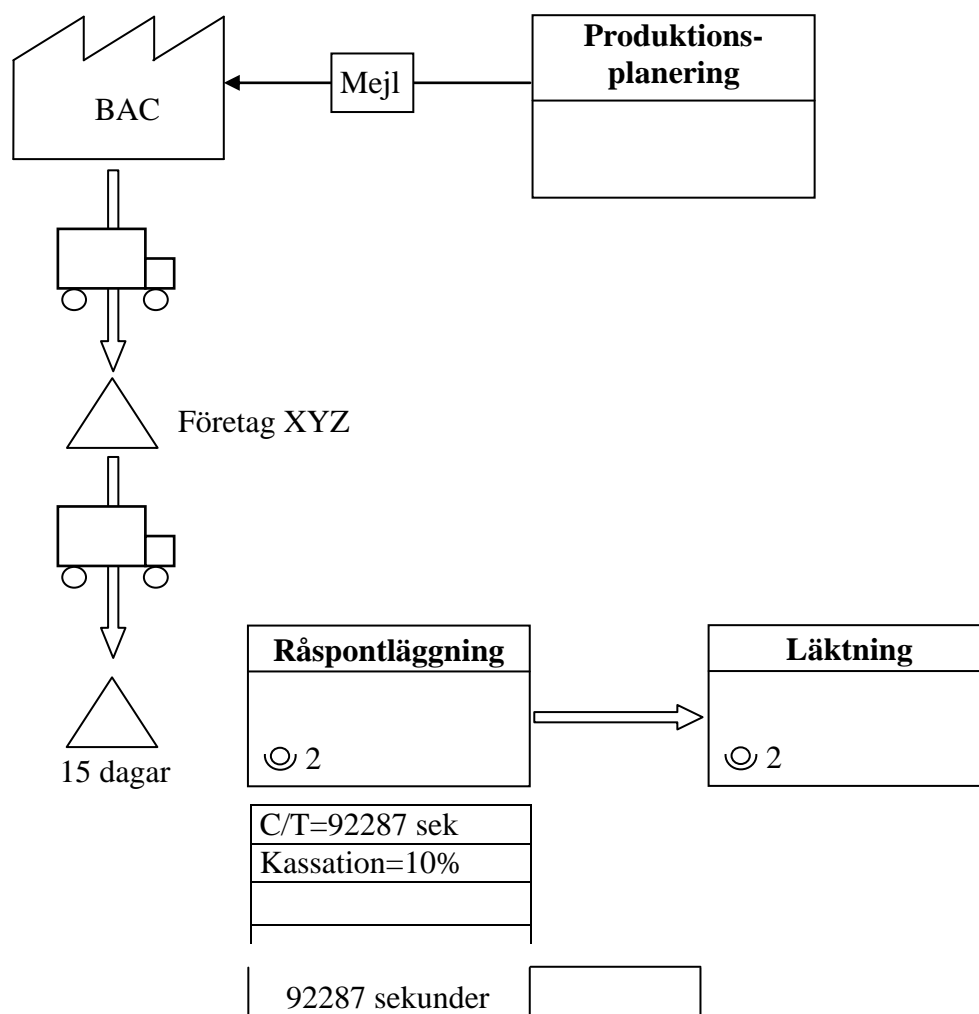
Skräddarsydda luckor

Byggnadsarbetarna var mycket positiva till att erhålla skräddarsydda luckor till projekten eftersom luckorna blir lättare och att omarbeten med luckor undgås. Vidare säger Byggnadsarbetare 1 och 2 att det troligtvis hade gått betydligt snabbare att taklägga med skräddarsydda luckor.

Beräkning av slöseriet på byggarbetsplatsen vid observation 2

Arbetet gick till sådan att XYZ beställde råspontluckor med integrerad papp av BAC Såg och Hyvleri via mejl. Efter beställningen tillverkade BAC Såg och Hyvleri luckorna med integrerad papp i Luleå, för att sedan transportera dem till XYZs lager och därifrån till byggarbetsplatsen med lastbil. (Pettersson, 2012)

På byggarbetsplatsen låg luckorna enligt Byggnadsarbetare 1 i tre veckor (femton arbetsdagar), utomhus i lager, övertäckta med presenning och väntade på att takläggningen skulle börja. Råspontläggningens cykeltid, för takläggning av hela hustaket, uppgick till 92287 sekunder (25 timmar och 38 minuter) och efter det gick arbetet vidare med att läkta taket. Figur 4.11 visar en karta över arbetsmomentets nuvarande läge.



Figur 4.11: Karta över arbetsmomentets nuvarande läge.

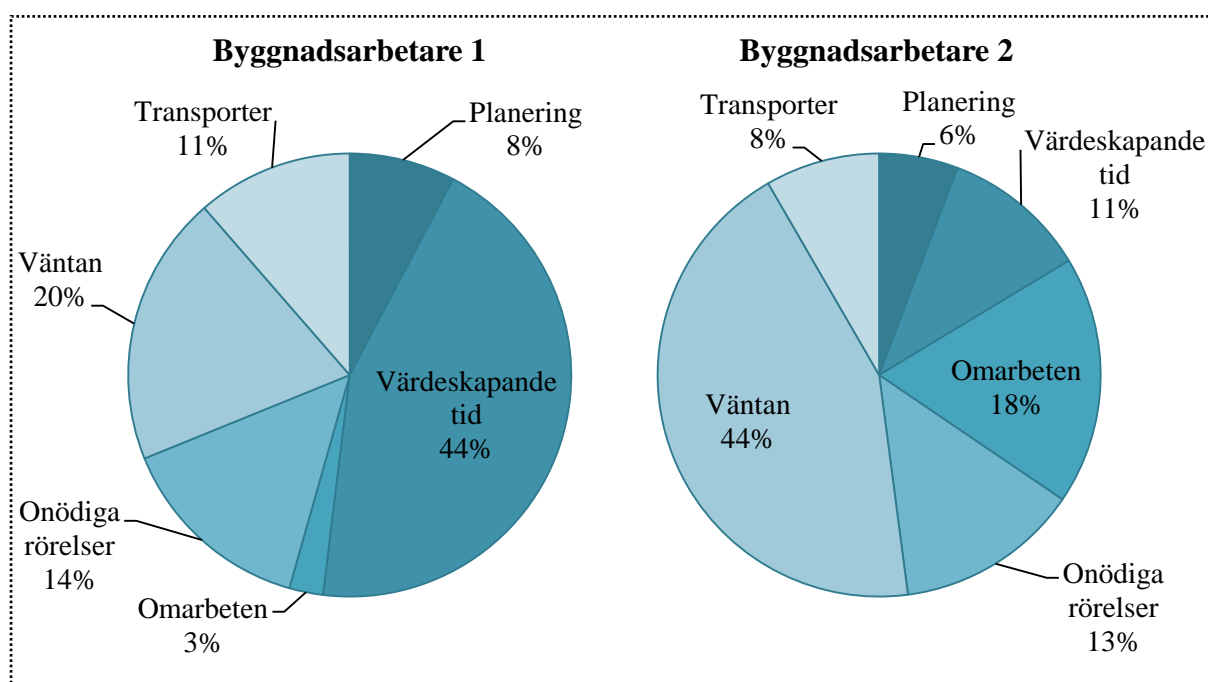
Av råspontläggningens cykeltid på 92287 sekunder observerades och videoinspelades 80644 mansekunder (22 timmar och 24 minuter). Den videoinspelade tiden har sedan delats upp efter de fem slöserierna vilket kan beskådas i Tabell 4.19.

Tabell 4.19: Tidsfördelning vid råspontläggning.

	Total tid (mantim)	Fördelning	Byggnads- arbetare 1	Byggnads- arbetare 2
Värdeskapande tid	6,2	27,8%	5,1	1,2
Väntan	7,0	31,4%	2,3	4,8
Transporter	2,2	9,9%	1,3	0,9
Onödiga rörelser	3,1	14,0%	1,7	1,5
Omarbete	2,3	10,1%	0,3	2,0
Planering	1,5	6,8%	0,9	0,6
Summa	22,4	100,0%	11,5	10,9

Enligt Tabell 4.19 uppgick den värdeskapande tiden till drygt sex timmar vilket motsvarar 27,8 % av den totala tiden. Mest tid åtgick till väntan som utgjorde 31,4 % eller sju timmar av den totala tiden medan övriga slöserier uppgick till mellan 6,8 % till 14 %.

Byggnadsarbetare 2 omarbetade luckor på marknivå för att sedan transportera de till Byggnadsarbete 1 på taket som monterade dem på takstol. I Figur 4.12 nedan kan det beskådas att 44 % nedlagd tid var värdeskapande för Byggnadsarbetare 1 medan Byggnadsarbetare 2 uppnådde 11 % i värdeskapande tid. Det kan också beskådas att 75 % av Byggnadsarbetare 2 tid åtgår till omarbeten, väntan och onödiga rörelser.



Figur 4.12: Procentuell fördelning av den nedlagda tiden hos Byggnadsarbetare 1 och 2 för arbetsmomentet råspontläggning.

Tidsåtgång för tätning av omlott- och generalskarvar

Observerad tid för tätning i omlott- och generalskarvar på garagets västra sida uppgick till 1810 mansekunder (30 minuter och 10 sekunder) varav 630 sekunder härrörde tid för iläggning av skarvremsor och 1180 sekunder tätning i omlottskarvar. Den uppmätta tiden inkluderar all tid som är nödvändig för att utföra arbetsmomentet, det vill säga tid för

transport, onödiga rörelser, väntetid, omarbeten och planering. Under observationen hann inte skarvremсор läggas vid gaveln på garaget. Av de 630 mansekunderna utgör 520 sekunder värdeskapande tid, 35 sekunder onödiga rörelser, 55 sekunder väntetid och 20 sekunder transport.

Tabell 4.20: Tidsåtgång för tätning av omlott- och generalskarvar.

	Mansekunder	Procentuell fördelning
Värdeskapande tid	1435	79 %
Väntan	160	9 %
Transporter	70	4 %
Onödiga rörelser	145	8 %
Omarbete	0	0 %
Planering	0	0 %
Summa	1810	100 %

5 Analys

Detta kapitel presenterar analysen som baseras på den teoretiska referensramen och datainsamlingen. Analysen följer Utvecklad värdeflödesanalys tredje steg där produktens egenskaper analyseras gentemot kundbehov, slöseriet på byggarbetsplatsen och hur produkten är att arbeta med sett ur ett arbetsmiljöperspektiv. Analysen leder till att studiens problemformulering och forskningsfrågor kan besvaras i nästkommande kapitel.

5.1 Produktens egenskaper i relation med kundbehov

I Tabell 5.1 redovisas en sammanställning av kundernas uttalade behov. Tabellen tar hänsyn till hur många respondenter som uttalat behovet och om företaget uppfyllt behoven. För vissa respondenter kan elementära behov enligt Bergman och Klefsjö (2007) vara så pass självklara att de inte har nämnts vid förfrågan. Behov 1-5 bedöms vara elementära.

Tabell 5.1: Grad av uppfyllelse av kundbehoven för produkten råspontlucka.

Nr	Uttalade behov	Uttalat av antal resp.	Uppfyllt?
1	Luckan ska vara anpassad efter takstolsindelning	1	Ja, med c/c-mått 1,2 meter
2	Luckan ska stabilisera takkonstruktionen	2	Ja
3	Byggnadsarbetarna ska kunna gå på råspontluckorna efter montering	2	Ja
4	Monteringstiden ska minska i förhållande till lös råspontläggning	6	Ja
5	God passform mellan luckor	1	Varierande
6	Tillverka råspontluckor av bättre kvalitet till takfot och gavelutsprång	2	Ja
7	Märk luckor av högre kvalitet för att motverka felplacering	1	Nej
8	Tillverka projektanpassade luckor	4	Nej
9	Tillverka större luckor som kan lyftas upp med kran	1	Nej
10	Bunta projektvis ihop råspontluckorna från fabrik	1	Nej
11	Minimera riskfylld tid på tak med tanke på fallrisken för hantverkarna	2	Delvis
12	Minska vikten på luckorna	1	Nej

Det viktigaste kundbehovet med produkten är att monterings tiden för råsponslucka ska vara lägre än för lös råsponsläggning. Detta är enligt respondenterna för att kompensera för en högre materialkostnad. Vidare är det viktigt att råsponsluckan ska stabilisera takkonstruktionen sådan att arbetstagaren kan gå på taket. Ett problem som motverkar stabiliteten är enligt Person D och Person F att taket kan bli mjukt om för mycket skarv uppkommer mellan takstolarna.

För att nå en högre kundnöjdhet bör företaget, enligt Kanomodellen beskriven i kapitel 3.1.3, arbeta för att infria de behov som inte är uppfyllda. Vidare enligt Kanomodellen, beskriven av Bergman och Klefsjö (2007), kan en del av de identifierade kundbehoven vara omedvetna för andra respondenter och uppfyllande av dessa behov kan leda till hög kundnytta.

Om Tabell 5.1 överblickas kan det beskådas att kundbehov 8 och 9 helt eller delvis skulle kunna lösa kundbehov 1, 7, 10, 11 och 12. Därmed skulle projektanpassade råsponsluckor kunna vara ett omedvetet behov för de respondenter som inte efterfrågat lösningen. Vidare kommer projektanpassade råsponsluckor och andra icke uppfyllda behov analyseras gentemot slöseriet på byggarbetsplatsen och arbetsmiljö.

Utav de tolv kundbehoven skiljer sig kundbehov 9 rätt mycket gentemot dagens lösning som företaget erbjuder kunder. Frågan är om det är möjligt att lyfta upp råsponsluckor med kran som exempelvis har dimension 10000x2000mm? Anledningen till att detta betvivlas är att råsponsluckan endast är 22 mm bred, vilket betyder att råsponsen skulle kunna böjas och gå sönder. Resterande kundbehov bedöms som genomförbara då de inte skiljer sig radikalt gentemot dagens värdeerbjudande.

5.2 Produktegenskaper i relation med arbetsmiljö

Råsponslucka med integrerad papp är något tyngre än vanlig råsponslucka eftersom pappen resulterar i att vikten ökas med 1,6 kg från 23 kg till 24,6 kg, för en lucka med mått 3600x540mm.

Sett till AFS 1998:1 modell för bedömning av lyft skall två parametrar analyseras; längden från ländrygg till bördans tyngdpunkt och bördans vikt. Vid lyft av en råsponslucka är avståndet från ländrygg till luckans tyngdpunkt för merparten av lyftet inom ett underarmsavstånd då byggnadsarbetarna vid förflyttning håller luckan mot kroppen. Däremot när luckan lyfts upp eller läggs på taket observerades det att armarna är relativt utsträckta vilket medför att längden ökar till ungefär ett trekvarts armavstånd. Att längden mellan ländrygg och bördans tyngdpunkt varierar resulterar i att lyften får delas upp i två delar enligt modellen beskriven i avsnitt 3.4.2.





Vid lyft inom ett underarmsavstånd hamnar båda produkterna högt upp i det gula området på gränsen till rött (se Figur 3.7). Enligt AFS 1998:1 betyder ett gult område att lyftet generellt medför att ett icke obetydligt antal arbetstagare riskerar att drabbas av belastningsbesvär på kort eller lång sikt. När längden från ländrygg till bördans tyngdpunkt är inom ett trekvarts armavstånd går gränsen mellan gult och rött område vid 15 kg, vilket innebär att båda produkterna hamnar högt upp i det röda området. Enligt AFS 1998:1 är detta lyft olämpligt där alla eller flertalet av arbetstagarna riskerar att drabbas av belastningsbesvär på kort eller lång sikt.

Att byggnadsarbetarna erhåller belastningsbesvär på grund av lyft av råsponsluckor har bekräftats från respondenterna där fem av sex sade att hantering med råsponsluckor leder till förslitningsskador i ryggpartiet. Detta bekräftades också av byggnadsarbetarna vid

observationen den 16-19 juli där Byggnadsarbetare 1 sade sig vara ”helt slut i ryggen efter en dag med råspontläggning”.

Om produkterna relateras till bördans eller lastens egenskaper, punkt 1.5.1, i AFS 2000:1 så överensstämmer råspontluckor väl in i AFS 2000:1 beskrivning av produktens egenskaper som medför ökad risk för skador i ryggpartiet.

Tabell 5.2: Analys av produkternas egenskaper gentemot punkt 1.5.1 i AFS 2000:1.

Produktegenskap	Analys av råspontlucka med och utan papp	Överensstämmer?
är för tung eller för stor	Luckorna väger 23 kg respektive 24,6 kg vilket enligt Person A-E är för tungt. Detta indikeras även av AFS 1998:1 och observationen den 16-19 juli.	
är otymplig eller svår att få grepp om	Råspontluckan, med standardmått 3600x540 mm, är svår att hantera på taket enligt Byggnadsarbetare 1 och det bekräftar luckans otymplighet.	
är instabil eller har ett innehåll som kan förskjutas	Produkten med integrerad papp kan anses vara något mer instabil än vanlig råspontlucka eftersom pappen enligt Byggnadsarbetare 1 och 2 kunde blåsa upp i ansiktet vid lyft. Överlag anses däremot båda produkterna vara stabila eftersom de är uppbyggda av trä som hålls ihop av klammer. Inga direkta problem med instabilitet observerades under projekten.	Nej
är placerad på ett sätt som kräver att man håller eller hanterar den på ett visst avstånd från kroppen eller så att man böjer eller vrider bålen	Böjning och vridning av bål med produkterna observerades under projekten men nämndes också av Person D och Person F. Att pappen på den nyutvecklade produkten måste hållas upp under spikning leder till att det blir ännu fler böjningar och vridningar av bålen.	
på grund av sin yttre form och/eller sin beskaffenhet kan utgöra en skaderisk för arbetstagarna, särskilt i händelse av en sammanstötning	En sammanstötning mellan råspontlucka och byggnadsarbetare kan medföra skador, främst på grund av luckans vikt och kantighet. Person C och Person F sade att en risk är att tappa byggmaterial på varandra.	

Om produkterna relateras till arbetsmiljöns utformning, punkt 1.5.3 i AFS 2000:1 så påverkar underlaget belastningen på ryggpartiet. Arbete på tak medför att underlaget är ojämnt (på grund av läkt) och att taket har nivåskillnader vilket enligt AFS 2000:1 ökar risken för skador i ryggpartiet.

Vidare är taket stundtals halt i förhållande till arbetstagarens skodon, särskilt när det regnar eller vid vanlig råspontläggning när taklutningen är brantare än omkring 35°. Dessutom kan temperatur, fuktighet och vindpåverkan vara otillfredsställande då arbetet pågår utomhus och det belastar ryggpartiet ännu mer enligt AFS 2000:1.

5.2.1 Arbets-skador

Fallskador är den risk alla respondenter förknippar med takläggning och enligt AFA (2012) utgör fallskador 40 % av samtliga allvarliga arbetsolyckor inom byggbranschen. Enligt Person B är det viktigt att minimera riskfylld tid på taket med tanke på fallrisken. Det handlar också om den mentala biten, vilket Person D och Byggnadsarbetare 1 påtalat, då hantverkare hela tiden måste tänka på fallrisken.

Från intervjuerna framkom det två förslag som kan tänkas minska monterings-tiden på tak; projektanpassade råspontluckor och större råspontluckor. Genom att tillverka projektanpassade råspontluckor så minskar monterings-tiden på tak. Detta eftersom luckorna inte behöver bearbetas lika mycket på tak som standardluckor och därför minskar troligtvis antalet fallskador. Om storleken på råspontluckor ökar, vilket Person B påtalat för BAC Såg och Hyvleri, kan produkten lyftas upp med kran och sedermera monteras på tak. Denna åtgärd hade minskat tiden på tak eftersom byggnadsarbetarna i princip endast behöver placera luckan på tak, montera den i takstol och vänta på nästa. Större råspontluckor skulle minska förflyttningar på taket och således risken för fallskador. Vidare skulle projektanpassade luckor minska skador framkomna av fallande byggmaterial och kapskador då luckan inte behöver bearbetas i samma omfattning på byggarbetsplatsen.

Utifrån tidigare analys framkom det att byggnadsarbetarna erhåller förslitningsskador på kort och lång sikt på grund av de rörelser som luckor framhäver, med böjning och vridning av bål. För att minska förslitningsskador som beror på råspontluckor framkom det ett antal förslag från respondenterna; projektanpassade råspontluckor, öka storleken på råspontluckor och lyft med kran, minska tjockleken och/eller minska bredden på luckorna (se Bilaga 3).

Enligt Person F kan uppemot 70 cm kapas bort från råspontluckor som sticker ut utanför takfoten. Det medför att 19,4 % eller 4,5 kg av luckan kapas bort efter att luckan burits upp på tak. Om luckor ökas i storlek och lyfts upp med kran på taket hade byggnadsarbetarna inte behövt lyfta råspontluckor alls vilket således eliminerar förslitningsskador i ryggpartiet på grund av råspontluckor. Om tjockleken minskas på råspontluckan måste bärigheten kvalitetssäkras sådan att byggnadsarbetarna inte riskerar att falla igenom taket. Om bredden minskas på råspontluckor kommer bli de lättare, men det medför dessutom att monterings-tiden ökar vilket således ökar risken för fallskador.

5.3 Produktgenskaper i relation med slöseriet på byggarbetsplatsen

För att utvärdera vilken av produkterna som orsakar mest slöseri är en central del att utvärdera skillnaden i monterings-tid och monterings-sätt samt vilka för- och nackdelar produkterna uppvisade vid observationerna.

5.3.1 Råspontläggning

Vid råspontläggning det två arbetsmoment som skiljer sig mellan produkterna:

Lyft av papp inför spikning

Till skillnad från den konventionella metoden måste pappen på den nyutvecklade produkten lyftas upp innan spikning kan genomföras. Detta extra arbetsmoment medför en tidökning på 4,1 mansekunder/m² lagd råspont.

Tillfällig bärläktning

Med den nytvecklade produkten är all lagd läkt permanent och därmed undviks tillfällig bärläktning som annars uppkommer med den konventionella metoden. Den totala tiden för momentet tillfällig bärläktning på projektet den 8 juni uppgick, för 127 m² tak, till 1250 mansekunder vilket innebär en tidsökning på 9,8 mansekunder/m² lagd råspont.

5.3.2 Pappläggning

Det som skiljer pappläggnigen mellan produkterna är att den nytvecklade produkten måste tätas i omlottskarvar för varje lucka och med skarvremsa i generalskarvar.

På garagets västra sida åtgick tre luckor i bredd och nio i höjd med mått 3600x540 mm, vilket innebär att två generalskarvar uppkom och att totalt 52,5 m² tak tätades. Under observationen hann inte skarvremsor läggas vid gaveln på garaget så därför antas det att läggning av skarvremsor vid gaveln tar lika lång tid som i generalskarvarna, det vill säga 630 mansekunder för två generalskarvar. Den totala tiden för att täta garagets västra sida tog därmed 2440 mansekunder, vilket är 46,5 mansekunder/m² tak.

För huset med separat pappläggning uppgick total observerad tid till 3702 mansekunder (61 minuter och 7 sekunder) och under den tiden hann två byggnadsarbetare papplägga hela husets östra sida på 63,6 m². Att papplägga huset tog därmed 58,2 mansekunder/m² tak.

Nedan i Tabell 5.3 är monterings tiden uppdelad efter värdeskapande tid och de fem slöserierna.

Tabell 5.3: Tidsjämförelse med avseende på värdeskapande och icke värdeskapande tid mellan garage och hus.

	Mansekunder/m ²		Fördelning (%)	
	Garage	Hus	Garage	Hus
Värdeskapande tid	37,2	23,3	80 %	40 %
Väntan	4,1	14,2	9 %	24 %
Transporter	1,7	7,9	4 %	14 %
Onödiga rörelser	3,4	10,5	7 %	18 %
Omarbete	0	1,9	0 %	3 %
Planering	0	0,3	0 %	1 %
Summa	46,5	58,2	100 %	100 %

Den värdeskapande tiden för råspontlucka med integrerad papp uppgick till 80 % i jämförelse med 40 % för separat pappläggning (se Tabell 5.3). I samma tabell kan det beskådas att den värdeskapande tiden hos garaget är 60 % högre i jämförelse med huset, däremot är tid för väntan, transport, onödiga rörelser och omarbete mindre för garaget i jämförelse med huset.

För att kunna avgöra vad skillnaderna i värdeskapande och icke värdeskapande tid beror på kommer monterings sättet att analyseras utifrån de parametrar som skiljde sig mest; värdeskapande tid, väntan, transport och onödiga rörelser.

Värdeskapande tid

Värdeskapande tid uppstod i enlighet med Hines och Rich (1997) när råmaterial eller halvfabrikat omvandlades eller bearbetades genom användning av manuellt arbete. För garaget uppstod värdeskapande tid när pappen tätades i omlottskarvar och generalskarvar medan för huset uppstod värdeskapande tid när papp rullades ut, klamrades fast och tätades i omlottskarvarna. Den effektiva tiden att täta varje lucka för sig i omlott- och generalskarvar tar 60 % längre än att rulla ut papp med den konventionella metoden.

Väntan

Uppstod när byggnadsarbetarna var ineffektiva (Hines & Rich, 1997), exempelvis enligt Liker (2004) där en byggnadsarbetare var tvungen att vänta på resurser och/eller verktyg. För garaget uppstod väntan när en byggnadsarbetare väntade på att den andra skulle rulla ut skarvremsor eller när byggnadsarbetarna var ineffektiva. Vid tätning i omlottskarvar var inte hantverkarna beroende av andra resurser eller verktyg vilket medförde att ingen tid för väntan uppkom. För huset uppstod väntan när en byggnadsarbetare väntade på att den andre skulle rulla ut papp, hämta papprullar eller när byggnadsarbetarna var ineffektiva. Att väntan reduceras med 71 % för den nya produkten kan förklaras av att byggnadsarbetarna inte är lika beroende av varandra.

Transport

Transporttid uppstod när byggnadsmaterial förflyttades, från lager eller mellan processer i enlighet med Liker (2004). För garaget utgjordes transporttiden av en rulle med skarvremsa från marknivå upp till tak samt transport mellan generalskarvar. Med den konventionella metoden åtgick fyra papprullar som alla var för sig transporterades upp från marknivå till tak. Papprullarna förflyttades sedan runt på taket allt eftersom taket papplades.

Skillnaden i monterings sättet medför att transporttiden för råspontlucka med integrerad papp är 78 % mindre än med den konventionella metoden. Skillnaden beror främst på att färre material måste transporteras med den nya produkten.

Onödiga rörelser

Onödiga rörelser uppstod i enlighet med Liker (2004) när byggnadsarbetare utförde rörelser som inte är värdeskapande, exempelvis genom att leta efter material, hämta verktyg eller gå omkring på byggarbetsplatsen. Detta slöseri är enligt Hines och Rich (1997) viktigt att minimera eftersom onödiga rörelser tröttar ut personalen som slutligen kan leda till lägre produktivitet och kvalitetsproblem.

För båda produkter uppkom onödiga rörelser när byggnadsarbetarna förflyttade sig mellan värdeskapande aktiviteter. Exempelvis med den konventionella metoden uppkom onödiga rörelser när byggnadsarbetarna gick från tak till lager, tak till ställning eller utförde rörelser på taket som inte var värdeskapande. Exempelvis när pappen rullades ut av en byggnadsarbetare (värdeskapande tid) gick den andra byggnadsarbetaren efter den förstnämnde (onödig rörelse) och sedan när pappen var utsträckt kunde den andra byggnadsarbetaren börja med att klamra fast pappen i råspontluckan (värdeskapande tid).

Skillnaden i arbetssätt medför att tiden för onödiga rörelser hos råsponlucka med integrerad papp reducerades med 68 % i förhållande till separat pappläggning. Skillnaden beror på att rörelser efter papp och verktyg minskar med den nya produkten.

5.3.3 Tidsjämförelse mellan produkterna

Som resultatet förmedlade behövde huset på vissa platser manuellt kompletteras med lim där sågspån trängt in mellan skarvremsa och papp. Resultatet förmedlade även att en extra besiktning fick hållas på grund av att kunden var missnöjd med utförandet och besiktningen medförde att byggnadsarbetarna fick lägga ny papp på den befintliga. Detta omarbete resulterade i att monterings tiden för den nya produkten blev längre än med den konventionella metoden. I följande avsnitt görs en tidsjämförelse exklusive omarbetet på hur mycket den nya produkten skulle kunna bespara om alla kvalitetsbrister med den nya produkten är åtgärdade.

Tidsdifferensen vid råsponläggning beror enligt Byggnadsarbetare 1 på taklutningen. För taklutning:

- mindre än omkring 35° är differensen +4,1 mansek/m² tak för råsponläggning med integrerad papp
- brantare än omkring 35° är differensen -5,7 mansek/m² tak för råsponläggning med integrerad papp

Tidsdifferensen vid pappläggning redovisas nedan i Tabell 5.4.

Tabell 5.4: Tidsjämförelse vid pappläggning mellan produkterna.

	Produkt	Areal	Mantid	Mantid/m ²
Garage	Råsponlucka med integrerad papp	52,5 m ²	2440 sek	46,5 sek/m ²
Hus	Separat pappläggning	63,6 m ²	3702 sek	58,2 sek/m ²

Enligt Tabell 5.4 besparas 11,7 mansek/m² när produkten råsponlucka med integrerad papp används. Det medför att den totala tidsbesparingen för råsponlucka med integrerad papp blir:

Taklutning mindre än omkring 35°:

- 7,6 mansek/m²

Taklutning brantare än omkring 35°:

- 17,4 mansek/m² tak

I Tabell 5.5 ges fyra exempel på hur mycket råsponlucka med integrerad papp förkortar byggtiden vid användning av den nya produkten.

Tabell 5.5: Exempel på tidsbesparing vid användning av råsponlucka med integrerad papp.

	Taklutning	Areal	Tidsbesparing/m ²	Tidsbesparing
Småhus	< 35°	127 m ²	7,6 mansek/m ²	16,1 manmin
Småhus	> 35°	127 m ²	17,4 mansek/m ²	36,8 manmin
Flerbostadshus	< 35°	1000 m ²	7,6 mansek/m ²	126,7 manmin
Flerbostadshus	> 35°	1000 m ²	17,4 mansek/m ²	290,0 manmin

Eftersom tidsbesparingen ackumuleras blir besparingen störst vid projekt där takarealen är stor, exempelvis för flerbostadshus. Om tillfällig bärläktning skulle behöva användas blir tidsbesparingen ännu större. Om två byggnadsarbetare utför råspont- och pappläggningsen blir den totala tidsbesparingen:

Tabell 5.6: Total tidsbesparing vid användning av råspontlucka med integrerad papp.

	Taklutning	Areal	Bemanning	Tidsbesparing
Småhus	< 35°	127 m ²	2 stycken	8 minuter
Småhus	> 35°	127 m ²	2 stycken	18 minuter
Flerbostadshus	< 35°	1000 m ²	2 stycken	63 minuter
Flerbostadshus	> 35°	1000 m ²	2 stycken	145 minuter

För att ställa tidsbesparingen i relation till den totala tiden vid råspont- och pappläggning, divideras tidsbesparingen med den totala ledtiden för observation 1 i Figur 4.1. Procentuellt skulle den totala ledtiden, vid användning av den nya produkten, minska med:

$$\frac{17,4 \text{ mansek/m}^2 \cdot 127\text{m}^2}{2 \cdot (4872 \cdot 3 + 1851 \cdot 2) \text{ mansek}} \cdot 100\% = 6,0\%$$

Om taklutningen hade varit mindre än 35 grader skulle tidsbesparingen procentuellt minska med:

$$\frac{7,6 \text{ mansek/m}^2 \cdot 127\text{m}^2}{2 \cdot (4872 \cdot 3 + 1851 \cdot 2) \text{ mansek} - 1250 \text{ mansek}} \cdot 100\% = 2,7\%$$

Då pappen var felvänd från fabrik är det möjligt att tidsbesparingen är ännu större än 2,7-6 %. Det ska förtydligas att tidsbesparingen inte tar hänsyn till tid för inspektion av skarvar samt eventuell manuell komplettering av lim eftersom att dessa arbetsmoment inte observerades under projektets gång. När taket kompletteras med lim måste byggnadsarbetarna inspektera varje skarv, hämta limtub, manuellt komplettera med lim i skarven, trycka till skarven, transportera tillbaka limtuben till lagret och sedan kontrollera att skarven blev tät. Det är därmed troligt att tidsbesparingen hade uttraderats om taket måste inspekteras och omarbetas.

5.3.4 Analys av uppkomna kvalitetsbrister på byggarbetsplatsen

I följande sektion analyseras orsaken till varför kvalitetsbristerna uppkommit. Analysen försöker besvara om kvalitetsbristerna beror på ett fel i utförande från fabrik eller på byggarbetsplatsen, alternativt om det är ett konstruktionsfel. Orsaken till fel ger indikationer till företaget om vad som bör korrigeras.

Som resultatet förmedlade identifierades kvalitetsbrister endast vid observation 2 och dessa ligger till grund för vidare analys. I Tabell 5.7 finns en sammanställning av kvalitetsbristerna, en analys av varför de uppkom samt vilken part som orsakat felet.

Tabell 5.7: Analys av uppkomna kvalitetsbrister hos den nytvecklade produkten.

Kvalitetsbrist	Analys	Orsak
Felvänd papp ¹	Bristfälliga anvisningar till industriarbetarna från Mataki och/eller BAC Såg och Hyvleri.	Fel i utförande från fabrik
Bristfällig passform ²	Beror troligtvis på varierande kvalitet från BAC Såg och Hyvleris fabrik då det är där råspontluckorna tillverkas.	Konstruktionsfel
Bristfällig kapning av papp ¹	Beror på att industriarbetarna inte kapat pappen i rätt längd. Kapningsanvisningarna från Mataki och/eller BAC Såg och Hyvleri verkar inte ha nått industriarbetarna.	Fel i utförande från fabrik
Skrapskador på pappen ²	Uppstod på grund av att byggnadsarbetare tappade material på färdigmonterad papp.	Fel i utförande på byggarbetsplatsen
Skadad papp pga. för stark limning ¹	Felet kan ha orsakats av att ett för starkt lim använts och/eller att för mycket lim målats på av BAC Såg och Hyvleri.	Fel i utförande från fabrik/ Konstruktionsfel
Bristfällig fästning i generalskarvar ¹	Felet beror på en inte tillfredsställande lösning från Mataki och BAC Såg och Hyvleri. Detta eftersom att spån tillåtits att tränga in i konstruktionen och reducerat limningsförmågan.	Konstruktionsfel
Bristfällig klistring i omlottskarvar ¹	Felet kan ha orsakas av; fel från pappleverantören, att BAC Såg och Hyvleri kan ha monterat pappen fel sådan att överlappningen inte blivit optimal (se Figur 4.10) samt att hantverkarna varit slarviga vid överlappningen.	Fel i utförande/ Konstruktionsfel
Asfaltfläckar ¹	Orsakats av papp från underliggande råspontlucka. Felet beror på felaktig lagerhantering vilket orsakats av BAC Såg och Hyvleri.	Konstruktionsfel

Av dessa uppkomna fel är de två allvarligaste att omlott- och generalskarvar inte blivit täta. Att det finns risk för att skarvarna inte blir täta kommer leda till att byggnadsarbetarna måste inspektera varje skarv och vid behov komplettera skarven manuellt med lim. Att pappen dessutom går sönder när skarvremsa ska läggas i generalskarven är ett allvarligt fel som måste korrigeras innan produkten kan introduceras på marknaden. Detta eftersom respondenterna varit tydliga med att den nya produkten måste ha en säkerställd funktion och kvalitet (se Tabell 4.3).

Skrapskador på färdigmonterad papp kommer alltid att vara en generell risk vid takläggning, oavsett om det är med den befintliga eller nytvecklade produkten. Risken är däremot lite större att pappen går sönder för den nya produkten då pappen används som gångunderlag en längre tid än för den befintliga produkten. Denna kvalitetsbrist kan därmed uppkomma vid fler tillfällen om den nya produkten används.

Asfaltfläckarna på råspontluckors undersida är en kvalitetsbrist som endast härrör den nytvecklade produkten. För att lösa kvalitetsproblemet kan BAC Såg och Hyvleri, enligt

¹ Gäller endast för den nytvecklade produkten.

² Gäller både för den befintliga och nytvecklade produkten.

Produkttekniker A, lägga en skyddsfolie mellan varje råspontlucka. Det skulle i sådana fall leda till ytterligare ett extraarbete med den nytvecklade produkten.

Den bristfälliga passformen bör kunna åtgärdas genom att BAC Såg och Hyvleri ser över tillverkningsprocessen i Luleå. Uppenbarligen är det något problem vid tillverkning som leder till kvalitetsmässiga variationer.

Den felvända pappen och bristfälliga kapningen av papp kan enkelt åtgärdas genom att ge tydligare monteringsanvisningar till industriarbetarna.

5.3.5 Rollfördelning vid råspontläggning på småhus

Vid råspontläggning (för båda produkterna) uppstår två roller för byggnadsarbetarna; *producerare* och *omarbetare*. Produceraren står på taket och lägger råspontluckor medan omarbetaren är placerad vid råspontluckornas lager och omarbetningsstationen. Produceraren är den person som dirigerar arbetet genom att planera och beställa luckor av omarbetaren, för att sedan vänta på beställningen, transportera luckan och tillslut montera den på plats.

Omarbetarens roll är att inta beställning från produceraren, hämta luckor från lagret, gå till omarbetningsstation, kapa luckan, transportera luckan till produceraren och sedan invänta ny beställning. Utifrån Figur 4.12 kan det beskådas att Byggnadsarbetare 2 fick vänta mer än dubbelt så mycket som tiden för omarbeten. Hade projektet haft två producerare och en omarbetare som Byggnadsarbetare 1 sade att de normalt har under råspontläggningen hade tid för väntan reducerats och tid för omarbeten ökat för Byggnadsarbetare 2. Efter att alla luckor transporterats upp på tak och monterats ändras omarbetarens roll till att producera i form av att lägga papp på taket. Därmed uppkommer 11 % i värdeskapande tid för Byggnadsarbetare 2.

Omarbetaren utför ett så kallat nödvändigt men icke värdeskapande arbete (Monden, 1993). Producenterna däremot utför, beroende på projekt, mellan 25-44 % värdeskapande aktiviteter. Att Byggnadsarbetare 1 har en högre andel värdeskapande tid i förhållande till Byggnadsarbetare A beror troligtvis på att Byggnadsarbetare 1 inte behövde vänta på omarbetaren i samma grad som Byggnadsarbetare A. Eftersom omarbetaren vid observation 1 hade två producerare att distribuera material till fick producerarna stundtals vänta på att den andra först får material för att sedan själv erhålla material. Detta innebar att Byggnadsarbetare A hade 14 procentenheter högre andel väntan än Byggnadsarbetare 1.

5.3.6 Projektanpassade råspontluckor

Det kan därmed konstateras att merparten av väntetiden för producerarna beror på att de måste invänta byggnadsmaterial från omarbetarna och att produktens standardmått medför att rollen omarbetare uppstår. Om produkten blir projektanpassad så skulle rollen omarbetare elimineras och det innebär att varje projekt kan genomföras med en byggnadsarbetare mindre vid råspontläggning, alternativt att omarbetaren blir en producerare.

För att påvisa hur mycket byggtiden för råspontläggning kan minska vid användning av projektanpassade råspontluckor görs ett beräkningsexempel nedan. I exemplet används ingående data från observation 1 (se Tabell 4.14 och Figur 4.2) där produceraren är Byggnadsarbetare A. Då Tabell 4.14 visar tidsåtgången för husets ena sida multipliceras värdena med två för att få tidsåtgången för hela taket.

För observation 1 behövdes det 88,1 värdeskapande manminuter för att täta taket. Nedan beräknas den totala byggtiden för råspontläggning med Byggnadsarbetare As tidsfördelning.

$$\frac{19,6 \text{ min}}{77,6 \text{ min}} = \frac{88,1 \text{ min}}{x \text{ min}} \Rightarrow x = 349,4 \text{ min}$$

Det innebär att antalet manminuter hade minskat med

$$\frac{487,1 \text{ min} - 349,4 \text{ min}}{487,1 \text{ min}} \cdot 100\% = 28,3\%$$

Byggtiden, för råspontläggning av huset vid observation 1, hade minskat med 28 %, från 487,1 manminuter till 349,4 manminuter om hantverkaren hade Byggnadsarbetare As tidfördelning. Som tidigare konstaterats beror merparten av producerarnas icke värdeskapande aktiviteter på grund av väntan på omarbetaren eller att planera och omarbeta råspontluckor på taket. Därför uppskattas en ny tidfördelning i Tabell 5.8, för Byggnadsarbetare A, där tiden är anpassad efter arbete med projektanpassade råspontluckor.

Tabell 5.8: Analys av tidfördelning med projektanpassade råspontluckor.

Typ av tid	Analys	Ny uppskattning
Värdeskapande tid	Är troligtvis i samma storleksordning eftersom det är effektiv monterings tid på tak.	Oförändrad på 39 minuter
Väntan	Minskar eftersom merparten av väntetiden beror på att produceraren väntar på byggnadsmaterial från omarbetaren. Av väntetiden, på 53 minuter (34 % av arbetstiden) borde tiden teoretiskt sätt kunna gå mot noll minuter. Dock på grund av hantverkarnas ineffektivitet uppskattas det att väntetiden uppgår till 10 minuter.	10 minuter
Transporter	Om de projektanpassade luckorna lyfts upp med kran i samband med resning av takstolar och placeras på ställning skulle producerarna behöva transportera luckorna mellan ställning och tak. För produceraren blir transportsträckan därmed lika lång som med den konventionella metoden, med tillägg för transportsträckan med kran från marknivå till ställning. Tidsökningen för lyft med kran uppskattas till 10 minuter.	28 minuter
Onödiga rörelser	Minskar något då verktyg som cirkelsåg inte behöver användas på taket vid kapning. Andra onödiga rörelser bedöms vara i samma storleksordning. Onödiga rörelser uppskattas att kunna minska med två minuter.	17 minuter
Omarbete	Kan helt undvikas om de projektanpassade luckorna har en helt korrekt passform. Att helt eliminera tid för omarbete anses inte rimligt men uppskattningsvis bör tid för omarbete kunna minska från 18 minuter till 10 minuter.	10 minuter
Planering	Om bifogade takritningar utformas på ett pedagogiskt sätt som underlättar monteringen för byggnadsarbetarna borde tid för planering kunna minska. Tiden uppskattas minska från sju minuter till två minuter.	2 minuter

Den totala tiden för produceraren och tidsfördelningen blir:

Tabell 5.9: Uppskattad tidsfördelning för en producerare vid användning av projektpassade råspontluckor.

Typ av tid	Tid	Fördelning
Värdeskapande tid	39 min	36,8%
Väntan	10 min	9,4%
Transporter	28 min	26,4%
Onödiga rörelser	17 min	16,0%
Omarbete	10 min	9,4%
Planering	2 min	1,9%
Summa	106 min	100 %

För Byggnadsarbetare A (se Tabell 4.14 och Tabell 5.9) innebär användning av projektpassade råspontluckor att den värdeskapande tiden höjs från 25 % till 37 % och att den totala tiden minskar med 32 %. Totalt sätt skulle byggtiden, vid observation 1 samt med användning av den nya tidsfördelningen i Tabell 5.9, kunna minska med 51 % om projektpassade råspontluckor användes.

Denna procentuella minskning ska tolkas med en viss försiktighet då värdena är uppskattade, men de ger ändå en indikation på hur mycket slöseriet på byggarbetsplatsen kan minska. I relation med råspontlucka med integrerad papp som eventuellt skulle kunna sänka byggtiden med 2,7-6 % kan det konstateras att projektpassade råspontluckor sänker byggtiden avsevärt mer.

6 Slutsatser

Detta kapitel presenterar studiens slutsatser som baseras på arbetets problemformulering och forskningsfrågor. Kapitlet börjar med att besvara forskningsfråga 1 (FF1), om den nytvecklade produkten råspontlucka med integrerad papp är effektivare än traditionell råspontlucka, med hänsyn till kundbehov, slöseriet på byggarbetsplatsen och arbetsmiljö. Efter det besvaras forskningsfråga 2 (FF2) genom att ge BAC Såg och Hyvleri kundanpassade produktutvecklingsförslag som minskar slöseriet på byggarbetsplatsen och som förbättrar arbetsmiljön för byggnadsarbetarna. FF2 symboliserar därmed Utvecklad värdeflödesanalys fjärde och slutgiltiga steg. Vidare besvaras forskningsfråga 3 (FF3) där värdeflödesanalys stödjer produktutveckling och tillslut besvaras studiens problemformulering om Utvecklad värdeflödesanalys fungerar.

FF1 – Är den nytvecklade produkten effektivare än den befintliga produkten?

En fördel med den nytvecklade produkten är att takläggningen inte blir lika väderberoende. När det börjar regna måste byggnadsarbetarna, vid konventionell råspontläggning, täcka råsponten med papp eftersom att annars riskerar råsponten att svälla och/eller drabbas av mögel. Med integrerad papp på råsponten reduceras denna risk så pass att byggnadsarbetet kan fortgå.

En annan fördel som var tänkt hos råspontlucka med integrerad papp var att monteringstiden ska vara kortare än vid konventionell råspontläggning och separat pappläggning. Den empiriska studien påvisade tvärtom att den nytvecklade produkten förlängde monteringstiden då produkten på grund av kvalitetsrelaterade problem orsakade omarbeten på byggarbetsplatsen. Det största problemet var att pappen inte blev tät i omlott- och generalskarvar vilket medförde parterna vid en extra inkallad besiktning beslutade om att göra om pappläggningsmetoden med den konventionella metoden.

Utöver bristfällig tätning gav pappen, vid lagerhållning, upphov till asfaltfläckar på ovanliggande råspontlucka som troligen blir synliga för slutkunden då asfalt är svårt att måla över. Andra nackdelar är att den nytvecklade produkten är tyngre än den befintliga råspontluckan, vilket är sämre ur ett arbetsmiljöperspektiv för hantverkarna. Råspontlucka med papp sliter dessutom ut klingan på cirkelsågen vilket orsakar merkostnader.

Om de kvalitetsrelaterade problemen med tätningen i omlott- och generalskarvar, hypotetiskt sätt, skulle vara åtgärdade skulle råspontlucka med integrerad papp förkorta byggtiden, för ett småhus på omkring 130 kvadratmeter tak, med omkring 5-20 minuter. För ett flerbostadshus, med omkring 1000 kvadratmeter tak, uppskattas en förkortad byggtid på drygt 1-2 timmar.

Den eventuella tidsbesparingen beror på minskade förflyttningar på tak och att byggnadsarbetarna inte är beroende av varandra på samma sätt som med den konventionella metoden. Med råspontlucka med integrerad papp kan en byggnadsarbetare täta taket själv och det medförde att tid för väntan minskade i förhållande till separat pappläggning. Vidare medförde produkten att transporter och onödiga rörelser minskade och det bidrog också till att tidsbesparingen blev större. Något som motverkade tidsbesparingen var att den effektiva monteringstiden (värdeskapande tid) var längre för råspontlucka med integrerad papp.

Den uträknade besparingen ska tolkas med en viss försiktighet eftersom förutsättningarna vid projekten var olika med avseende på byggnadsarbetarnas erfarenhet, bemanning, taklutning, takets storlek och att det var första gången byggnadsarbetarna använde produkten råspontlucka med integrerad papp. För att erhålla en mer tillförlitlig studie på skillnader i monterings tid borde fler studier genomföras, exempelvis där produkterna används på takets vardera sida och där samma byggnadsarbetare utför monteringen.

Men även om de kvalitetsrelaterade problemen åtgärdas väger fördelen med att få förkortad byggtid på 5-20 minuter, i relation med att riskera vattenskador som i värsta fall kan innebära att hela taket behöver bytas ut, inte särskilt högt. Undersökaren anser utifrån tidigare analys att produkten råspontlucka med integrerad papp inte är effektivare än den befintligare produkten, utan tvärtom ökar slöseriet på byggarbetsplatsen.

Ett urval av BAC Såg och Hyvleris kunder har via intervjuer sagt att om en vidareutveckling av råspontluckan sker är det viktigaste att det inte blir någon kvalitetssänkning. Vid en jämförelse av produkterna råspontlucka med integrerad papp och vanlig råspontlucka kan det konstateras att den förstnämnda produkten i dagsläget uppvisar för stora kvalitetsbrister för att introduceras på marknaden.

FF2 – Hur kan företaget, genom produktutveckling, minska slöseriet på byggarbetsplatsen, öka säkerheten för byggnadsarbetarna och öka kundnyttan?

Pappläggning går i dagsläget snabbt, en villa på ungefär 130 kvadratmeter tar en timme att papplägga medan råspontläggningen för samma tak, beroende på bemanning och komplexitet tar en till två dagar. Undersökaren anser att BAC Såg och Hyvleri borde fokusera det som tar mest tid, nämligen råspontläggningen, för att med utvecklade produkter minska slöseriet på byggarbetsplatsen. Följande produktutvecklingsförslag ger undersökaren till företaget:

Minska luckornas vikt

På grund av råspontluckors vikt och otymplighet, vid dimension 3600x540 mm, kan hanteringen leda till förslitningsskador i rygg på både kort och lång sikt. BAC Såg och Hyvleri rekommenderas att undersöka alternativ för att minska vikten och otympligheten. Företagets kunder har via intervjuer sagt att två alternativ är att minska tjockleken och/eller att minska bredden på råspontluckan.

Förbättra luckornas passform

Råspontluckans passform varierar enligt den empiriska undersökningen. Rekommendationen till företaget är att undersöka varför kvaliteten varierar och åtgärda problemen.

Undersök skarvarnas placering på råspontluckan

Från två intervjurespondenter framkom det att brädornas skarvar i råspontluckan i vissa fall är placerade för nära varandra och det medför att luckan blir mjuk. Om råspontluckan monteras sådan att skarvarna uppkommer mellan två takstolar uppstår en risk för nedtrampning och arbetsolyckor.

Rekommendationen till företaget är att undersöka hur ofta problemet förekommer. Om det är ett problem bör företaget implementera en lösning som åtgärdar problemet.

Bunta projektvis ihop råsponsluckorna från fabrik

Företaget rekommenderas att projektvis bunta ihop råsponsluckor från fabriken i Luleå, märkta med projektnamn och projektnummer, för att minska materialhanteringen hos företag XYZ. Detta för att höja kundnyttan.

Märk råsponsluckor av högre kvalitet från fabrik

Företaget rekommenderas att märka råsponsluckor av högre kvalitet från fabrik sådana att byggnadsarbetarna kan se vilka luckor som ska placeras synligt för slutkund i takfot och gavelutsprång. Detta för att minska risken för felplacering.

Större råsponsluckor

En intervjurespondent önskade att större råsponsluckor tillverkas som lyfts upp med kran på taket. Analysen förmedlade att större råsponsluckor som lyfts upp med kran på tak löser problemen förknippade med arbetsmiljö, minskar slöseriet på byggarbetsplatsen och uppfyller ett uttalat kundbehov. Analysen förmedlade också att det finns en risk att kvaliteten kan äventyras om större råsponsluckor lyfts upp med kran eftersom råsponsluckan är relativt tunn produkt.

Rekommendationen till företaget blir att undersöka om fler kunder är intresserade av större råsponsluckor och om det är möjligt att tillverka större råsponsluckor utan att kvaliteten försämras.

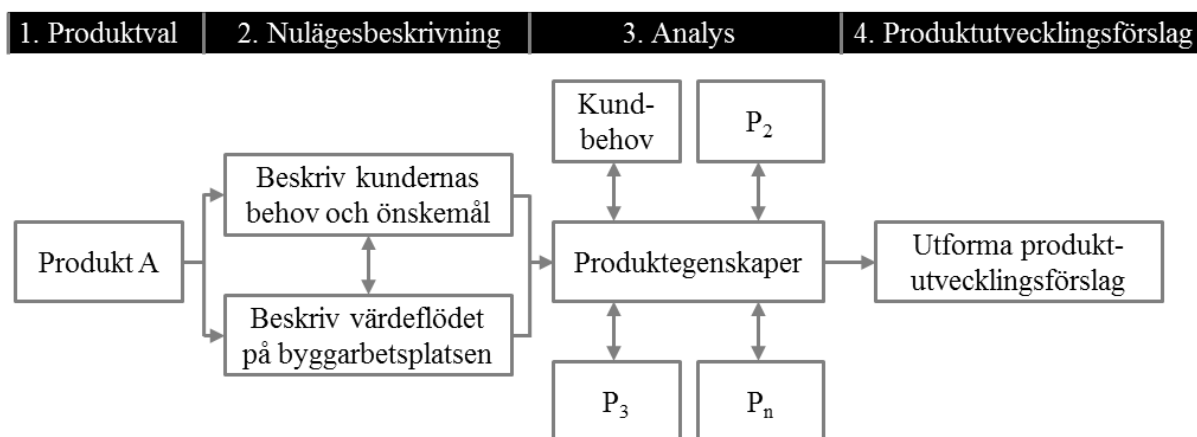
Projektanpassade råsponsluckor

Analysen förmedlade att projektanpassade råsponsluckor minskar byggtiden för råsponsläggning med upp till 50 %, förbättrar arbetsmiljön för byggnadsarbetare och uppfyller kundernas uttalade behov. Därför rekommenderas företaget att utveckla och erbjuda kunder projektanpassade råsponsluckor. Erbjudandet kan se ut på följande sätt:

Från takplanen tillverkar BAC Såg och Hyvleri råsponsluckor, kapade i både vinkel och längd. Varje lucka erhåller ett identifikationsnummer som lätt kan urskiljas i takplanen. Råsponsluckorna läggs i monteringsordning och buntas ihop, märkta med projektnamn och projektnummer, för att sedan transporteras till entreprenadföretaget och därifrån vidare till byggarbetsplatsen med bifogad monteringsritning.

FF3 – Hur kan värdeflödesanalys utvecklas för att stödja produktutveckling?

Värdeflödesanalys kan utvecklas för att stödja produktutveckling (se Figur 6.1) genom att analysera relationen mellan produktgenskaper och ett antal definierade parametrar (Kundbehov, P_2 , P_3, \dots , P_n). Det rekommenderas att kundbehov alltid är med som en parameter eftersom de är i centrum vid alla kvalitetsförbättringar. Övriga parametrar bestäms av undersökaren.



Figur 6.1: Utvecklad värdeflödesanalys som stödjer produktutveckling.

Problemformulering – Kan en metod utvecklas som utvärderar befintliga och nyutvecklade produkter för att minska slöseriet på byggarbetsplatsen, öka säkerheten för byggnadsarbetarna och höja kundnyttan?

När Utvecklad värdeflödesanalys kompletteras med slöseriet på byggarbetsplatsen och arbetsmiljö som parametrar så har en metod utvecklats som tar hänsyn till befintliga och nyutvecklade produkter. Metoden genererar kundanpassade produktutvecklingsförslag som minskar slöseriet på byggarbetsplatsen och som förbättrar produkten ur ett arbetsmiljöperspektiv.

7 Diskussion

I det avslutande kapitlet förs en diskussion kring studiens slutsatser och slöseriet i byggbranschen i allmänhet. Vidare diskuteras det om vad framtida studier, baserat på denna studie, kan fokusera på. Slutligen förs en diskussion om studiens metodproblem.

För att BAC Såg och Hyvleri ska kunna lösa problematiken med tätning i generalskarvar måste en ny lösning utvecklas. Frågan är om bara det går att komma på en lösning som kvalitetsmässigt är lika bra som med den konventionella metoden och för BAC Såg och Hyvleri ekonomisk hållbar? Även om klistringen förbättras finns det ändå en risk att pappan inte sträcks ut helt mot underlaget och fäster, vilket således skulle medföra risk för vatteninträning. Risken att vatten tränger in i generalskarvar kommer troligtvis alltid vara större än risken för vattenläckage i omlottskarvar.

Modellen Utvecklad värdeflödesanalys ger i dagsläget olika riktningar som företag kan välja som utvecklar produkterna ur ett antal definierade parametrar. Huruvida om dessa riktningar är genomförbara tas det inte någon hänsyn till, vilket innebär att ett företag som kommit till steget produktutvecklingsförslag har mycket arbete kvar innan idén kan genomföras. Ett förslag är att följa metodiken som Kim och Mauborgne (2005) utvecklat där företaget ska, efter att idén bekräftats ge kunden speciella nyttofördelar, prissättas sådan att den stora massan av kunder attraheras av erbjudandet. I nästa steg bedöms kostnaderna förknippade med att tillverka produkten och om företaget kan erhålla en sund vinstmarginal. I sista steget analyserar företaget hinder som kan tänkas stoppa idén (Kim & Mauborgne, 2005). Med andra ord finns det möjligheter att utveckla modellen vidare, från steget produktutvecklingsförslag tills att en ny produkt lanserats.

Beroende på undersökningsobjekt är det möjligt att andra parametrar än slöseriet på byggarbetsplatsen och arbetsmiljö är lämpliga att analysera. Det är därmed fritt fram för undersökaren att ändra dessa parametrar och beroende på vilka som analyseras påverkas företagets produktutvecklingsförslag. Det viktigaste för kommande undersökare är att etablera en relation mellan produkttegenskaper och parametrarna i analysen.

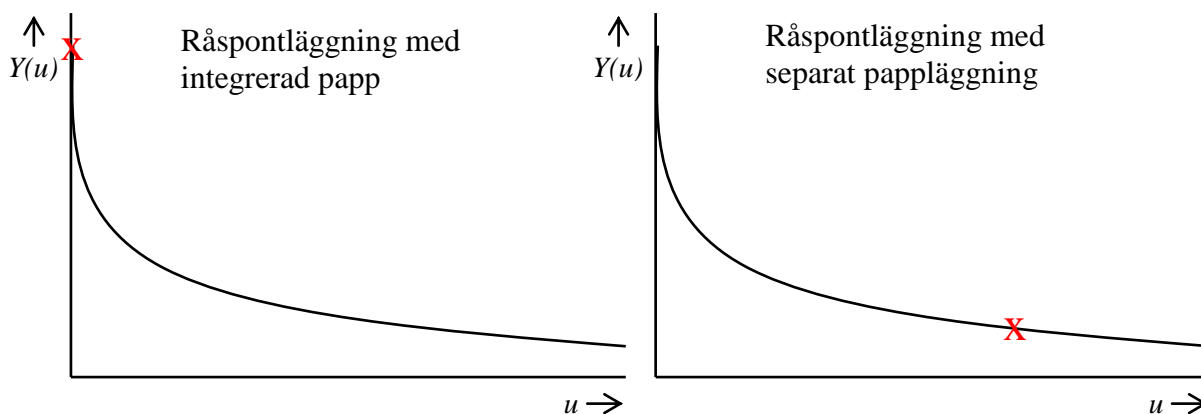
Denna studie har i likhet med Josephson och Saukkoriipi (2005) påvisat att byggnadsarbetarna till merparten av tiden ägnar sig åt aktiviteter som inte är värdeskapande för kunden. Istället går hantverkarna och letar efter byggnadsmaterial, verktyg, omarbetar byggmaterial eller väntar. Detta problem är ingen nyhet, utan byggbranschen har vetat om detta i flera decennier sedan de första forskningsrapporterna kom (SR, 2007). Frågan är om slöseriet kommer vara lika stort om ett par decennier till?

Sett utifrån de två projekt som observerades kommer slöseriet troligen inte att minska om inget radikalt ändras i byggprocessen. Att minska slöseriet och få ut mer värde för mindre arbete är branschens ansvar och här har entreprenadföretagen som tillverkar byggnader stora möjligheter att påverka utvecklingen genom att ställa högre krav på byggmaterialtillverkarna att utveckla produkter som minskar slöseriet på byggarbetsplatsen. Att tillverka mer industrialiserade produkter kan vara en väg att gå för att minska slöseriet på byggarbetsplatserna eftersom de både enligt studiens beräkning och Svenskt trä (2012) kan mer än halvera byggtiden på byggarbetsplatsen. Undersökarens åsikt är likt Person C att ökad prefabricering är framtiden för byggbranschen.

7.1 Metodutvärdering

Byggnadsarbetarna vid projektet med den konventionella metoden var i genomsnitt 28 år medan byggnadsarbetarna vid projektet med råsponslucka med integrerad papp var i genomsnitt 22 år. Enligt Nahmias (2009) minskar monterings tiden när en arbetare får mer erfarenhet (lärandekurvan) vilket borde medföra att byggnadsarbetarna vid projektet med den konventionella metoden troligtvis bygger hustak snabbare än byggnadsarbetarna där råsponslucka med integrerad papp användes. Dessutom var det första gången byggnadsarbetarna använde råsponsluckor med integrerad papp vilket innebär enligt Nahmias (2009) att antalet arbetskraftstimmar $Y(u) = a$ (se Bilaga 1).

Eftersom lärandekurvan är okänd för produkten går det inte att uppskatta hur mycket tiden skulle minska vid nästkommande försök, men om flera försök genomförs med projekt som har samma förutsättningar kan lärandekurvan beräknas, vilket således hade underlättat en jämförelse i monterings tid mellan produkterna. Eftersom byggnadsarbetarna hade använt råsponslucka med separat pappläggning i genomsnitt 6,3 år befinner sig arbetarna längre ned i lärandekurvan. De röda kryssen i Figur 7.1 visar en trolig position för byggnadsarbetarna i lärandekurvan.



Figur 7.1: Skillnad i lärandekurva mellan byggnadsarbetarna och produkterna.

Enligt Byggnadsarbetare 1 är råsponsläggning ett relativt enkelt arbetsmoment att genomföra vilket kan tolkas att lärandekurvan är brant.

För att erhålla en mer tillförlitlig studie på skillnad i monterings tid mellan produkterna bör förutsättningarna vara helt eller relativt lika. Genom att använda en produkt på byggnadens vardera sida, där taket är symmetriskt, blir förutsättningarna relativt lika, med undantag för att det troligtvis är första gången byggnadsarbetarna testar råsponslucka med integrerad papp. Om testning av produkten sker med samma personal på ett par projekt kommer $Y(u)$ att minska vilket medför att monterings tiden planar ut i kurvan (se Figur 7.1) och således blir studien mer tillförlitlig.

Sett till beskrivningen av kundbehoven skulle fler intervjuer kunna genomföras för att bekräfta de olika behoven och framförallt önskemålen. Ett förslag är att komplettera studien med en enkätundersökning för att erhålla kvantitativ data på hur många som är intresserade av de olika kundbehoven. Det hade således ökat studiens trovärdighet. För att validera modellen Utvecklad värdeflödesanalys bör fler studier genomföras på andra undersökningsobjekt.

8 Referenser

8.1 Böcker, rapporter och vetenskapliga artiklar

AFA. (2012). *Allvarliga arbetsskador och långvarig sjukfrånvaro*. Stockholm: AFA Försäkring.

AFS 1998:1. *Belastningsergonomi: Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter om belastningsergonomi samt styrelsens allmänna råd om tillämpningen av föreskrifterna*.

AFS 2000:1. *Manuell hantering: Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter om manuell hantering samt allmänna råd om tillämpningen av föreskrifterna*.

Álvarez, R., Calvo, R., Peña, M. M., & Domingo, R. (2009). Redesigning an assembly line through lean manufacturing tools. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 43, ss. 949-958.

Benton, W. C. (2010). *Purchasing and Supply Chain Management*. New York: McGraw-Hill.

Bergman, B., & Klefsjö, B. (2007). *Kvalitet från behov till användning*. Lund: Studentlitteratur.

Besiktningssprotokoll. (2012). *Utlåtande över besiktning av underlagstak (internt dokument)*.

Björnfot, A. (2004). *Modular Long-Span Timber Structures: a Systematic Framework for Buildable Construction*. Luleå: Luleå University of Technology: Department of Civil and Environmental Engineering.

Braglia, M., Carmignani, G., & Zammori, F. (2006). A new value stream mapping approach for complex production systems. *International Journal of Production Research*, 44(18-19), ss. 3929-3952.

Dahmström, K. (1991). *Från datainsamling till rapport - att göra en statistik undersökning*. Lund: Studentlitteratur.

Dennis, P. (2007). *Lean Production Simplified: a plain-language guide to the world's most powerful production system*. New York: Productivity Press.

Erikshammar, J. (2012). Kortare tid på taket med prefabricerade takkomponenter. *Bygg & Teknik*, 104(4), ss. 51-54.

Grewal, C. (2008). An initiative to implement lean manufacturing using value stream mapping in a small company. *International Journal of Manufacturing Technology and Management*, 15(3/4), ss. 404-417.

Hines, P., & Rich, N. (1997). The seven value stream mapping tools. *International Journal of Operations & Production Management*, 17(1), ss. 46-64.

Josephson, P.-E., & Saukkoriipi, L. (2005). *Slöseri i byggprojekt: Behov av förändrat synsätt*. Göteborg: Sveriges Byggindustrier.

-
- Kim, C. W., & Mauborgne, R. (2005). *Blue Ocean Strategy - Skapa nya marknader utan konkurrens*. Malmö: Liber.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. New York: McGraw-Hill.
- Mena, C., Whicker, L., Templar, S., & Bernon, M. (Oktober 2002). Costing the supply chain. *Manufacturing Engineer*.
- Modig, N., & Åhlström, P. (2012). *Detta är Lean*. Stockholm: Stockholm School of Economics Institute for Research.
- Monden, Y. (1993). *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time*. Norcross, GA: Industrial Engineering and Management Press.
- Nahmias, S. (2009). *Production and Operations Analysis*. New York: McGraw-Hill Education.
- Patel, R., & Davidson, B. (2011). *Forskningsmetodikens grunder - att planera, genomföra och rapportera en undersökning*. Lund: Studentlitteratur.
- Rother, M., & Shook, J. (1999). *Learning to See: value stream mapping to add value and eliminate muda*. Brookline: Lean Enterprise Institute, US.
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2009). *Research Methods for Business Students*. Harlow: Pearson Education Limited.
- Segerstedt, A. (2008). *Logistik med fokus på material- och produktionsstyrning*. Malmö: Liber.
- Serrano, I., Ochoa, C., & de Castro, R. (2008). An evaluation of the value stream mapping tool. *Business Process Management Journal*, 14(1), ss. 39-52.
- Tapping, D., Luyster, T., & Shunker, T. (2002). *Value stream management: eight steps to planning, mapping, and sustaining lean improvements*. New York: Productivity Press.
- Wallén, G. (1996). *Vetenskapsteori och forskningsmetodik*. Lund: Studentlitteratur.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2002). *Lära sig se: Att kartlägga och förbättra värdeflöden för att skapa mervärden och eliminera slöseri*. (J. Helling, Övers.) Göteborg: Lean Enterprise Institute Sweden.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking: banish waste and create wealth in your corporation*. London: Free Press Business.
- Yin, R. K. (2009). *Case study research: design and methods*. London: SAGE Publications, Inc.

8.2 Elektroniska källor

allabolag.se. (2012). *BAC Såg och Hyvleri AB*. Hämtat från http://www.allabolag.se/5560711011/BAC_Sag_och_Hyvleri_AB den 21 Juli 2012

-
- BAC. (2012a). *Om BAC*. Hämtat från <http://www.bac.nu/verksamhet/om-bac/> den 21 Juli 2012
- BAC. (2012b). *Mindre fara på taket med BAC råsponttaklucka*. Hämtat från <http://www.bac.nu/affarsomrade/komponenter/rasponntaklucka/> den 20 Juni 2012
- BAC. (2012c). *Monteringsanvisning*. Hämtat från <http://www.bac.nu/affarsomrade/komponenter/rasponntaklucka/monteringsanvisning/> den 20 Juni 2012
- DI. (2010a). *Bostadsministern om bopriserna: "Det är något som inte fungerar"*. Hämtat från <http://www.di.se/artiklar/2010/10/21/bostadsministern-om-bopriserna-det-ar-nagot-som-inte-fungerar/> den 24 10 2012
- DI. (2010b). *Överpriser i byggbranschen*. Hämtat från <http://www.di.se/artiklar/2010/10/29/overpriser-i-byggbranschen/> den 24 10 2012
- DI (2012). *Småhustillverkare rasar mot bolånetak*. Hämtat från http://di.se/Default.aspx?rt=3&pid=261733__ArticlePageProvider&epslanguage=sv&referrer=http%3A%2F%2Fwww.google.se%2Furl%3Fsa%3Dt%26rct%3Dj%26q%3Dsm%25C3%25A5hustillverkare%2520konkurs%2520%2520di%26source%3Dweb%26cd%3D1%26ved%3D0CGMQFjAA%26url%3Dhttp%253A%252F%252Fdi.se%252FArtiklar%252F2012%252F3%252F13%252F261733%252FSmahustillverkare-rasar-mot-bolanetak%252F%253Fr%253D3%26ei%3D06TCT-aNM07T4QS3wKTHCQ%26usg%3DAFQjCNE5VQOpeJF-HP3-v_wDTAgQD4EAEA%26cad%3Drja den 5 06 2012
- DN. (2006). *Byggbranschen slösar bort miljarder*. Hämtat från <http://www.dn.se/ekonomi/byggbranschen-slosar-bort-miljarder> den 23 Augusti 2012
- Mataki. (2011a). *Om oss*. Hämtat från <http://web.nordicwaterproofing.com/sv/Mataki/Mataki-SE/Om-oss/> den 21 Juli 2012
- Mataki. (2011b). *Mataki MB 380*. Hämtat från http://web.nordicwaterproofing.com/upload/mataki/Sverige/Monteringsanvisningar/Mataki_web_MB380_SE.pdf den 20 Juni 2012
- SCB. (2003). *Mer om Byggnadsprisindex samt Faktorprisindex för byggnader*. Hämtat från http://www.scb.se/Pages/Standard____26947.aspx den 23 Augusti 2012
- SCB. (2011). *Byggnadsprisindex med avdrag för bidrag* samt KPI*. Hämtat från http://www.scb.se/Pages/TableAndChart____26943.aspx den 21 05 2012
- SCB. (2012a). *Byggnadsprisindex (BPI)*. Hämtat från http://www.scb.se/Pages/Product____12483.aspx den 22 05 2012
- SCB. (2012b). *Konsumentprisindex (KPI)*. Hämtat från http://www.scb.se/Pages/Product____33769.aspx den 22 05 2012
-

SR. (2007). *Rast i bostadsfabriken? Om ineffektivitet i byggbranschen*. Hämtat från <http://sverigesradio.se/sida/artikel.aspx?programid=412&artikel=1774564> den 23 Augusti 2012

Svenskt Trä. (2012). *Ett nytt byggande för en ny tid*. Hämtat från http://www.svensktra.se/publikationer/ett_nytt_byggande den 23 Augusti 2012

8.3 Muntliga källor

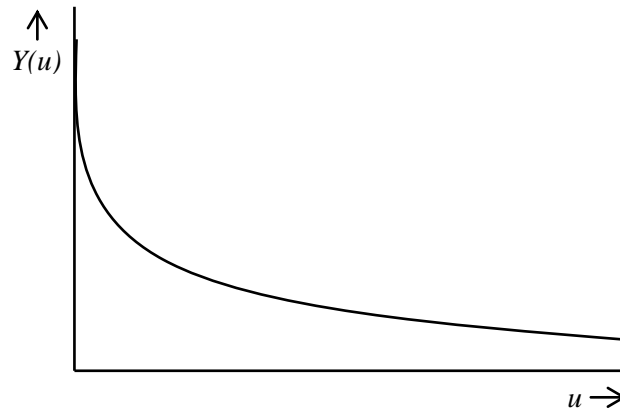
Pettersson, L. E. (juni-augusti 2012). Marknadschef på BAC Såg och Hyvleri. (E. Alestig, Intervjuare)

Produkttekniker A (den 16 06 2012). Produkttekniker på Mataki. (E. Alestig, Intervjuare)

Wikström, L. (den 7 08 2012). Produktionschef på BAC Såg och Hyvleri. (E. Alestig, Intervjuare)

Bilaga 1: Lärandekurvor

Lärandekurvan, vilket beskriver relationen mellan nedlagda arbetskraftstimmar och antalet producerade enheter, kan enligt Nahmias (2009) beskrivas enligt Figur 1:



Figur 1: Lärandekurvan. (Nahmias, 2009)

Om $Y(u)$ är antalet arbetskraftstimmar som erfordras för att producera u enheter blir lärandekurvan av formeln:

$$Y(u) = au^{-b} \quad (1)$$

där a är antalet timmar för att producera den första enheten och b hastigheten som produktionen minskar i tid när det kumulativa antalet producerade enheter ökar. Traditionellt sätt beskrivs lärandekurvor som den procentuella minskningen av arbetskraftstimmar som erfordras för att producera enhet $2n$ i relation med att producera enhet n , och det är antaget att denna procent är oberoende av n . (Nahmias, 2009)

Referens

Nahmias, S. (2009). *Production and Operations Analysis*. New York: McGraw-Hill Education.

Bilaga 2: Beskrivning av studiens intervjurespondenter och deras yrkesroll

Tabell 1: Presentation av studiens respondenter och deras yrkesroll.

Respondent	Yrkesroll
Person A	Respondenten arbetar som produktansvarig, inriktad mot entreprenad och entreprenörer för ett företag verksamt inom småhustillverkning benämnt XYZ. I respondentens arbetsuppgifter ingår leveransplanering och inbokning av entreprenadåttaganden. Respondenten arbetar även med att utbilda entreprenörer i produktkännedom gällande nyheter och förbättringar som både kan förkorta entreprenadtider men även gynna beställare. Respondenten har gedigen erfarenhet inom branschen och har god erfarenhet gällande materialkännedom, inkluderat kvalitet och montagetider.
Person B	Respondenten arbetar på ett av de största entreprenadföretagen och är ansvarig för en specifik inköpskategori på centrala inköp. Arbetsuppgifterna består delvis att läsa av marknaden på nya tekniska innovationer, utvärdera de och se till att företaget använder den bästa tekniken. Till sin hjälp har responderten en strategisk inköpare.
Person C	Respondenten arbetar som inköps- och logistikchef på företaget XYZ. Respondenten ansvarar för byggmaterialet från inköp till leverans på byggarbetsplatsen.
Person D	Respondenten arbetar som arbetsledare för ett av de större byggföretagen inom husbyggnad i Sverige. Respondenten är arbetsledare inom områdena stomkomplettering, tak och fasad.
Person E	Respondenten arbetar som byggnadsarbetare och lagbas för ett av de större byggföretagen inom husbyggnad i Sverige.
Person F	Respondenten arbetar som biträdande platschef och produktionsledare på ett av de större byggföretagen som arbetar med husbyggnad i Sverige.

Bilaga 3: Övrigt resultat från datainsamlingen

Procentuell kostnadsfördelning vid takläggning med råspontlucka

I Tabell 1 har respektive respondent uppskattat kostnadsfördelningen för takläggning med råspontlucka. Alla respondenter har påtalat att det varit svårt att uppskatta kostnaderna men att de gjort så gott de kunnat.

Tabell 1: Uppskattad procentuell kostnadsfördelning för respektive respondent.

	Inköp och produktansvar			Produktion		
	Person A	Person B	Person C	Person D	Person E	Person F
Planering	10 %		5 %	10 %	10 %	10 %
Byggnadsarbetare	40 %	20-25 %	30 %	20 %	20 %	25 %
Material	15 %	60 %*	30 %	20 %	40 %	35 %
Materialhantering	20 %		20 %	15 %	20 %	15 %
Transporter	15 %		15 %	20 %	10 %	15 %
Övrigt		15-20 %		15 %		

* inklusive frakt

Person B talade inför intervjun med kalkylavdelningen och där kunde kostnadsfördelningen inte delas upp enligt posterna i Tabell 1 och eftersom frakten ingår i inköpspriset för materialet skrivs det in i samma post. Posten övrigt för Person B inkluderar kostnader som hela projektet gemensamt står för, exempelvis som uppförande av skyddsräcken. I övrigt för Person D ingår arbeten med att såga och kapa luckor på taket.

Sett till kostnadsfördelningen anser Person C att 20 % i materialhantering är alldeles för mycket, men att det troligen ligger i de nivåerna.

Person A konstaterar att den part som tjänar mest pengar på takläggning är byggnadsarbetarna i tid.

Råsponttakläggningens utveckling i framtiden

Respondenternas svar har delats upp i kategorierna; materialegenskaper, ökad prefabricering, energismarta tak, storlek på råspontluckor och övrigt.

Materialegenskaper

Person E tror att lättare material kommer användas i samband med takläggning, exempelvis att trä byts ut mot andra material som komposit eller plast. Med lättare material skulle luckorna kunna bli större än dagens längd på 3600 mm säger Person E.

Person F tror att träet i takläggningen kommer ersättas med material som tål vatten, exempelvis med någon variant av plexiglas. På så sätt menar Person F att byggnadsarbetarna kanske inte behöver använda papp och att mögelrisken elimineras.

Ökad prefabricering

Person E tror att utvecklingen går mot att fler takläggningmoment kommer utföras i fabrik. Tillslut tror Person E att färdiga takblock kommer lyftas upp direkt från lastbil och monteras ihop.

Person B hoppas på mycket större takelement, på samma sätt som för väggar, där elementen är specifikt tillverkade åt enskilda projekt, sådan att de sedan kan levereras som byggsatser i rätt ordning, märkta med "kloss 1, 2, 3" och på så sätt korta ned takläggningen till en dag. Svårigheten är att husen (och taken) inte är likadana. Det jobbet som är svårast och som tar mest tid med råsponttakläggningen är alla vinklar, vrår och olika fall. Det är troligtvis det arbetet som också är svårast att få till i fabrik, att ha en sådan precision att luckorna passar. "Det hade vi tjänat på att få till" säger Person B. (Person B, 2012)

Person C är inne på samma linje som Person B där han har en framtidsvision att luckorna är kapade i vinkel i fabrik, men poängterar samtidigt att det troligen blir svårt att uppnå. Person C tror att det är lättare att kapa luckorna på plats och att det finns en risk med att de blir monterade fel om de är fabriksgjorda.

Person A tror att utvecklingen går mot ökad prefabricering och att i framtiden kanske färdiga kassetter som är isolerade samt har inbyggda solfångare direkt kan lyftas upp på taket. Person A poängterar att tak är komplicerat att prefabricera men att utvecklingen troligtvis ändå kommer gå åt det hållet.

Energismarta tak

Person C tror att framtidens taklösningar går mot en utveckling liknande konceptet för passivhus, där taken är välisolerade för att på bästa sätt ta vara på den internt genererade värmen. Det innebär att taklösningen kommer se ut på ett helt annorlunda sätt än dagens lösning med råspontluckor säger Person C. I taket tror Person C att solenergifångare har integrerats.

Storlek på råspontluckor

Storleksmässigt tror Person D att nuvarande standardstorlekar kommer finnas kvar, samt att de troligtvis inte blir större eftersom de blir för svåra att hantera.

Sett till tjockleken ifrågasätter Person A om luckorna måste vara 22 mm när c/c-avstånden håller på att minskas. Om tjockleken kan minskas blir de mer lätthanterliga och förbättrar arbetsmiljön menar Person A. Vidare tror Person A att längderna blir mer anpassningsbara till enskilda projekt. En annan lösning kan vara att minska bredden på luckan genom att ta bort en lamell. Detta för att minska den fysiska belastningen. (Person A, 2012)

Övrigt

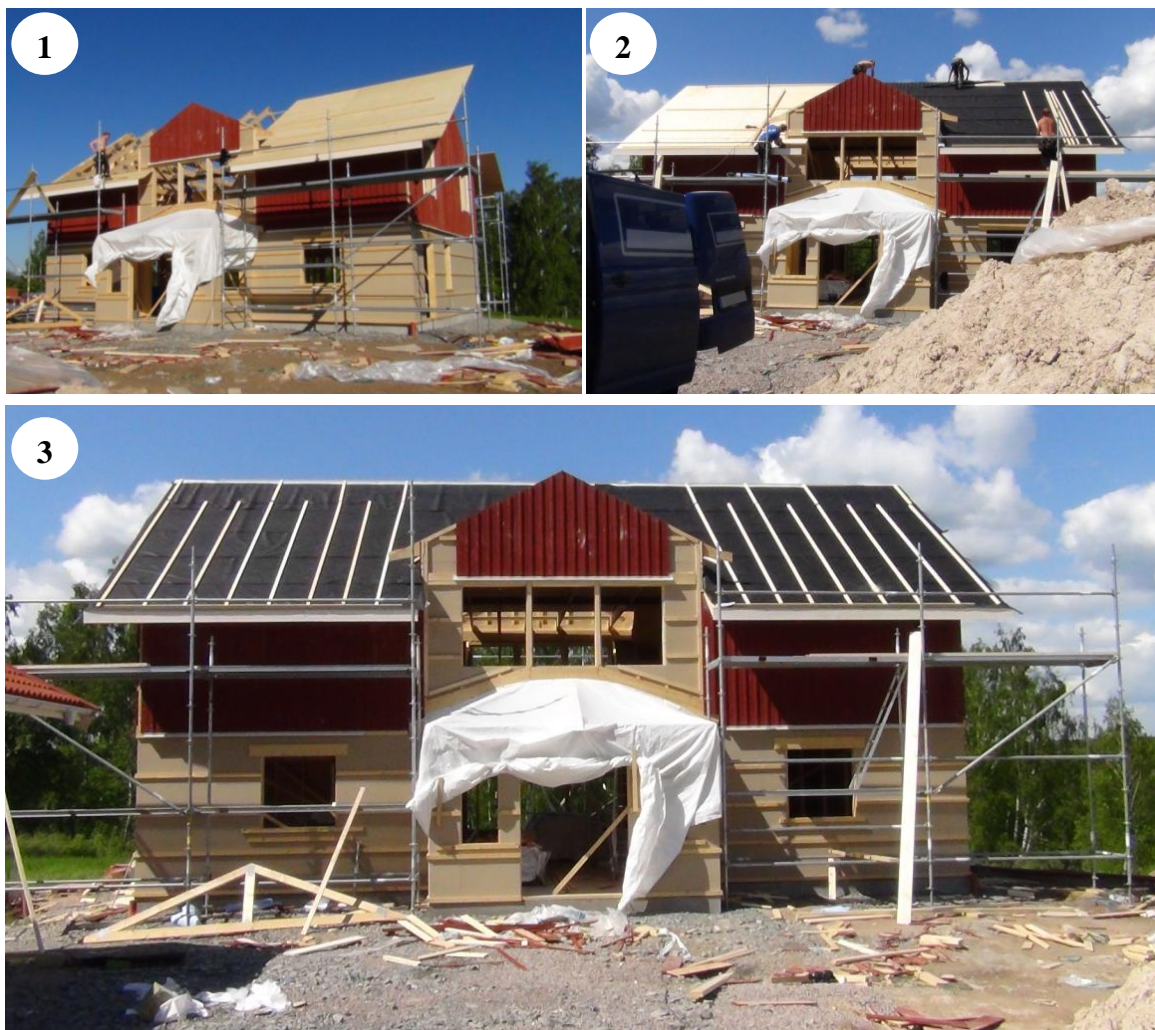
Person D tror på produkten råspontlucka med papp eftersom produktionen inte blir lika väderberoende som med lös råspont och råspontlucka. Person D säger att företaget undviker att taklägga när det regnar för mycket, eftersom att det finns en risk att träet sväller och orsakar kvalitetsbrister.

Bilaga 4: Dagboksanteckningar från observation 1 den 8 juni 2012

Takläggningen gick till sådan att en byggnadsarbetare distribuerade material, främst bestående av råspontluckor till två andra byggnadsarbetare som monterade luckorna. Montaget av luckorna gick till på följande sätt:

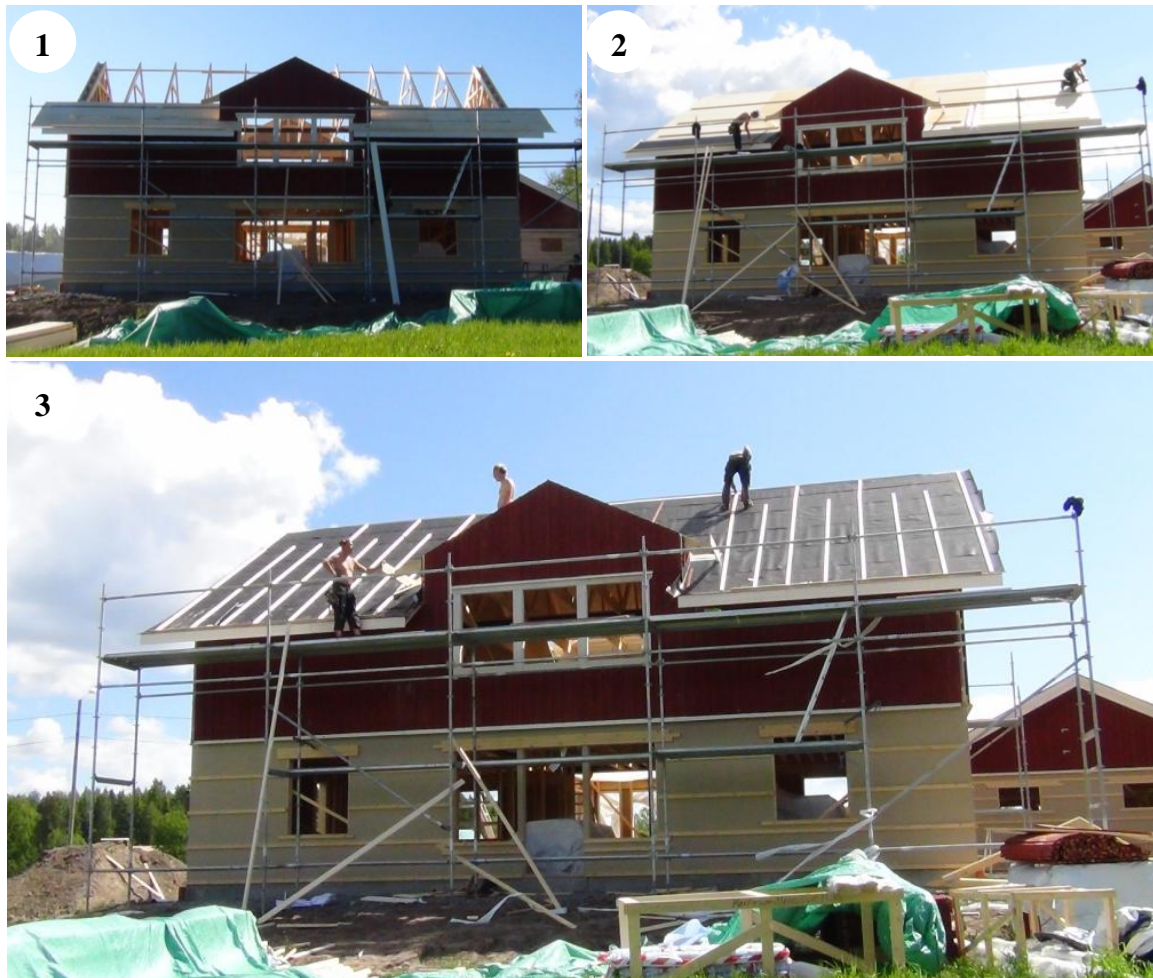
1. Placering av lucka på takstol.
2. Manuell fastsättning i takstol med en spik i luckans övre hörn. När alla luckor var monterade på taket gick montaget vidare till steg 3. Allt eftersom byggnadsarbetarna kom högre upp på taket monterades tillfällig bärläkt vars funktion var att stödja byggnadsarbetarna på taket.
3. Spikning av brädor längs med respektive takstol. En spik per bräda på varje lucka i takstolen med spikpistol.

När luckorna var monterade avlägsnades den tillfälliga bärläkten och pappläggning påbörjades, där en meter bred papp på rulle rullades ut i horisontellt, från nedsidan och successivt upp. När nästa papprulle rullades ut överlappades den undre med cirka 10 cm och klamrades fast. Efter att pappläggningen var klar övergick projektet till att påbörja läggning av ströläkt på taket. I bild 1 i Figur 1 arbetar byggnadsarbetarna med att lägga råspont, i bild 2 rullas papp ut och bild 3 visar hur byggnaden såg ut efter dagens slut.



Figur 1: Projektets fortlöpande på husets östra sida.

På projektets västra sida hade byggnadsarbetarna påbörjat råspontläggningen en dag innan observationen ägde rum och resultatet av arbetet, vilket enligt Byggnadsarbetare C varade i en timme, kan beskådas i bild 1 i Figur 2. När råspontläggningen var klar påbörjades papplaggnen vilket illustreras i bild 2. Bild 3 visar västra sidans resultat efter dagens slut.



Figur 2: Projektets fortlöpande på husets västra sida.

I detta projekt användes råspontluckor som landgång på bjälklaget och från detta våningsplan omarbetades råspontluckor samt att de lyftes till byggnadsarbetare på taket.



Figur 3: Råspontluckor används som landgång på bjälklaget.

Bilaga 5: Dagboksanteckningar från observation 2 den 16-19 juni 2012

Takläggningen gick till sådan att Byggnadsarbetare 2 distribuerade byggmaterial, främst bestående av råspontluckor från marknivå, till Byggnadsarbetare 1 som stod på ställningen. Från ställningen drog Byggnadsarbetare 1 upp luckan på tak och spikade fast den med en spik per bräda i takstol med spikpistol.

När Byggnadsarbetare 1 kommit upp på den flackare taklutningen på huset distribuerade Byggnadsarbetare 2 upp material från ställningen till Byggnadsarbetare 1. Under tiden medan Byggnadsarbetare 1 monterade luckor på taket väntade Byggnadsarbetare 2 på att skicka upp nästa lucka alternativt höll på med omarbeten av luckor. Luckorna till projektets förfogande var alla 3,6 meter långa.

När huset byggdes behövde merparten av luckorna måttanpassas medan garagets luckor inte alls behövdes måttanpassas (förutom kapning av utstickande luckor i gaveln). Detta betydde att tiden för omarbeten var högre för huset medan väntetiden högre för garaget. När alla luckor var monterade arbetade båda byggnadsarbetarna åt med att täta luckorna i omlott- och generalskarvar.

16 juli 2012

Dagen började med 15 minuters instruktion av Produkttekniker A om det nya byggnadssättet och efter det påbörjades byggnationen av husets högra sida enligt bild 1 i Figur 1. Byggnadsarbetarna var, på takets brantare del, tvungna att läkta parallellt med råspontläggningen för att få ett erforderligt fotfäste på takunderlaget (se bild 1 i Figur 1). Arbetet fortlöpte enligt förfarandet beskrivet i avsnitt 1.5 för Produkt 2.

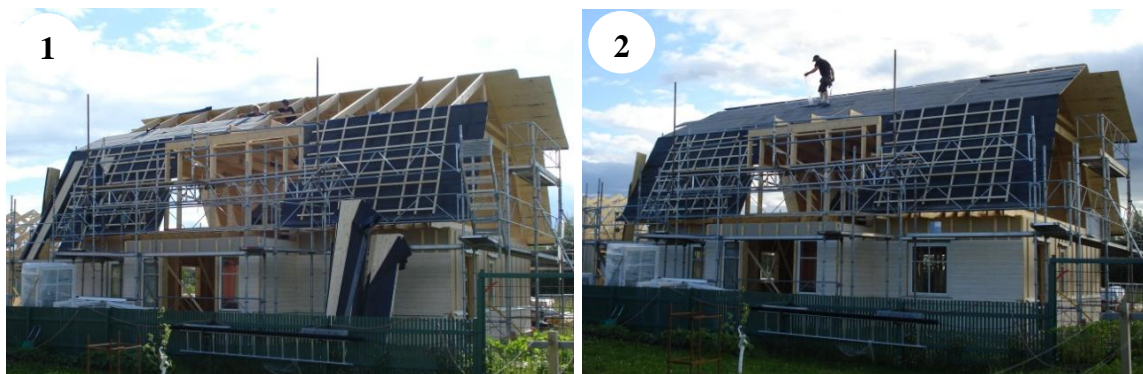
I bild 3 i Figur 1 arbetar byggnadsarbetarna med att lägga skarvremsa för att täta generalskarven. Vid denna tidpunkt hade det stundtals regnat kraftigt men eftersom luckorna hade förmonterad papp stoppades inte projektets framskridande. Sex luckor högst upp på takets flackare del (se bild 3) sparades till dagen efter och istället avslutades dagen med att lägga skarvremsor.



Figur 1: Projektets fortlöpande på husets västra sida den 16 juli 2012.

17 juli 2012

Dagen påbörjades med att färdigställa takets västra sida för att sedan övergå till husets östra sida med läggning av råspontluckor och läkning på takets brantaste del (se bild 1 i Figur 2). Därefter övergick arbetet med att lägga råspontluckor på takets flackare del. Fyra luckor högst upp på takets flackare del hann inte läggas under denna dag. Arbetet avslutades med att lägga skarvremsa i generalskarvarna.



Figur 2: Takläggning av husets östra sida den 17 juli 2012.

18 juli 2012

Arbetet började med att resa takstolar för att sedan övergå till råspontläggning på kuporna. Tidsmässigt tog resningen av takstolarna 4,5 timme och råspontläggningen på kuporna sju timmar enligt Byggnadsarbetare 1. Resultatet visas i Figur 3.



Figur 3: Takläggning av husets kupor den 18 juli 2012.

19 juli 2012

Dagen påbörjades med att lägga luckor på garaget enligt bild 1 i Figur 4. Arbetet fortlöpte genom att Byggnadsarbetare 2 distribuerade luckor från marken till Byggnadsarbetare 1 som stod på taket och fäste luckorna i takstolarna. När luckorna hade lagts över hela takets västra sida hjälpte Byggnadsarbetare 2 till med att täta pappan i omlott- och generalskarvar (se bild 2 i Figur 4).



Figur 4: Garagets fortlöpande den 19 juli.

Bilaga 6: Intervjuguide

Kartläggning av kundbehov för arbetsmomentet råsponttakläggning

Vänligen ta några minuter och läs igenom frågorna för att på bästa sätt vara förberedd inför intervjun den X juni. Under varje fråga finns det plats för dig att punkta ned svar inför intervjun.

Syftet med intervjun är att kartlägga kundbehov för råsponttakläggning och identifiera vilka parametrar som har betydelse för dig som kund. Resultatet kommer att användas i mitt examensarbete där de två undersökta objekten; råsponttaklucka och råsponttaklucka med papp kommer att jämföras med avseende på kundbehov, men också för att identifiera områden för produktutveckling. Intervjumallen är framtagen av mig själv, Erik Alestig och jag studerar till Civilingenjör vid Luleå tekniska universitet. Examensarbetet utförs på uppdrag av BAC Såg och Hyvleri i Luleå.

Jag välkomnar ditt deltagande i denna studie och jag har i samråd med handledare bestämt att alla intervjudeltagare kommer att vara anonyma i examensarbetet.

Om något är oklart eller om det uppstår några andra frågor, kontakta Erik Alestig, Telefonnummer: 07X – XXX XX XX. E-post: xxxxxx-x@student.ltu.se

Tack för ditt deltagande!

Intervjufrågor

1. Vad är syftet med råsponttakläggningen? Vad anser du, sett från din yrkesroll, är de behov som företaget har och som de använda produkterna bör tillfredsställa? Sett till:
 - a. Tid
 - b. Kostnad
 - c. Kvalité

2. Finns det andra syften med produkterna än vid takläggning?

3. Uppskatta procentuell kostnadsfördelning vid takläggning med råsponttaklucka:

Planering	<u> </u>	%
Byggnadsarbetare	<u> </u>	%
Material	<u> </u>	%
Materialhantering/flytt	<u> </u>	%
Transporter	<u> </u>	%
Övrigt	<u> </u>	%
Summa	 	100 %

4. Om Övrigt har använts i föregående fråga: vad inkluderar de kostnaderna?
5. Vad anser du om storleken på råsponttakluckorna? Standardstorleken är idag 2400x540 mm och 3600x540 mm.
6. Är det något moment med produkten som är onödigt för företaget sett ur din yrkesroll? Exempelvis vid inköp, leverans, användning och avfallshantering.
7. Är det något specifikt moment vid takläggningen som kan orsaka kvalitetsbrister?
- a. Om ja, vad tror du det beror på?

8. Sett till utförandet; är det något moment som är fysiskt eller psykiskt påfrestande för byggnadsarbetare?

9. Vilka arbetsskador kan förekomma vid takläggning?

10. Vilka risker förknippar du, utifrån din yrkesroll, med råsponskläggning som kan påverka företaget negativt? Risker som kan inverka på exempelvis ekonomi, tid, kvalité och arbetsmiljö.

11. Om en alternativ produkt inom råsponskläggning skulle dyka upp på marknaden; vad är det viktigaste för dig, utifrån din yrkesroll, att få reda på om den produkten? Varför?

12. Hur tror du takläggningen inom denna kategori utvecklas i framtiden? Exempelvis om 10-20 år. Låt fantasin flöda och bortse från dagens lösningar.

13. Har du några övriga funderingar, konstateranden eller frågor?