

CHALMERS



Optimering av emballeringen på Hellbergs Dörrar AB - För minskade kostnader och smartare lastning vid transporter

Examensarbete inom maskiningenjörprogrammet

Simon Strandh
Malin Vångfors

Institutionen för Produkt- och Produktionsutveckling
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige, 2011

Förord

Vi som utfört examensarbetet hos Hellbergs Dörrar läser på Maskiningenjörsprogrammet på Chalmers tekniska högskola med inriktning mot teknisk utveckling (180hp). Uppdraget förmedlades till oss via Miljöbron (en ideell organisation som skapar kontakter mellan studenter och näringslivet) och uppskattas vara 30hp sammanlagt, vilket ger 15hp per student. Uppgiften tillkom genom att VD:n, Daniel Jonasson på Hellbergs Dörrar AB trodde att det fanns stora möjligheter att minska kostnaden för emballeringsavdelningen och ansåg att han ville ha viss hjälp utifrån för att optimera emballeringen. När vi började med uppgiften var tanken att vi skulle komma med lösningsförslag som skulle implementeras och eventuellt justeras innan arbetet avslutades, vilket var motiverande. Vi skulle vilja tacka: Mats Alemyr, examinatorn för arbetet, Daniel Jonasson för ett gott samarbete och övriga anställda på Hellbergs Dörrar som har hjälpt oss under projektets gång, främst Douglas på emballeringsavdelningen. Vi vill också tacka Miljöbron för en bra organisation.

Sammanfattning

Emballeringsprocessen hade sett likadan ut i många år på Hellbergs Dörrar då VD:n valde att anlita oss. Anledningen till att de behövde hjälp var att emballeringen tog för lång tid och att de misstänkte att det var flera moment under processen som var onödiga. Dessutom fanns planer på en ökad kapacitet vilket krävde mindre tidsåtgång vid emballering för att hinna emballera alla dörrar.

Projektet har gått ut på att komma med förslag på nya emballagematerial och undersöka alternativa tillvägagångssätt för att förkorta tidsåtgången vid emballeringen. Materialet som användes till distanser var träklossar. Eftersom trä repade de färdiglackade dörrarna rullades träklossarna för hand in i foamplast. Ett annat tidskrävande moment som skulle undersökas var omlastningen av dörrarna vid emballeringsavdelningen. Vi har även undersökt möjligheten att lasta ytterligare en pall på höjden i lastbilen för att minska transportkostnaden.

Genom att byta ut de gamla distanserna mot träklossar som var inplastade i foam kunde ett tidskrävande moment elimineras. Dessutom ändrades logistiken så att omlastningsmomentet eliminerades, vilket ledde till en kraftig minskning av tidsåtgången. Dessa förändringar ledde till en minskad tidsåtgång på cirka 50 procent.

Summary

For many years the packing process had been unchanged at Hellbergs Dörrar until the CEO decided to consult us. The reason for their decision to get help was that the packing took too long time and they suspected parts of the process that didn't fill any function. There were also plans to expand the production volume and that demands less time lost in the process to be able to pack all the doors.

The project has been too come up with new packing materials and alternative ways to decrease the time spent on packing. The material used between the doors was wood blocks. Since the blocks scratch the color painted doors they had to be wrapped in plastic foam. Another time consuming activity to investigate was the internal transshipment of the doors. We have also examined the possible to load one more pallet on top of the others to reduce cost.

By changing the existing wood blocks to blocks already laminated with plastic foam, we could eliminate one time consuming activity. In addition the logistic changed so the transshipment got canceled, which led to another cut in time. These changes led to reduction by 50 percent in time spending packing the doors.

Innehållsförteckning

1. Inledning.....	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	1
1.3 Avgränsningar	1
1.4 Precisering av frågeställningen	2
2. Teori	3
2.1 Material	3
2.1.1 EPS	3
2.1.2 Ethafoam	3
2.1.3 Wellpapp	4
2.1.4 Porös träfiberskiva.....	4
2.1.5 Foamplast	4
2.2 Logistik.....	5
2.3 Leveransservice	5
2.4 Lager.....	5
2.5 Ledtidsanalys.....	6
2.6 Tidsstudier	6
3. Metod	7
3.1 Datainsamling.....	7
3.2 Tidsstudie	7
3.3 Analys av data	7
3.4 Arbetsgången för att hitta och välja en alternativ distans	8
3.4.1 Bibliotekssökning.....	8
3.4.2 Kravspecifikation	8
3.4.3 Hitta återförsäljare	8
3.4.4 Testning av distanser	8
3.4.5 Distansval	9
4. Analys av den ursprungliga processen	10
4.1 Beskrivning av den ursprungliga processen.....	10
4.2 Styrkor med den ursprungliga processen	13
4.3 Svagheter med den ursprungliga processen	14
4.4 Åsikter och önskemål ifrån återförsäljarna	14
4.5 Resultat av tidsstudier på den ursprungliga processen.....	14
5. Lösningsförslag och utvärdering av förslagen	15

5.1 Framtagna idéer hur förbättring kan ske av processen.....	15
5.2 Ersättningsdistans.....	15
5.3 Krav på ersättningsdistansen.....	15
5.4 Testning för att värdera distanserna	18
5.5 Förslag på distanser.....	19
5.5.1 EPS - S400MX (Sundolitt).....	19
5.5.2 Ethafoam	19
5.5.3 Foambeklädd welldyna (Juneemballage)	19
5.5.4 Foambeklädd traskiva (Pronord).....	19
5.5.5 Foambeklädd tråkloss.....	19
5.6 Val och modifiering av distans.....	20
6. Förbättringar i logistiken.....	21
7. Resultat av förändringen	24
8. Slutsats	25
9. Referenser.....	26
10. Bilagor	28
Bilaga 1	28
Bilaga 2	29
Bilaga 3	30
Bilaga 4	31

1. Inledning

Detta kapitel beskriver syftet med uppdraget och innehåller information om företaget där uppdraget utfördes. I kapitlet följer även vilka avgränsningar som gjordes och vilka frågeställningarna var.

1.1 Bakgrund

Hellbergs Dörrar har sin verksamhet i Mellerud och tillverkar högkvalitativa ståldörrar, så som säkerhetsdörrar, branddörrar och skjutportar, för den nordiska marknaden. Så gott som alla dörrar de tillverkar säljs till återförsäljare. Deras nisch är att tillverka dörrar efter kundens önskemål med avseende på mått och att ha så gott som 100 procent i leveranssäkerhet. Cirka 80 procent av alla dörrar de tillverkar är volymprodukter, som till exempel lägenhetsdörrar. I dagsläget har företaget cirka 35 anställda och de flesta av dem har jobbat där i många år. Eftersom de flesta har jobbat där så länge kan de ha svårt att se vad som behöver förbättras och komma med nya lösningar. Det kan vara därför de har samma arbetssätt för att emballera dörrarna nu som för 30 år sen, enligt dem själva.

Hellbergs Dörrar har en tydlig miljöprofil. Produkterna är kvalitetscertifierade och uppfyller de miljökrav som finns men de vill gärna förbättra sig ytterligare, dels för miljön och dels för att det är ett försäljningsargument. Företagsledningen misstänker att dörrarna överemballeras inför frakt och att arbetet kan effektiviseras så att det blir mindre tidskrävande. Idag utförs emballeringen för hand med hjälp av en travers och en spikmaskin. Emballaget består mestadels av trä och plast.

1.2 Syfte

Syftet med arbetet är att försöka eliminera momentet med att klä in distanserna mellan dörrarna i skumplast samt minska tidsåtgången så mycket som möjligt för emballeringsprocessen. Det ska även undersökas om det går att lasta mer på lastbilsflaket.

1.3 Avgränsningar

Avgränsningarna som är gjorda är att arbetet endast skall innefatta arbetet ifrån monteringsstationen fram till att dörrarna står på en pall, emballerade och klara för transport. Med andra ord är allt som har med dörrarna att göra utanför de specificerade stationerna utanför ramarna för uppgiften. Inga ekonomiska kalkyler skall göras och inte heller några jämförelser mellan Hellbergs Dörrar och deras konkurrenter. Endast lagerdörrar kommer att behandlas vilket utgör 80 procent av tillverkningen idag.

1.4 Precisering av frågeställningen

Frågorna som kommer behandlas i rapporten är följande

- **Hur många pallar kan det lastas på varandra på lastbilsflaket?**
Idag lastas det två pallar på varandra.
- **Går det minska tidsåtgången för att emballera en pall med dörrar?**
Emballeringsavdelningen är idag en flaskhals i tillverkningen och det kan vara svårt att hinna få alla dörrarna emballerade innan den planerade leveransen.
- **Finns det en distans som kan ersätta den befintliga distansen mellan dörrarna?**
Ett identifierat problem av Hellbergs Dörrar själva är att de som jobbar med emballeringen rullar in tråklossar i foamplast som sen används som distanser mellan dörrarna. Momentet att rulla in tråklossen vill de eliminera, därför kommer det undersökas om det finns en distans som de kan köpa in och använda direkt utan merarbete.

2. Teori

Kapitlet som följer innehåller information om de olika materialen som testades och jämfördes. Materialen som beskrivs är olika förslag för att ersätta den ursprungliga tråklossen (som idag används som distans mellan dörrarna). I kapitlet beskrivs även verktygen som användes för att förbättra flödet och för att få ut produkter på marknaden så snabbt som möjlig.

Utöver att hitta en ny distans var det viktigt att få flödet att fungera på bästa möjliga sätt. Logistik, leveransservice, lager och ledtidanalys var betydelsefulla i arbetet för att förbättra flödet.

2.1 Material

Nedan följer en beskrivning av de material som testades som ersättningsmaterial till distanserna mellan dörrarna.

2.1.1 EPS

EPS står för expanderad Polystyren är en styv skumplast som framställs av solida kulor av polystyren, benämning i folkmun brukar vara frigolit. Under framställningen sker en expansion med hjälp av små mängder Petangas som är upplöst i polystyren. Gasen expanderar när den utsätts för värme och med hjälp av ström bildas celler av EPS. Celler får en volym som är cirka 40 gånger större än de ursprungliga kulorna. På grund av den täta cellstrukturen får materialet hög hållfasthet. EPS tillverkas av Polystyren som är en ren och lättillverkad plast (9). De mekaniska egenskaperna hos Polystyren förbättras avsevärt genom att man blandat materialet med Polybutaden. Eftersom densiteten är låg blir materialet lätthanterligt och på grund av en god åldersbeständighet är materialet motståndskraftigt mot mögelsvamp. EPS har många miljömässiga fördelar bland annat är materialet helt fritt från gifter och innehåller inga näringsämnen så inga svampar eller mikroorganismer kan växa i materialet. Materialet kan även återvinnas på flera olika sätt, antingen kan materialet återvinnas direkt i nya produkter eller så kan energin vid förbränning tas till vara. Valet av återvinningsprocess baseras på tekniska, miljömässiga och ekonomiska aspekter. Det finns inga hälsorisker vid installation och användning av EPS och materialet har genomgått brandtester med ett bra resultat. EPS används främst som isoleringsmaterial i väggar, tak och golv och är ett kostnadseffektivt och lättanvänt material (1).

2.1.2 Ethafoam

Ethafoam är ett material som liknar ett hårt skum och tillverkas av Polyeten. Materialet är flexibelt och lätt samtidigt som det är hållfast och motståndskraftigt mot krypning och vibrationer. Ethafoam är lättillverkat och produceras med hjälp av en påskyndad härdning (9). Ethafoam tillverkas som tidigare nämnt av Polyeten som funnits ända sedan 1933. Polyeten är ett enkelt plastmaterial med goda möjligheterna att blanda med andra plaster för

att få fram nya egenskaper. Polyeten är ett tätt material som frångår vatten samtidigt som det är billigt och lätt att producera och kan användas i hushållsförpackningar av plast. Ethafoamplasten är återvinningsbart eftersom det är gjort av tvärbunden polyeten (2).

2.1.3 Wellpapp

Wellpapp är ett material som är gjort av två papperslager med ett lager mellan de två som är vågigt och skapar luftfickor som i profil påminner om en triangel. Papperslagerna i ytskiktet tillverkas av långa fibrer vilket gör att den blir stark och seg och det vågiga papperet tillverkas av korta fibrer för att bli styvare och mer motståndskraftig mot intryckning (4). De kraftigaste wellpappmaterialen är ett bra alternativ till plywood och trälådor. Wellpappmaterialet har en låg vikt och lågt pris samtidigt som det har en stor flexibilitet, övriga egenskaper är stötdämpande och isolerande mot värme (3).

2.1.4 Porös träfiberskiva

Porös träfiberskiva kallas även för softboard och tillverkas av träflis eller spån. Det är en skiva som är solid av trämaterial. En softboard innehåller 93 procent trä och sju procent vatten (5). Med en blötläggning sönderdelas flisorna till fibrer, vilket ger längre fibrer än mekanisk sönderdelning. Längre fibrer leder till en ökad hållfasthet. Träet har ett naturligt bindemedel som fungerar som lim. Trämassan formas och torkas i hög värme för att sedan bilda porösa skivor. För att tillverka hårdare skivor pressas trämassan under högt tryck. Softboard är ett bra miljöval eftersom de ger mindre utsläpp av formaldehyd än vanligt trä. Formaldehyd är ett ämne som finns i olika byggmaterial och kan ge irriterade ögon och andningsvägar samt är cancerframkallande (7).

2.1.5 Foamplast

Foamplast kallas även Cellpolyeten. Materialet tillverkas av polyeten med tvärbunden mikrostruktur (se Ethafoam 2.1.2). Cellpolyeten är ett bra miljöval eftersom det är helt återvinningsbart. Materialet har goda stötdämpande egenskaper och är återfjädrande samtidigt som det har en mjuk yta vilket minskar risken för repor. (8)

2.2 Logistik

Logistik kan förklaras genom ordet förflyttning av resurser i ett smart flöde. Bland annat för att minska kapitalbindningen genom minskade lager.

Logistikens mål är att alla kunder skall få produkterna som de har beställt i rätt tid och på rätt plats utan att det ska bli för kostsamt. Oavsett om kunderna är privatpersoner eller köper in varor till ett stort företag så finns det krav på att kostnaden skall vara låg.

För att uppfylla en god logistik krävs en väl fungerande produktion, materialförsörjning och distribution sam en god planering. Övriga aktiviteter som räknas in i företagets logistikaktiviteter är till exempel reservdelsstyrning och underhållsverksamhet. (9)

2.3 Leveransservice

Leveransservice betyder hur god förmåga ett företag har att leverera en beställning i tid. Det går mäta leveransservice på olika sätt bland annat hur stor del av alla ordrar som är i tid eller hur mycket en leverans skiljer sig ifrån den beställda kvantiteten. Därför är det viktigt att veta hur ett företag har mätt sin leveransservice när de till exempel påstår att de har 95 procent i leveransservice. Leveranssäkerhet är inte bara viktigt gentemot företagets externa kunder, det är även viktigt internt i företaget mellan de olika avdelningarna. När ett företag ska välja en återförsäljare är leveransservicen en mycket viktig faktor eftersom en låg leveransservice troligen kommer innebära att de inte får beställningen i tid eller i fel kvantitet (11).

2.4 Lager

Lager betyder att man sparar en viss mängd av något för att säkerhetsställa att det finns när det efterfrågas. Lagret kan bland annat vara färdiga produkter som skall till slutkund eller halvfärdiga produkter mellan stationer i ett tillverkande företag som steg för steg förädlas.

Förr sågs lager som en garanti på säkerhet och att många produkter i lager var ett tecken på ett välfungerande företag. I dag ses lagret som den största investeringen i tillgångar för de flesta tillverkare och återförsäljare.

För att undvika att lagret kostar för mycket genom att det är onödigt stort är det vanligt att produkterna klassificeras i tre olika klasser, varje klass talar om vilken tillgänglighet det ska vara på produkterna under just den klassen. Faktorer som spelar in i vilken klass en viss produkt får, är vad det kostar företaget om produkten tar slut eller vad produkten kostar att lagrhålla. (9)

2.5 Ledtidsanalys

Att utföra en ledtidsanalys innebär att analysera ett informations- eller materialflöde med syftet att minska den totala flödestiden. En ledtidsanalys handlar till största delen om att hitta alternativa lösningar och identifiera vad som har potential att minska tidsåtgången på. Ledtid är den totala tiden som går mellan att en beställning gjorts till det att materialet anländer till köparen. Tiden i flödet kan delas in i aktiv tid och passiv tid. Den aktiva tiden är när aktiviteter som höjer produkten värde utförs, till exempel maskinbearbetning eller montering. Den passiva tiden är tiden då inga aktiviteter sker, som till exempel när produkter ligger i lager. Den passiva tiden är som regel betydligt längre än den aktiva och det är främst den passiva tiden som behöver minskas. Ofta är mer än 99 procent av den totala tiden passiv. (13)

2.6 Tidsstudier

Att utföra tidsstudier går ut på att ta reda på hur lång tid olika moment tar hos en process och bedöma om något behöver effektiviseras och i så fall vad. Det är bra om momentet kan brytas ner i mindre delar eftersom det då blir lättare att se var den största tidsgången sker. Ju kortare delar momenten kan delas in i desto bättre är det. En operatör och en maskins olika moment skall skiljas åt samtidigt som oregelbundna och regelbundna moment skall separeras.

Arbetsmomenten kan även delas in i konstanta eller varierade moment. De konstanta momenten tar lika lång tid att utföra varje gång medan momenten som varierar tar olika lång tid att utföra, beroende på bland annat produkternas storlek och vikt. Det är viktigt att mätning sker flera gånger på samma arbetsmoment så att den genomsnittliga tiden för momentet sedan kan beräknas. (14)

3. Metod

Metoderna som används för att genomföra arbetet är följande:

3.1 Datainsamling

Datainsamlingen började med att handledaren på Hellbergs Dörrar gick igenom processen från monteringsavdelningen till att dörrarna var färdigemballerade. Skriftlig dokumentation utfördes på alla moment och bilder togs för att komplettera texten. Därefter diskuterades processen med de som arbetar med den dagligen på monterings- och emballeringsavdelningen för att undvika att få en partisk bild. För att samla in ytterligare data intervjuades en av Hellbergs Dörrars återförsäljare. Det ställdes öppna frågor om vad de tyckte var bra med emballeringen samt vad de tyckte var mindre bra.

3.2 Tidsstudie

För att få en klar bild över tidsåtgången vid emballeringen togs tiden för att emballera de vanligaste dörrarna, dels för att kunna mäta skillnaden före och efter förbättringen var gjord, samtidigt som det var en viktig del när vi skulle identifiera vilka moment som var värda att försöka minska tidsåtgången på. Vi valde också att mäta tiden för likadana pallar flera gånger för att få fram en genomsnittlig tid.

Tidsmätningen börjar från att pallen hämtas till dess att dörrarna ligger på pallen, emballerade och klara för transport.

3.3 Analys av data

Analysen utfördes genom att diskutera hela processen och ifrågasätta alla moment och lösningar. Frågan som ställdes var om någon lösning eller något moment var onödigt. Nästa fråga var om något moment eller någon lösning kunde göras annorlunda för att spara tid eller material och i så fall hur. Inga ändringar fick medföra ett sämre skydd för dörrarna.

3.4 Arbetsgången för att hitta och välja en alternativ distans

Under följande kapitel kommer tillvägagångssättet och metoderna som användes tas upp.

3.4.1 Bibliotekssökning

Vi valde att använda Chalmers databaser och testade oss fram på bland annat databaserna CSA Illumina och Scopus för att se var de bästa träffarna påträffades. Söksträngar som användes var ersättningsmaterial för trä, transportlogistik, emballering vid transport och emballeringsmaterial.

3.4.2 Kravspecifikation

Kravspecifikationen sammanfattar krav och önskemål på den blivande lösningen, det vill säga vad distansen och emballeringen bör och ska. Önskemålen rangordnades med siffror från ett till fem, där fem var viktigast. Det är ett måste att kraven ska uppfyllas, det är därför de ej rangordnades

3.4.3 Hitta återförsäljare

För att hitta återförsäljare började vi med att söka efter emballering på Google. Återförsäljarna som hittades ringdes upp för att vi skulle kunna beskriva vad som söktes. Med andra ord att vi var på jakt efter en distans som skulle klara de identifierade kraven. Vi frågade även om de visste andra företag som också tillverkade material eller distanser som skulle kunna användas i vårt syfte. För att hitta en så bra distans som möjligt ringde vi till alla företag som skulle kunna sälja distansen som efterfrågades. Företagen som hade distanser som verkade bra bads att skicka prover för testning.

3.4.4 Testning av distanser

Distanserna kommer att provas praktiskt för hur lätt de ger repor på dörrarna, för att detta ska ske på ett sätt som ger bra resultat kommer distanserna att gnidas mot dörren med samma tryck, hastighet och rörelsemönster. Distanserna kommer att testas både på grundlackade och färdiglackade dörrar. För att mäta resultatet av varje distans kommer den utsatta ytan kontrolleras visuellt och bedömas efter om det blev några repor eller hur synliga reporna var. Eftersom testet är mycket hårdare än det verkliga fallet kommer distanserna som ger svaga repor eventuellt testas i en riktig leverans, för att undersöka om de kan vara lämpliga att använda i framtiden.

För att veta om materialet som distansen är uppbyggd av klarar trycket som uppstår under en transport beräknades detta matematiskt innan distansen provades under en verklig transport.

För att ta reda på hur stort tryck distansen utsätts för under transporten på lastbilsflaket sökte vi upp ett företag som jobbade med att göra olika mätningar under transporter. Bland annat accelerationsmätningar vilket var det som krävdes för att beräkna dörrarnas dynamiska vikt.

3.4.5 Distansval

Utifrån testresultatet valdes en distans. Parametrar som påverkade valet av distansen som inte finns med i testningen var pris och miljöpåverkan.

4. Analys av den ursprungliga processen

Nedan kommer en beskrivning av den ursprungliga processen alltså hur processen såg ut innan den förbättrades. Beskrivningen börjar på monteringen, dock efter att dörrarna är monterade. Anledningen till att beskrivningen börjar här är att Hellbergs Dörrar själva misstänkte att det fanns stor potential att tidseffektivisera arbetet här. Det ska nämnas att de idag tillverkar cirka 400 dörrar i veckan.

4.1 Beskrivning av den ursprungliga processen

Efter att dörrbladen är monterade med dörrkarmen läggs cirka tio dörrar horisontellt på en internpall med hjälp av en travers, på varje dörr läggs en tråkloss i varje hörn innan nästa dörr läggs på plats (se figur 4.1). Anledningen till att tråklossarna läggs på plats är att det krävs distanser mellan dörrarna annars skulle gångjärnen göra repor på dörren som läggs ovanpå.



Figur 4.1 Visar två dörrar med tråklossar som distanser på en internpall.

När det ligger tio dörrar på internpallen körs den till emballeringen där den förvaras i ett mindre lager innan det är dags för emballering. Under emballeringen lyfts en dörr i taget ifrån internpallen till en externpall, alltså en pall som skickas iväg till återförsäljare. Mellan varje dörr läggs ett isoleringskitt (se figur 4.2) som behövs vid slutmontering av dörren. På understa dörren läggs två isoleringskitt för att slippa ha ett kitt på den översta dörren, då det kittet skulle riskeras att skadas under transporten.



Figur 4.2 Visar hur ett isoleringskitt ser ut.

Mellan varje dörr läggs även fyra træklossar och två brädor som först rullas in i skumplast för hand, klossarna placeras i hörnen på dörrbladet och brädorna tvärs över dörren (se figur 4.3). Det är detta arbetssätt som vi ifrågasatt och kommer behandla i senare avsnitt.



Figur 4.3 Visar hur distanserna ligger mellan dörrarna i den oförbättrade processen.

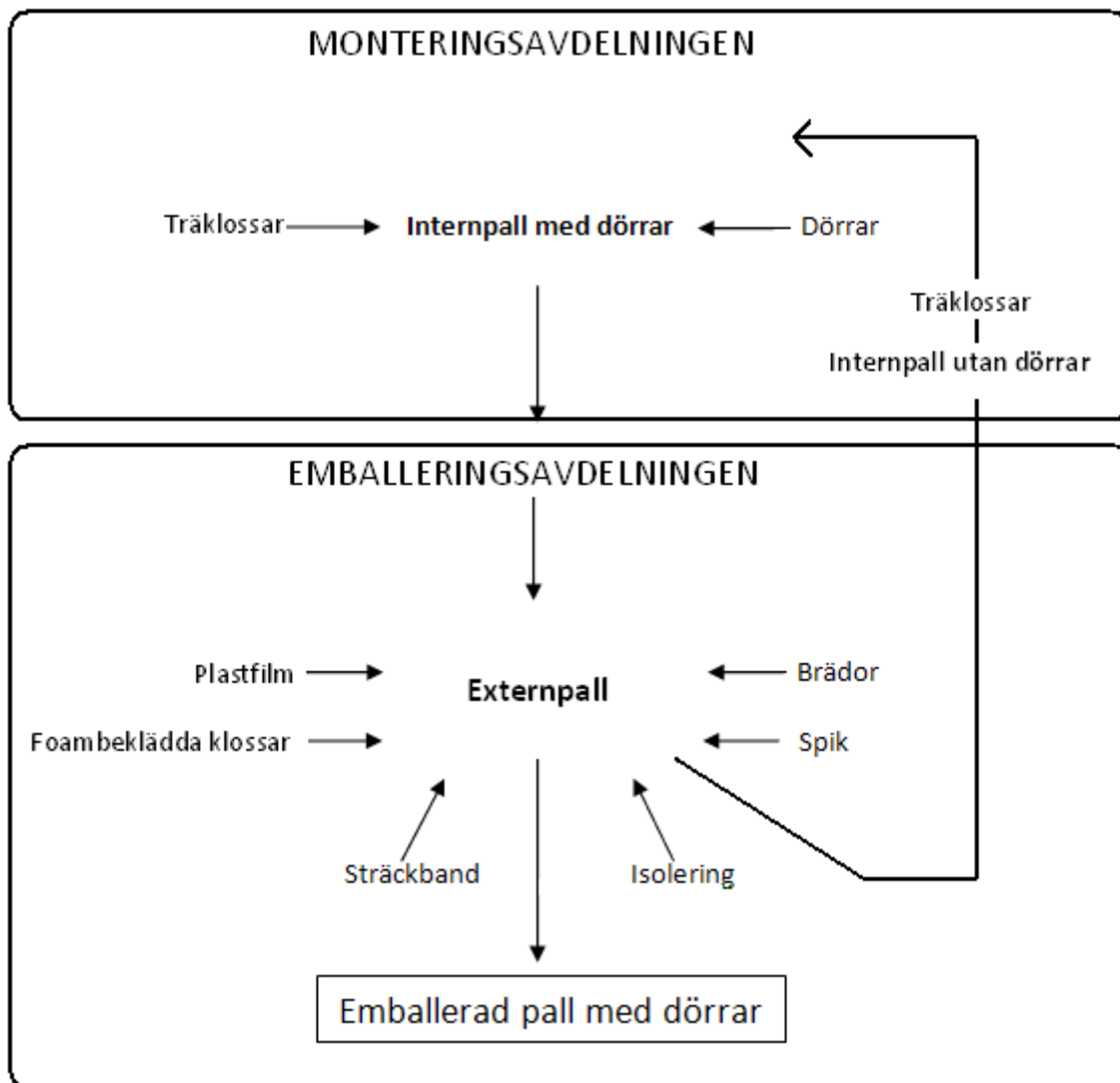
Nästa steg är att göra en ram av brädor runt dörrarna. Brädorna spikas på plats, därefter spänns ett plastband runt varje ram för att skapa tryck på dörrarna och minska risken för att dörrarna ska glida på varandra under transporten. Över dörrarna läggs en plastfilm som hålls på plats av sträckplast som rullas ut runt ramen enligt figur 4.4. För att få en bättre bild över flödet (se figur 4.5).



Figur 4.4 Här är dörrarna emballerade och redo att transporteras, den spikade ramen runt dörrarna lyser igenom plasten.

När allt ovanstående är genomfört är dörrarna färdigemballerade. Det ska noteras att när dörrarna är grundlackerade kläs inte distanserna in i foamplast, 70 procent av dörrarna som tillverkas är endast grundlackerade.

Det ska även nämnas att 20 procent av dörrarna är specialbeställda i olika storlekar. De specialbeställda dörrarna måste emballeras på ett speciellt sätt där de bland annat byggs in för att hållas på plats under transporten, detta görs för att det ofta skiljer mycket i storlek mellan de specialbeställda dörrarna som skall ligga på samma pall. Eftersom dessa dörrar utgör en liten del av produktionen och är svåra att emballera anses det vara för komplicerat att minska tidsåtgången för dem. Där av beskrivs inte arbetssättet att emballera dem. Enligt avgränsningarna ska dessa dörrar ej behandlas.



Figur 4.5 Visar hur det ursprungliga materialflödet ser ut och var de olika komponenterna tillkommer, figurens syfte är att sammanfatta det ovanstående. Till exempel ser vi att dörrar och klossar läggs på en internpall på monteringsavdelningen som sedan kommer till emballeringsavdelningen där bland annat brädor och isolering tillkommer på pallan. Det viktigaste att notera är att det sker en omlastning av dörrarna på emballeringsavdelningen från internpallen till externpallen.

4.2 Styrkor med den ursprungliga processen

Styrkorna med det ursprungliga emballaget och den ursprungliga emballeringsprocessen är att de emballerade dörrarna står emot de olika väderlag som dörrarna kan utsättas för. Vilket många kunder ser som mycket positivt eftersom de sällan har möjligheten att låta dörrarna stå inomhus (kunder såsom PEAB, som köper många dörrar samtidigt till stora husbyggen). Det uppstår även så gott som aldrig några skador som kan relateras till transporten på dörrarna enligt en intervju med Håkan Johansson på Hellbergs Ståldörrar AB som är en av de största återförsäljarna. En annan styrka är att dagens emballeringsprocess är inarbetad och de anställda känner sig trygga med deras arbetsuppgifter.

4.3 Svagheter med den ursprungliga processen

Den största svagheten är att det tar för lång tid att emballera dörrarna. Om det uppstod förseningar tidigare i produktflödet blev det mycket svårt och stressigt att hinna emballera alla dörrarna för att hålla veckoplaneringen. Ytterligare en svaghet var att tråklossarna rullas in för hand i plastfilm vilket känns omotiverande för de anställda samt även att det tar tid. Självklart är även lagret som finns vid emballeringen en svaghet eftersom det binder kapital samt förlänger genomloppstiden för dörrarna.

4.4 Åsikter och önskemål ifrån återförsäljarna

I intervju med en av Hellbergs dörrars största återförsäljare (Hellbergs Ståldörrar AB) framgår följande åsikter och önskemål på förbättringar. Fördelarna som de upplever i nuläget är att emballaget står emot vädret bra och de vill inte att plasten runt dörrarna minskas. De är nöjda med leveranssäkerheten.

De skulle gärna se en kortare ledtid eftersom cirka 50 procent av alla dörrarna de säljer inte finns i lager utan måste beställa av Hellbergs dörrar, vilket ledet till att kunden får vänta i fem veckor. Dessutom skulle kortare ledtider kunna medföra att återförsäljaren skulle klara sig med ett mindre lager av dörrar. Detta skulle minska deras kapitalbindning vilket självklart skulle vara ett starkt argument att fortsätta köpa sina dörrar av Hellbergs Dörrar AB.

Återförsäljarna upplever att den vanligaste defekten som uppstår vid leverans är att spikar som sticker ut ifrån pallen som dörrarna ligger på repar lacken på dörrarna. En repad dörr får de antingen skicka tillbaka till Hellbergs dörrar eller säljas till reducerat pris, ibland går det även att åtgärda med bättringsfärg på plats. Återförsäljaren upplever även att det är onödigt många repor på dörrarna som de misstänker uppstår på grund av hanteringen på fabriken, eftersom de kan konstatera att vissa repor inte kommer ifrån transporten. Ett krav som de ställer är att det inte får lastas mer än fem dörrar per pall eftersom det skulle bli för oergonomiskt att lasta av dörrarna ifrån pallen. Avlastningen utan hjälpmedel av travers eller liknande. Självklart önskar de att emballaget ska vara så miljövänligt som möjligt. Utifrån dessa krav och önskemål sammanställdes en tabell (se bilaga 4).

4.5 Resultat av tidsstudier på den ursprungliga processen

Det visade sig att de lackerade dörrarna var de som tog längst tid att emballera, då dessa dörrar emballeras måste distanserna kläs in i foamplast för att inte riskera att ge repor på dörrarna. Till de grundlackerade dörrarna användes distansen utan att först kläs in i foamplast och eftersom det blir ett moment mindre att göra vid de grundlackade dörrarna tog det också kortast tid att emballera dem.

Tidsåtgången för att emballera ett kolli grundlackerade dörrar visade sig i genomsnitt vara 22 minuter och vid färdiglackade dörrar 28,5 minuter. Ett kolli är fem dörrar på en pall. För att se samtliga tider se bilaga 2.

5. Lösningsförslag och utvärdering av förslagen

Under detta kapitel följer tillvägagångssättet för att komma fram till olika lösningsförslag och utvärdera dem.

5.1 Framtagna idéer hur förbättring kan ske av processen

Utifrån hur den oförbättrade processen såg ut identifierade vi möjliga förbättringsåtgärder med emballeringsprocessen. För att eliminera det onödiga arbetet med att plasta in distanserna kom förslaget att vi skulle köpa in specialanpassade distanser som kunde placeras direkt mellan dörrarna. För att minska tidsåtgången/kostnaderna för emballeringen föreslogs att byta ut internpallarna på monteringsavdelningen mot externpallar som kan skickas direkt till deras återförsäljare och på så sätt slippa lasta om dörrarna till en annan pall på emballeringsavdelningen. För att möjliggöra detta måste tidigare nämnda specialdistansen tas fram eftersom det inte finns plats för arbetarna på monteringsavdelningen att plasta tråklossar. Därefter uppkom frågeställningen om det gick att lasta fler dörrar på en och samma pall än fem som de gjorde i den ursprungliga processen. Eftersom många intressenter såsom återförsäljarna och snickarna som satte upp dörrarna ville att det maximalt skulle lastas fem dörrar per pall, kom förslaget att de skulle fortsätta lasta fem dörrar per pall. Istället upptäcktes möjligheten att lasta tre pallar på varandra på lastbilsflaket, eftersom det i den ursprungliga processen endast lastades två pallar på varandra. Det fanns plats för ytterligare en pall uppe på de två första. På så sätt skulle det få plats fler dörrar per lastbil, vilket var en del av projektets frågeställningar.

5.2 Ersättningsdistans

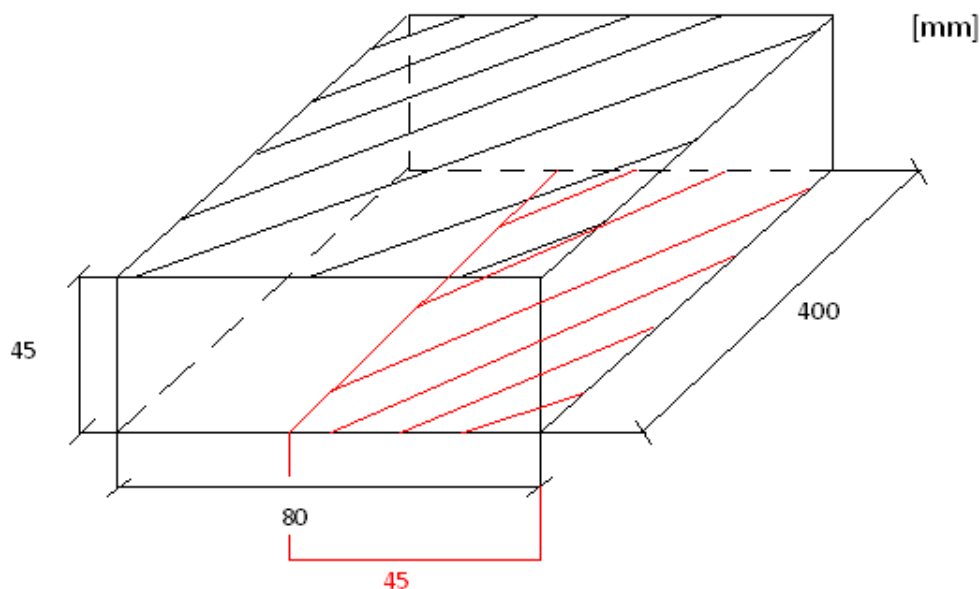
Sökandet efter ett ersättningsmaterial till distanserna påbörjades i bibliotekets databaser. Det visade sig sedan att detta inte gav något resultat så sökandet övergick till att söka på Google efter återförsäljare av emballeringsmaterial. Sökningen gav flera återförsäljare men vid närmare inblick av deras utbud fanns det sällan något material eller lösning som klarade våra krav att både klara högt tryck och inte ge repor på dörrarna. Därför övergick sökandet mer och mer efter företag som kunde erbjuda specialanpassade lösningar. Företagen Juneemballage och Pronord visade sig erbjuda distanser som var värda att testa. Därför beställdes ett par distanser för utvärdering.

5.3 Krav på ersättningsdistansen

Vid nedbrytning av kraven från kravspecifikationen (se bilaga 4) togs kraven på distansen fram. Målet var bland annat att minska antalet distanser per dörr. Därför föreslogs det att byta ut de sex distanserna mot fyra distanser mellan varje dörr med måtten 400x50x45 mm [LxBxH]. Måttet skulle leda till en kloss som var lätthanterlig samt att den gav ett tillräckligt stort spel mellan dörrarna. Eftersom det skulle bli ändringar i materialflödet behövde måttet mellan dörrarna bli så stort att det i efterhand skulle kunna gå sticka in isoleringskitten i glipan mellan dörrarna. Då målet är att ha ytterligare en pall på höjden på lastbilsflaket blir

den statiska vikten som de understa distanserna kommer utsättas för 1260 kilo, då det är de tyngsta dörrarna som väger 90 kilo styck. För att räkna ut den totala vikten som kan uppstå på de understa distanserna under transport måste både statisk och dynamisk vikt vara med i beräkningen. För att ta reda på hur stor den dynamiska vikten kan bli intervjuades Svenolof Olsson (15) från Mobitron AB som har erfarenhet av att mäta hur stora krafter som uppstår på ett lastbilsflak, enligt honom skulle vi anta att 1,5 gånger egenkroppsvikten kan uppstå, inklusive säkerhetsmarginal. Utförs denna beräkning framgår det att de understa distanserna tillsammans måste klara en belastning på ca 3150 kilo (se bilaga 3.2 för beräkning).

För att tåla det ökade trycket som uppstår på grund av färre distanser och där med minskad tryckarea, var varje distans tvungen att tåla minst 437,5KPa (se bilaga 3.1 för beräkning), beräknat på tryckytan 400x45 mm [LxB]. Figur 5.1 nedan visar hur trycket kommer fördelas på klossen. Ytan med högst tryck är den som är rödmarkerad på bilden, trots att klossen är 80 mm bred som på bilden kommer endast 45 mm av bredden kunna ta upp tryck på grund att dörrkarmen endast är 45 mm bred och det är den som kommer vila mot distansen enligt figur 5.2. Den figuren visar även hur dörrrens stålkonstruktion tar upp tryckbelastningen som uppstår, dels via karmen men mestadels via en förstärkning som sitter i karmen på sex punkter (figur 5.3), det är där distansen kommer placeras för att dörrkarmen i sig inte är så stark att den klarar tryckbelastningen som uppstår dock kommer ingen distans placeras på förstärkningen i mitten (se figur 5.2). För att minska trycket per areaenhet måste distansen öka i längd, ökas dess bredd minskas inte trycket. Övriga krav på klossen rör dess yta som inte får vara så pass grov att dörrarna erhåller repor, de färdiglackerade dörrarna är känsligast. Därför måste klossen i sig ha sådana egenskaper så att den inte ger repor alternativt vara klädd i ett material som skyddar dörren ifrån klossens hårda ytor.



Figur 5.1 Visar hur trycket uppstår på distansen. Den streckade ytan visar att det är där kontakt uppstår med dörren. De svarta sträckan är i kontakt med dörrbladet och de röda sträckan med dörrkarmen. Om distansen är 80 mm bred som på bilden kommer endast 45 mm av bredden att kunna uppta tryck ifrån dörrkarmen.

Anledningen till att höjden på distansen ökades till 45mm var att det skulle gå skjuta in isoleringskittet mellan dörrarna i efterhand. Eftersom omlastningsmomentet skulle elimineras och det var vid omlastningen som isoleringskittet normalt lades på plats mellan dörrarna. Samtidigt kunde inte isoleringskittet läggas på plats vid monteringsavdelningen på grund av plastbrist på avdelningen.

Det ska nämnas att alla beräkningar är gjorda på grunden att det lastas tre pallar på höjden under lastbilstransporten.



Figur 5.2 Visar att kontaktytan som upptar tryck är 45 mm bred på den sidan av distansen där dörrkarmen har kontakt. Andra sidan på distansen har kontakt med dörrbladet. Där är kontaktytan lika stor som distansens yta. De streckade strecken är dörrkarmen i profil och de heldragna, rektangulära sträcken är förstärkningen.



Figur 5.3 Visar förstärkningen som sitter i karmen (röda rektangeln i föregående bild)

5.4 Testning för att värdera distanserna

För att komma fram till vilka/vilken distans som klarade kraven som användes först och främst beräkningar. Detta för att vara säker på att distanserna inte skulle deformeras på grund av trycket av dörrarna. Eftersom det inte fanns en övre gräns på hur stora distanserna kunde vara, fanns det inte heller ett gränsvärde för hur mycket tryck den minst måste klara innan deformation uppstår. På grund av att om ytan som utsätts för tryck ökar, minskar trycket. När det var säkerhetsställt att varje specifik distans klarade trycket som uppstod på den provades distanserna praktiskt genom att tryckas och ”gnuggas” mot ytan på dörren för att se om dörren erhöll repor, eftersom testet skulle vara så rättvist som möjligt efterstävades att varje distans skulle testas på samma sätt med samma tryck och så vidare. De klossar som hade en tendens att ge tydliga repor på dörren kasserades omgående eftersom det var ett krav att dörren inte skulle skadas under transporten. Nästa steg i provningen var att testa klossen i ett verkligt fall genom att använda den under en verklig dörrtransport för att sedan kontrollera om dörren och distansen var oskadd. Distanserna som även klarade denna uppgift skulle kunna användas som en permanent lösning. För att välja den bäst lämpade fanns det ytterligare två parametrar att väga mellan, pris och miljöpåverkan. Hellbergs ville ha en så billig distans som möjligt med minsta möjliga miljöpåverkan.

5.5 Förslag på distanser

Nedan följer förslag på olika distanser som det tagits fram prover på, för att utvärdering skall kunna genomföras. Vid vissa distanser står företaget som tillverkar dem inom parentes. För att få en snabb överblick över distanserna se tabell 5.1.

5.5.1 EPS - S400MX (Sundolitt)

En distans som är gjord helt och hållet av EPS-plast. Materialet klarar tryck upp till 400 KPa och har en densitet på ca 50 kilo per kubikmeter. Måtten som testades var 200x80x45 mm [LxBxH]. Fördelarna med EPS-distansen är att den är billig, låg vikt och ett bra miljöval. Nackdelarna är att den har förmågan att ge svagt synliga repor på den färdiglackade dörren. Dock uppstår inga repor på den grundlackade dörren vilket gör att detta alternativ endast går att använda på grundlackade dörrar.

5.5.2 Ethafoam

En distans som är solid av materialet ethafoam. Vid reptestet erhöles det kraftiga repor på den färdiglackade dörren och synliga repor på den grundlackade dörren. Detta gjorde att klossen inte gick vidare i testningen.

5.5.3 Foambeklädd welldyna (Juneemballage)

Denna distans var gjord av wellpapplager som var ihop limmade. På de övre och undre kontaktytorna var det limmat foamplast för att inte pappersfibrerna skulle repa dörren. En nackdel var att ena sidan av distansen kommer i kontakt med dörrkarmen. Eftersom den ytan inte var klädd i foamplast fanns det en risk för repor. Samtidigt skulle distansen bli ekonomiskt ohållbar om den ytan också skulle kläs med foam. Enligt en provrapport som erhöles ifrån återförsäljaren av klossen skulle den klara 1620 kg vilket motsvarar 795 KPa (se bilaga 1). Vid reptestet erhöles inga repor på den grundlackade dörren, dock uppstod knappt synliga repor på den färdiglackade.

5.5.4 Foambeklädd träskiva (Pronord)

Denna distans var gjord av en porös träfiberskiva med höjden 45 mm som kapades i de önskade måtten 400x50 mm [LxB]. Innan den kapas upp limmas det på en foamplastfilm. Vid reptestet erhöles samma resultat som den foambeklädda welldynan, eftersom båda hade samma material i kontaktytan (foamplast). Inget exakt mått finns för hur mycket tryck den klarar, dock uppskattas den klara minst 35 procent av vad en granträskiva klarar vilket ger ungerför 2450 KPa. Den beskrivna distansen skulle kosta cirka 4,50 kronor av nämnd återförsäljare.

5.5.5 Foambeklädd tråkloss

En tråkloss med måtten 400x80x45 mm [LxBxH] som är klädd med foamplast. Vid reptestet erhöles samma resultat som de övriga foambeklädda lösningarna gav. Alltså knappt synliga repor på den färdiglackade dörren och inga synliga repor på den grundlackade.

Att tänka på är att testet som utfördes för att undersöka om distansen ger repor är extremt om man jämför med de verkliga förhållanden som uppstår under transporten. Alltså trots att det gick framkalla repor av de foambeklädda distanserna på en färdiglackad dörr testades det fram att det inte uppstod några repor vid de verkliga förhållanden som uppstår på en transport.

Tabell 5.1 Ger en snabb överblick över de olika distansernas egenskaper, eftersom Ethafoam kasserades samlades inte övriga data in om det materialet.

Distans	Pris	Tryckhåll -fasthet	Miljöpåverkan	Ytan
EPS – S400MX	1:96 SEK	400 KPa	Liten, dock framställs det ifrån olja	Klarar grundlackade dörrar
Ethafoam	-	900 KPa	-	Kasserad
Foambeklädd welldyna	Cirka 5 SEK	795 KPa	Liten, kort transportsträcka	Klarar alla dörrar, dock risk för repor eller märken på dörrkarmen
Foambeklädd träskiva	4:50 SEK	2200 KPa (uppskattat)	Liten, kort transportsträcka	Klarar alla dörrar
Foambeklädd trækloss	Cirka 2 SEK	7000 KPa	Liten, väldigt kort transportsträcka	Klarar alla dörrar

5.6 Val och modifiering av distans

Distansen som valdes var den foambeklädda træklossen med motiveringen att den var billigast, bra för miljön, köps av en lokal återförsäljare och att den klarar högst tryck.

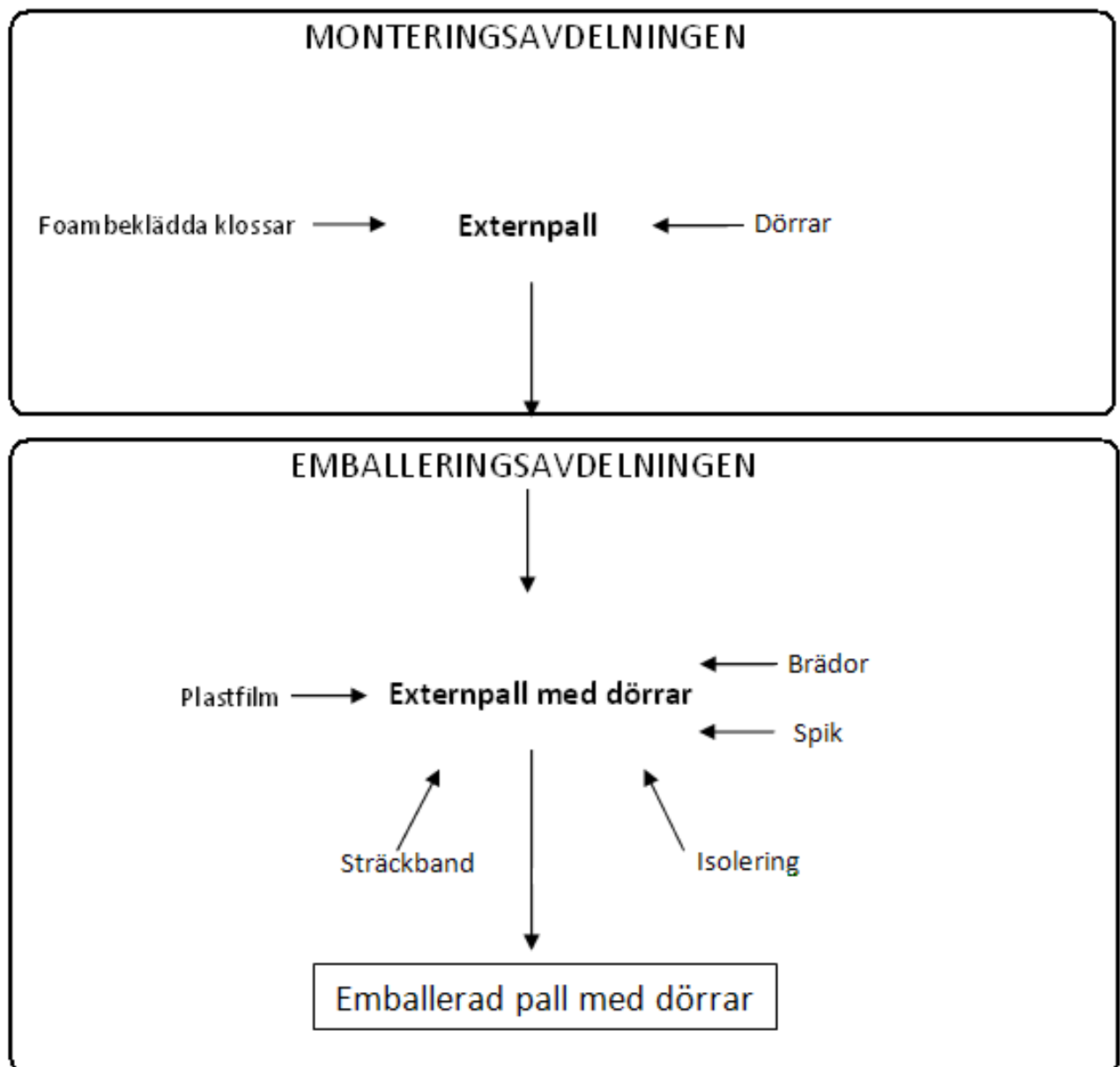
Ändringarna som gjordes på den var endast måtten. För att öka stabiliteten på klossen när den läggs på plats och minska precisionskraven när nästa dörr läggs på valdes det att byta ut den gamla bredden på 50 mm mot 80 mm och byta ut längden 400 mm mot 240 mm. Höjden på 45 mm valdes att behållas. Dessa ändringar ger ett teoretiskt maxtryck på 729,2 KPa (se bilaga 3.3) och en mer lätthanterlig distans.

6. Förbättringar i logistiken

För att eliminera momentet när dörrarna lastas om från internpallen till externpallen lastas dörrarna på externpallen redan vid monteringsavdelningen, med den foambeklädda tråklossen som distans enligt figur 6.1. Detta leder till att de enda momenten som finns kvar att göra när pallen kommer emballeringsavdelningen är att lägga isoleringen på plats genom att sticka in dem mellan dörrarna (se figur 6.3), spika fast ramen runt dörrarna, lägga på plastfilmen och plast in med sträckfilm. Eftersom omlastningsmomentet försvunnit tack vare att rätt pall och rätt distanser används från början ger detta en stark minskning av tidsåtgången. Detta ger följande materialflöde enligt figur 6.2.



Figur 6.1 Visar de nya distanserna som läggs på plats på monteringsavdelningen.



Figur 6.2 Visar hur det nya materialflödet ser ut, det skiljer inte speciellt mycket ifrån det ursprungliga flödet dock ska det noteras att det i detta flöde inte finns något omlastningsmoment. Figuren visar även var de olika komponenterna tillkommer.



Figur 6.3 Visar hur isoleringskittet placeras mellan dörrarna på emballeringsavdelningen med det nya flödet och de nya distansarna.

7. Resultat av förändringen

Vid en testkörning av det nya materialflödet tillsammans med den foambeklädda tråklossen uppmättes en total emballeringstid på 14 minuter. Det mättes endast på en pall vilket gör att det kan vara en missvisande tid. Samtidigt kommer det med all säkerhet inte bli längre tidsåtgång när det är inarbetet. I jämförelse med genomsnittstiden på 28,5 minuter för att emballera en pall färdiglackade dörrar med det ursprungliga materialflödet är det en mycket positiv förändring. Det leder till en tidsminskning på 14,5 minuter vilket motsvarar en tidsminskning på cirka 50 procent för att emballera färdiglackade dörrar. Tidsminskningen för att emballera grundlackade dörrar blir 7,5 minut vilket motsvarar en tidsminskning på cirka 35 procent. Totalt för hela emballeringsavdelningen minskas tidsåtgången med cirka 30 procent, då är de specialbeställda dörrarna som var utanför avgränsningarna medräknade. Utan dem medräknade blir tidsminskningen cirka 43 procent.

Svaret på om det fanns en distans som kunde ersätta den befintliga är att det gjorde det, visserligen är den gjord av samma material på samma sätt fast med andra mått. Eftersom vi minskade antalet distanser samtidigt som distanserna blev större minskade tidsåtgången, dock blev förändringen i massa försumbar. Vilket ledde till att förändringen i miljöpåverkan också blev försumbar.

8. Slutsats

Under detta kapitel följer en utvärdering för uppgiften att minska tidsåtgången för emballeringsprocessen.

De nya distanserna tillsammans med det nya materialflödet gav mycket bra resultat, flaskhalsen vid emballeringsavdelningen är eliminerad och flödet kan ökas betydligt. Vilket är mycket betydande i en framtida konjunkturuppgång.

Uppgiften att undersöka om det går lasta fler pallar på höjden på lastbilsflaket har behandlats i den mån att distanserna klarar av trycket som uppstår om det ställs tre pallar med dörrar på varandra. Det är antaget att dörren kommer klara trycket som uppstår. Så rent teoretiskt borde det inte vara några problem och därför rekommenderar vi Hellbergs Dörrar AB att testa lasta tre pallar på höjden och följa upp transporten för att se om allt gick bra. Det enda som rent praktiskt kan hända är att det blir för ostabilt och välter, men eftersom pallarna spänns fast på flaket är risken minimal.

Skillnaden i miljöpåverkan är inte mätt eller beräknad. Skillnaden inne på fabriken borde vara att det blir något lägre elförbrukning på grund av att omlastningsmomentet utfördes med hjälp av travers som gick på el och det momentet är eliminerat. Vårt tips till Hellbergs Dörrar är att de ska börja lasta tre pallar på höjden på lastbilsflaket, sätts detta i kraft kommer de troligen att minska antalet lastbilar med en tredjedel för samma mängd last. Vilket skulle leda till en minskad miljöpåverkan.

Tyvärr mättes resultatet av förändringarna i sista stund på grund av en försenad leverans av distanserna, detta ledde till att vi endast hann mäta tidsminskningen på en pall. Vi önskar att det hade hunnits mäta på fler pallar för säkrare data. Det identifierades ett par saker som direkt kunde förbättras till nästa gång en pall ska emballeras, till exempel placeringen på pallen med isoleringskitten. Dessa förändringar samt en inarbetning av processen skulle troligtvis leda till en mycket större tidsminskning av processen.

9. Referenser

Internetreferenser:

1. Building a better environment with EPS. Safeguarding our future through its complete life-cycle. European Manufacturers of EPS, Brussels 2002.
<http://www.eumeps.org/show.php?ID=4469&psid=hmotjteo> (Acc 2011-05-30)
2. Produktinformation Ethafoam 2001 B. Åkersson <http://www.b-akesson.se/filer/ETHAFOAM%20900%20.pdf> (Acc 2011-05-30)
3. Wellpap Niofem <http://www.niofem.se/SE/produktinformation/Well> (Acc 2011-05-30)
4. Wellpapp Juneemballage <http://www.juneemballage.se/> (Acc 2011-05-30)
5. Welldynor produktfakta Kinnareds Well
<http://www.kinnaredswell.se/page.asp?lngID=16&lngLangID=1> (Acc 2011-05-30)
6. Softboard Hunton Fiber AS
[http://swedish.hunton.no/assets/svenske%20produkter/Silencio_miljodeklarasjon_FD V.pdf](http://swedish.hunton.no/assets/svenske%20produkter/Silencio_miljodeklarasjon_FD_V.pdf) (Acc 2011-06-04)
7. Kemikalieinspektionen 2011 Formaldehyd
http://www.kemi.se/templates/Page_____4733.aspx (Acc 2011-05-30)
8. Foamplast, cellpolyeten Horda Stans AB
<http://www.hordastans.se/?articleId=60&lang=SE&topId=5.5>

Litteraturreferenser:

9. Granta (2010) CES edupack
10. Aronsson, H, Ekdahl, B, Oskarsson, B (2003) *Modern logistik- för ökad lönsamhet*, Liber, Lund
11. Persson, G Virum, H (1996) *Logistik för konkurrenskraft*, Liber Ekonomi, Karlshamn
12. Johannesson, H, Persson, J-G, och Pettersson, D (2004). *Produktutveckling - effektiva metoder för konstruktion och design*. Stockholm: Liber, ISBN: 91-47-05225-2

13. Storhagen, N. (1995) *Materialadministration och logistik- grunder och möjligheter*, Liber-Hermods AB, Malmö
14. Wild, R. (1985) *Essentials of production and operations management*, second edition, Mackays of Chatham Ltd, Chatham

Personreferenser:

15. Svenolof Olsson, mobitron, Huskvarna, e-mail soo@mobitron.se

10. Bilagor

Bilaga 1

Provningsrapport

Tillverkare	June Emballage
Kund	Hellbergsdörrar AB
Beställare	Patrik Johansson
Beskrivning	Belastningstest av welldyna stöd ca 400x50x45 uppbyggd av flera ihop limmade wellskivor stående well med limmat topp och botten ark med plast skum .
Resultat	15,9 kN (1620 kg) ett första brott syntes vid cirka 225 kg beroende på att topparket och botten arket tryckets ihop först ca 5 mm. Ovanstående ger dynan ett framräknat brottvärde för tryck på 795 KPa
Prov inkom	2011-05-10

Jönköping 2011-05-10
Stora Enso Packaging
Laboratoriet

Lars Eriksson

Bilaga 2

Tidmätning

Tiden det tog för en person att emballera ett kolli grundlackerade dörrar, alltså fem stycken dörrar. Mätningen gjordes tre gånger under samma förhållanden. Första mätningen visade att det tog 20 minuter, andra mätningen visade 25 minuter och den sista visade att det tog 21 minuter.

Nästa steg var att mäta tiden det tog för en person att emballera ett kolli färdiglackerade dörrar. Denna mätning gjordes två gånger. Den första mätningen visade 27 minuter och den andra visade 30 minuter.

Bilaga 3

Bilaga 3.1

Vikt som kan uppstå = 3150 kg (statisk plus dynamisk)

Yta som tryckbeläggs = $0,4 * 0,045 * 4 = 0,072 \text{ m}^2$

$3150 / 0,072 = 43750 \text{ kg/m}^2$

$43750 \text{ KG/m}^2 = 437,5 \text{ KPa}$

Bilaga 3.2

Den tyngsta lagerdörren väger 90 kg

Vikt på understa distanserna: $(14 * 90) + (14 * 90 * 1,5) = 3150 \text{ kilo}$

(statiska vikten) + (dynamiska vikten) = 3150 kilo

Bilaga 3.3

Vikt som kan uppstå = 3150 kg (statisk plus dynamisk)

Total tryckbelagd yta = $0,24 * 0,045 * 4 = 0,0432 \text{ m}^2$

$3150 / 0,0432 = 72916,6 \text{ kg/m}^2 = 729,2 \text{ KPa}$

Bilaga 4

Utifrån Hellbergs Dörrar AB och deras återförsäljare samt rent praktiska krav som ställs.

Notera att kraven ej är poängsatta eftersom de är krav och skall uppfyllas.

Kravspecifikation på emballaget							
Nr	Kriteriebeskrivning		Bedömning				
			5	4	3	2	1
Krav							
1	Emballeringen skall ej vara överdimensionerad eller lämna överdimensionerat tomrum mellan dörrarna						
2	Emballeringen skall vara tidseffektiv						
3	Dörrisoleringen skall kunna paketeras med dörrarna.						

Önskemål						
1	Emballeringsprocessen bör vara så billig som möjligt		•			
3	Emballeringen bör vara så pass bra att dörrarna skyddas från regn och smuts		•			
4	Emballeringen bör eliminera risken för att repor och skador på dörrarna uppstår under transport		•			