

2016•2017
FACULTEIT BEDRIJFSECONOMISCHE WETENSCHAPPEN
*master in de toegepaste economische wetenschappen:
handelsingenieur*

Masterproef

Het effect van de implementatie van kartonnen palletten in het magazijn:
gevalstudie Scania Parts Logistics

Promotor :
Prof. dr. Kris BRAEKERS

Linse Nelissen

Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de toegepaste economische wetenschappen: handelsingenieur

2016•2017

FACULTEIT BEDRIJFSECONOMISCHE
WETENSCHAPPEN

*master in de toegepaste economische wetenschappen:
handelsingenieur*

Masterproef

Het effect van de implementatie van kartonnen palletten
in het magazijn: gevalstudie Scania Parts Logistics

Promotor :
Prof. dr. Kris BRAEKERS

Linse Nelissen

*Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de toegepaste economische
wetenschappen: handelsingenieur*

Woord vooraf

Deze masterproef vormt het sluitstuk van mijn opleiding 'master in de toegepaste economische wetenschappen: handelsingenieur – operationeel management en logistiek'.

Het onderwerp van deze masterproef betreft een nieuwe trend in de transportwereld. Dit maakte deze masterproef zeer interessant. De expertise die ik heb opgedaan zou ik later kunnen gebruiken in mijn professionele carrière. Ik ben er namelijk van overtuigd dat in de toekomst het gebruik van kartonnen palletten in de bedrijfswereld zal stijgen. Tevens bracht de nieuwe trend ook moeilijkheden met zich mee, zoals het gebrek aan voldoende wetenschappelijke bronnen.

Het tot een goed einde brengen van deze masterproef ging niet altijd van een leien dakje. Deze masterproef zou dan ook niet geslaagd zijn zonder de hulp van enkele personen. Bij deze zou ik graag van de gelegenheid gebruik maken om deze personen in de bloemetjes te zetten. In eerste instantie wil ik mijn promotor Prof. dr. Kris Braekers bedanken voor zijn begeleiding en feedback. Hij was steeds bereid om mij met raad en daad bij te staan. Ook mijn contactpersonen bij Scania Parts Logistics stonden steeds klaar om mijn vragen te beantwoorden en advies te verlenen. Vandaar ook een woord van dank naar Veerle Rakels, Peter Vossen en Jacky Bosmans. Bovendien zou ik alle magazijniers willen bedanken die hebben meegeholpen aan mijn praktijkstudie. Daarenboven zou ik nog twee mensen willen bedanken voor hun medewerking tijdens de interviews. Mijn dankwoord gaat uit naar mevrouw Anja Roeykens (salesmanager bij SmartPallet) en meneer Sven Arijs (country in-store logistics manager bij Ikea Belgium). Dankzij de interviews met hen kreeg ik meer input vanuit de praktijk.

Tenslotte wil ik mijn ouders en mijn vriend nog bedanken voor hun steun gedurende mijn vijfjarige opleiding aan de Universiteit Hasselt. Zij wisten mij steeds te motiveren in moeilijke tijden.

Linse Nelissen,
Maasmechelen, mei 2017

Samenvatting

Deze masterproef is gemaakt in samenwerking met Scania Parts Logistics. Het bedrijf is verantwoordelijk voor de distributie van alle Scania onderdelen. Het magazijn van Scania Parts Logistics is dus een distributiemagazijn. Scania Parts Logistics gebruikte vroeger enkel houten palletten in haar magazijn. Enkele jaren geleden zijn nieuwe palletten geïntroduceerd, namelijk kartonnen. Het bedrijf werkt momenteel met beide soorten palletten. Deze masterproef gaat na welke invloeden de implementatie van de kartonnen palletten heeft op het magazijn van Scania Parts Logistics.

Het gebruik van kartonnen palletten is een nieuwe trend in de transportwereld. Het weinige onderzoek dat er bestaat over dit onderwerp, gaat voornamelijk over de effecten van het gebruik ervan op transport. Tot op vandaag werd nog geen onderzoek uitgevoerd rond de gevolgen voor een magazijn. Deze masterproef gaat daarom verkennend op zoek naar mogelijke gevolgen.

Het eerste hoofdstuk vormt de inleiding van deze masterproef en kadert het praktijkprobleem. In het praktijkprobleem wordt duidelijk dat het gebruik van kartonnen palletten veel voordelen met zich mee brengt op het gebied van transport. Maar over de voor- en nadelen voor een magazijn wordt niets gevonden in de literatuur. Scania Parts Logistics heeft er echter zelf wel enkele ondervonden die nader onderzocht moeten worden. Vanuit het praktijkprobleem wordt de centrale onderzoeksvraag opgesteld. Deze luidt: 'Wat is het effect van het introduceren van kartonnen palletten op het magazijn van Scania Parts Logistics?'. Nadien worden vier deelvragen kort beschreven die de centrale onderzoeksvraag ondersteunen. Deze deelvragen worden doorheen de verschillende hoofdstukken beantwoord en resulteren uiteindelijk samen in een antwoord op de centrale onderzoeksvraag. Het eerste hoofdstuk sluit af met het onderzoeksopzet waarin het plan van aanpak wordt vermeld.

In het tweede hoofdstuk wordt Scania Parts Logistics uitgebreid besproken. Het hoofdstuk begint met een beschrijving van het bedrijf. Vervolgens wordt een korte samenvatting gegeven vanuit de literatuur over de structuur en de functies van een magazijn. Nadien wordt de structuur van het magazijn van Scania Parts Logistics besproken. In 2017 zal het bedrijf de structuur van haar magazijn veranderen. Deze nieuwe structuur wordt eveneens kort aangehaald. In de laatste sectie van dit hoofdstuk worden ten slotte de processen van het magazijn van Scania Parts Logistics besproken. Meer bepaald worden de belangrijkste activiteiten van het magazijn uitgelegd, zoals het ontvangen, opslaan, order picken en verzenden van goederen. Hierbij wordt ook verwezen naar de literatuur.

Hoofdstuk drie bespreekt de kenmerken van kartonnen palletten. Het hoofdstuk start met een korte historiek over het gebruik van de alternatieve palletten. Verder in de tweede sectie wordt allereerst de structuur van een kartonnen pallet besproken. Dit deel is gericht op golfkarton omdat de kartonnen pallet van Scania Parts Logistics uit golfkarton bestaat. Ook worden in deze sectie enkele voor- en nadelen van de alternatieve pallet ten opzichte van de houten pallet aangehaald. Voorbeelden van voordelen zijn de lagere aankooprij, de mindere CO₂-uitstoot bij de productie

van karton en het lagere gewicht. Het belangrijkste nadeel van kartonnen palletten is het minder bestand zijn tegen vocht. Ten slotte gaat dit hoofdstuk dieper in op de specificaties van de kartonnen pallet van Scania Parts Logistics. Om de beschermende waarde van het karton te bepalen, werd het door Scania Parts Logistics onderworpen aan twee testen (ECT en BCT). De conclusie van de BCT test is dat de BCT waardes van alle types kartonnen palletten goed omdat ze voldoen aan de vooropgestelde target waarde. Ook de ECT waarde van het karton is voldoende om het gevraagde gewicht te dragen.

Hoofdstuk vier bespreekt de impact van de implementatie van kartonnen palletten op andere bedrijven. Door het feit dat er weinig literatuur beschikbaar was, zijn interviews afgenomen bij twee bedrijven; SmartPallet en Ikea. Het doel van de interviews is om meer inzichten te krijgen in de effecten die de introductie van kartonnen palletten hebben gehad op magazijnen van andere bedrijven. In Sectie 4.1 en 4.2 worden de interviews, afgenomen bij SmartPallet en Ikea samengevat. Deze secties beginnen telkens met een korte inleiding over het interview en het bedrijf. Verder worden de belangrijkste conclusies uit het interview gegeven. Uit het interview, afgenomen bij SmartPallet werd geconcludeerd dat de meeste klanten voor de overstap naar kartonnen palletten vooral houten palletten gebruikten. De klanten waren steeds tevreden dat ze de overstap hadden gedaan door de vele voordelen van de alternatieve palletten. Enkele voorbeelden zijn goedkoper in aankoop, meer ecologisch, grotere vulgraad van de vrachtwagen door aanpasbare palletten, geen nagels en splinters, meer hygiënisch, lichter... De belangrijkste nadelen van de kartonnen palletten zijn de levensduur, minder opslagcapaciteit doordat de palletten binnen gestockeerd moeten worden, niet waterbestendig en een moeilijkere handling doordat de palletten sneller kapot gaan. Uit het interview, afgenomen bij Ikea, kwam naar voor dat ook zij tevreden waren met de overstap naar de kartonnen palletten. De investering was wel groter dan verwacht doordat ze het handling equipment moesten vervangen zodat de palletten op een stabiele manier verplaatst en gelift konden worden. De belangrijkste voordelen voor Ikea zijn de grotere vulgraad van de vrachtwagen, minder retourvrachten van lege houten palletten en minder transportkosten. Ikea ervaarde geen nadelen aan de kartonnen palletten, hoewel de werknemers meer training moesten krijgen over het laden van een vrachtwagen. Dit is namelijk complexer geworden omwille van het gebruik van verschillende maten palletten en de hogere vulgraad. Bovendien moesten de palletrekken aangepast worden zodat de kartonnen pallet voldoende ondersteuning heeft bij de opslag. Daarenboven moest het handling equipment vernieuwd worden. Tot slot wordt er in dit hoofdstuk een samenvatting geformuleerd van de effecten die de implementatie van de kartonnen palletten kunnen hebben op het magazijn van een bedrijf, op basis van de twee interviews.

Hoofdstuk vijf is de essentie van deze masterproef. Nadat er in het vorige hoofdstuk is nagegaan welke effecten de implementatie van kartonnen palletten hebben gehad op het magazijn van andere bedrijven, wordt er nu gefocust op de invloeden op het magazijn van Scania Parts Logistics. Het hoofdstuk wordt opgedeeld in drie delen. Allereerst worden de invloeden behandeld die kwantificeerbaar zijn. De analyses van deze invloeden zijn met andere woorden statistisch onderbouwd. Enerzijds worden de effecten van de invoering van kartonnen palletten op het pickproces achterhaald. De picktijd, de tijd om een pallet te halen en de tijd nodig om een pallet af

te werken worden onderzocht. Meer bepaald wordt onderzocht of er een verschil is tussen kartonnen en houten palletten betreffende deze tijden. Anderzijds worden nog enkele andere invloeden van de invoering van de kartonnen palletten op het magazijn aangehaald. Enkele voorbeelden zijn ergonomische invloeden, een daling in de opslagruimte, een stijging in de loonkosten... In sectie 5.2 worden de niet-kwantificeerbare implicaties onderzocht. De analyses van deze invloeden zijn met andere woorden niet statistisch onderbouwd. De reden hiervoor is een gebrek aan data omdat Scania Parts Logistics hier geen data over bijhoudt. Enkele mogelijke invloeden die aangehaald worden, zijn slecht geniete dozen, een daling in de EHBO kosten, extra reistijd door overtollige kragen... Ten slotte sluit dit hoofdstuk af met een bespreking over de implicaties die zullen veranderen in de toekomst. Zoals eerder vermeld, krijgt het magazijn van Scania Parts Logistics een nieuwe structuur. Enkele invloeden zullen om die reden veranderen of minder van toepassing zijn.

De masterproef sluit af met hoofdstuk zes. Hierin wordt een antwoord geformuleerd op de centrale onderzoeksvraag. Alle mogelijke effecten van het introduceren van de kartonnen palletten op het magazijn van Scania Parts Logistics worden samengevat. De belangrijkste voordelen voor het magazijn zijn de betere ergonomische omstandigheden doordat er niet meer met houten kragen geheven moet worden, een daling in de arbeidsongevallen waardoor de werknemers productiever zijn en een daling in de aankoopkosten van de palletten doordat de kartonnen palletten goedkoper zijn. Enkele negatieve effecten van de implementatie van de kartonnen palletten op het magazijn zijn een stijging in de tijd om een pallet te halen door de ligging van het palleteland, een stijging in de tijd om een pallet op te zetten waardoor er niet één extra werknemer nodig is in het magazijn, een daling in de opslagcapaciteit doordat de kartonnen palletten binnen gestockeerd moeten worden, een stijging van wekelijks één trailer die lege houten palletten terugstuurt naar de packingpool, een stijging van de reistijd door de overtollige kragen en tot slot de werknemers moeten zelf de grootte van pallet kiezen aan de hand van de grootte van de bestelling waardoor er kans is op het kiezen van een verkeerde pallet. Het is niet mogelijk om te concluderen of de implementatie het waard was om te doen door enkel te focussen op het magazijn. Aangezien een aantal invloeden niet op data berusten, is de werkelijke impact moeilijk te vatten. Deze masterproef geeft wel een duidelijk beeld over alle mogelijke invloeden van de implementatie van de kartonnen palletten op het magazijn van Scania Parts Logistics. In hoofdstuk zes worden eveneens enkele adviezen aan Scania Parts Logistics gegeven. Tot slot is er een kritische blik op het empirisch onderzoek. Bovendien worden de beperkingen van het onderzoek aangehaald met enkele aanbevelingen voor verder onderzoek.

Inhoudsopgave

Woord vooraf	I
Samenvatting	III
Inhoudsopgave	VII
Lijst van figuren en tabellen	IX
Lijst van figuren.....	IX
Lijst van tabellen	IX
Hoofdstuk 1: Probleemstelling	1
1.1 Praktijkprobleem	1
1.2 Centrale onderzoeksvraag	3
1.3 Deelvragen	3
1.4 Onderzoeksopzet.....	5
Hoofdstuk 2: Situering van de onderneming	7
2.1 Algemeen	7
2.2 Structuur magazijn	8
2.2.1 Algemene structuur en functies van een magazijn	8
2.2.2 Magazijn van Scania Parts Logistics	9
2.2.3 De nieuwe structuur van het magazijn van Scania Parts Logistics	11
2.3 Processen magazijn	12
Hoofdstuk 3: Kenmerken van kartonnen palletten	19
3.1 Historiek	20
3.2 Structuur en voor- en nadelen van kartonnen palletten	21
3.3 Specificaties kartonnen pallet van Scania Parts Logistics	23
Hoofdstuk 4: De impact van de implementatie van kartonnen palletten op andere bedrijven	27
4.1 Interview SmartPallet	27
4.1.1 SmartPallet	27
4.1.2 Conclusies	28
4.2 Interview Ikea	29
4.2.1 Ikea	29
4.2.2 Conclusies	30
4.3 Besluit	32

Hoofdstuk 5: De impact van de implementatie van kartonnen palletten op het magazijn van Scania Parts Logistics	33
5.1 Kwantificeerbare invloeden	33
5.1.1 De invloeden van de invoering van de kartonnen palletten op het pickproces	33
a) Invloed op de picktijd	33
b) Invloed op het halen van een pallet	35
c) Invloed op het afwerken van een pallet	37
d) Conclusie	38
5.1.2 Andere invloeden van de invoering van de kartonnen palletten	39
5.2 Niet-kwantificeerbare invloeden	46
5.3 Invloeden die veranderen door de nieuwe structuur van het magazijn.....	48
Hoofdstuk 6: Algemeen besluit.....	51
6.1 Conclusies	51
6.2 Kritische bemerkingen en aanbevelingen voor verder onderzoek	53
Lijst van de geraadpleegde werken	55
Bijlagen	59
Bijlage 1: Basisscenario voice picking 80-zone.....	59
Bijlage 2: Vragenlijst SmartPallet.....	60
Bijlage 3: Vragenlijst Ikea	62
Bijlage 4: Data picktijden.....	63
Bijlage 5: Data halen van pallet in de 80-zone.....	66
Bijlage 6: Data halen van pallet in de 10-zone.....	69
Bijlage 7: Data afwerken van pallet.....	72
Bijlage 8: Beoordeling risico lichaamsbelasting (Reinhold et al., 2008).....	75
Bijlage 9: De enquête afgenomen bij de order pickers van Scania Parts Logistics	77
1. Enquête	77
2. Resultaten	77
Bijlage 10: Gemiddelde tijd nodig om een pallet op te zetten/af te breken	79
Bijlage 11: Aantal palletten die in de eerste drie maanden van 2017 uitgestuurd werden	80

Lijst van figuren en tabellen

Lijst van figuren

Figuur 1: Pallet met kraag	2
Figuur 2: SPC1	9
Figuur 3: Nieuwe SPC1	12
Figuur 4: Distributie van de tijd die nodig is om een order te picken (Tompkins et al., 2003)	14
Figuur 5: Order pickmethodes (De Koster, 2004)	15
Figuur 6: Kartonnen pallet van Scania Parts Logistics	19
Figuur 7: Structuur van golfkarton	21
Figuur 8: Kartonnen palletten van SmartPallet	27
Figuur 9: Kartonnen pallet van Ikea	29
Figuur 10: Palleteland (rood)	35

Lijst van tabellen

Tabel 1: Design van een magazijn (Rimiene, 2008)	8
Tabel 2: Verschil lage en hoge order picker	11
Tabel 3: Formaten kartonnen palletten Scania Parts Logistics	19
Tabel 4: Soorten karton (Jaspers et al., 2015 & IMFA, 2016)	21
Tabel 5: Types golfkarton (Christ & Spielmann, 2012)	22
Tabel 6: De verschillende golftypes (Cornelissen, 2004)	22
Tabel 7: Prijzen houten palletten Scania Parts Logistics	23
Tabel 8: Prijzen kartonnen palletten van Scania Parts Logistics	23
Tabel 9: Resultaten BCT test euroformaten (2014)	24
Tabel 10: Resultaten BCT test halve euroformaten (2016)	25
Tabel 11: Niveau van het risico van de lichaamsbelasting bij kartonnen palletten volgens het model 'Occupational Health and Safety Requirements for Manual Handling of loads'	40
Tabel 12: Niveau van het risico van de lichaamsbelasting bij houten palletten volgens het model 'Occupational Health and Safety Requirements for Manual Handling of loads'	41
Tabel 13: Totaal aantal uur nodig om palletten op te zetten en af te breken in de huidige situatie	43
Tabel 14: Totaal aantal uur nodig om palletten op te zetten en af te breken wanneer alleen kartonnen palletten gebruikt worden	44
Tabel 15: Totaal aantal uur nodig om palletten op te zetten en af te breken wanneer alleen houten palletten gebruikt worden	44

Hoofdstuk 1: Probleemstelling

In het eerste hoofdstuk van deze masterproef wordt het onderzoeksprobleem duidelijk gesteld. Deze masterproef heeft als doel het analyseren van de implementatie van kartonnen palletten in het magazijn van Scania Parts Logistics. In sectie 1.1 zal de maatschappelijke relevantie van kartonnen palletten duidelijk worden. Verder wordt op basis van deze probleemstelling een centrale onderzoeksvraag opgesteld. Vier deelvragen, die in sectie 1.3 kort aangehaald worden, zullen helpen in het vinden van een antwoord op de centrale onderzoeksvraag. Dit hoofdstuk sluit af in sectie 1.4 met de onderzoeksopzet van deze masterproef.

1.1 Praktijkprobleem

Het magazijn van Scania Parts Logistics is een distributiemagazijn. Dit is een magazijn waarbij producten van verschillende leveranciers worden verzameld zodat deze geleverd kunnen worden aan verscheidene klanten (Rimiene, 2008). De belangrijkste functies van een magazijn zijn: ontvangen, opslaan, order picken en verzenden van producten. De kapitaal- en operatiekosten van magazijnen in Europa vertegenwoordigen ongeveer 25% van de totale logistieke kosten (Baker & Canessa, 2009). Bovendien heeft een magazijn ook een kritische impact op klantendienstenlevels. Klanten moeten hun leveringen op tijd krijgen met de geleverde producten in de juiste hoeveelheden en liefst zonder enige schade. Het magazijn heeft dus een invloed op het succes van een bedrijf.

Verpakkingen spelen hierbij een belangrijke rol omdat zij de verliezen en beschadigingen aan producten minimaliseren in verschillende stadia van de distributie. Verpakken kan gedefinieerd worden als een kunst, wetenschap en technologie om producten te beschermen, bewaren en effectief te presenteren om klanten tevreden te stellen (Dharmadhikari, 2012). De rol die verpakkingen spelen in de distributie is gestegen in belangrijkheid doordat de afstand tussen productieplaats en consumptieplaats groter is geworden (Verghese & Lewis, 2007). Het meest gebruikte verpakkingstype voor transport is de pallet. Een pallet is een draagbaar platform dat gebruikt wordt om goederen te assembleren, op te bergen, op te stapelen, te behandelen en te transporteren (Elia & Gnoni, 2015). Er bestaan verschillende types palletten. De meest bekende zijn deze uit hout, plastic, metaal en karton. Het is niet gemakkelijk om de juiste keuze te maken tussen de verschillende soorten palletten waarop een product geleverd kan worden. Vaak is deze keuze gebaseerd op de prijs, maar ook de eisen van de klant, de kracht, duurzaamheid, herbruikbaarheid en beschikbaarheid van de verpakkingen spelen een rol (Michel, 2015).

Momenteel gebruikt het merendeel van de bedrijven houten palletten (Michel, 2015). Deze industriële verpakking gaat echter gepaard met een hoge kost. Houten palletten zijn zwaar waardoor de brandstofconsumptie en emissies hoog zijn. Bovendien ligt de kostprijs hoog wanneer er vergeleken wordt met een alternatief voor deze houten palletten, namelijk kartonnen palletten. Het gebruik van kartonnen palletten is een nieuwe trend in de transportwereld. Uit een enquête van *Modern Materials Handling* blijkt dat gebruikers van palletten verwachten dat er meer gevraagd zal worden naar palletten uit alternatieve materialen, zoals karton (Michel, 2015). De nieuwe trend wordt bovendien bevestigd door één van de grootste meubelproducenten in de

wereld, Ikea. In 2012 ging het bedrijf op zoek naar alternatieven voor de klassieke houten palletten. Uit onderzoek bleek dat de implementatie van de kartonnen palletten vele voordelen met zich mee bracht (Goossens, 2012). Zo zijn de alternatieve palletten veel lichter waardoor de gebruiker bespaart op transportkosten. Minder gewicht betekent ook een lagere CO₂-uitstoot (JongVoka, 2014). Kartonnen palletten blijken bovendien even sterk te zijn als houten palletten (Ban, 2014). Ze zijn daarenboven schokbestendig waardoor er minder schade berokkend wordt aan de vervoerde goederen (JongVoka, 2014). Een laatste belangrijk voordeel houdt in dat de kartonnen palletten op maat gemaakt kunnen worden. Ze zijn perfect aanpasbaar in grootte, breedte en lengte (Ban, 2014). De hypothese luidt dus dat het gebruik van kartonnen palletten voordeliger is voor een bedrijf wanneer er gekeken wordt naar de transportkosten.

Echter, in de artikels wordt geen rekening gehouden met de nadelen. Zo wordt er niets gezegd over de brandbaarheid en de vochtigheid. Eén van de eerste stappen van deze masterproef is daarom het beschrijven van de voor- en nadelen van kartonnen palletten. Bovendien zullen de kenmerken van deze alternatieve palletten bestudeerd worden. Ten tweede vermelden de artikels niets over de voor- en nadelen van de kartonnen palletten voor een magazijn. Dit zal later in deze masterproef uitgebreid aan bod komen, nadat er meer kennis is opgedaan over de palletten.

Het empirisch deel zal de impact die de invoering van de kartonnen palletten heeft op het magazijn van Scania Parts Logistics onderzoeken. Het bedrijf is verantwoordelijk voor de distributie van Scania reserve onderdelen. Meer uitleg over Scania Parts Logistics is terug te vinden in hoofdstuk twee. De onderneming hecht veel belang aan de ecologische voetafdruk. Scania Parts Logistics werkt daarom sinds kort deels met kartonnen palletten in haar magazijn. De alternatieve palletten worden gebruikt in het outbound proces, bij de picking, packing en shipping van goederen. Het gebruik van deze kartonnen palletten is momenteel nog beperkt, maar op termijn zou het bedrijf al haar huidige houten palletten in het outbound proces willen vervangen door deze alternatieve palletten. Om die reden zal de focus van deze thesis gelegd worden op de impact die de implementatie van kartonnen palletten teweeg brengt op het magazijn van Scania Parts Logistics.



Figuur 1: Pallet met kraag

Momenteel werkt Scania Parts Logistics met houten palletten die hoger gemaakt kunnen worden via kragen (zie figuur 1). Hierdoor kan de verpakking gemakkelijk aangepast worden aan de grootte van de bestelling. Deze palletten met kragen zijn overal te vinden in het magazijn, ook in het order pickgedeelte. Order picking is het ophalen van producten uit de rekken als reactie op een

specifiek verzoek van de klant (De Koster et al., 2007). De goederen zijn in het order pickgedeelte van het magazijn gestockeerd met behulp van deze houten palletten. Het voordeel hierbij is dat indien een bepaald pallet stilaan leeg geraakt, de picker kan anticiperen en de pallet kleiner kan maken door een kraag zelf mee te nemen en die te gebruiken. Op die manier kunnen de pickers gemakkelijker reiken naar de goederen. Echter, door de introductie van de kartonnen palletten zullen de kragen in de toekomst op de houten palletten blijven staan. De pickers hebben namelijk deze kragen niet meer nodig voor hun bestellingen mits de gepickte goederen in een kartonnen pallet terecht komen. Bijgevolg zal er een overvloed aan kragen zijn. Dit probleem wordt momenteel opgelost door de pickers zelf de overtollige kragen mee te laten nemen. De pickers moeten er dan voor zorgen dat de overtollige kraag in een box terecht komt. Dit heeft als gevolg dat de totale order picktijd stijgt waardoor het langer duurt voordat een bestelling voor de klant klaar is. Op termijn zal er in het outbound proces (picking, packing en shipping) enkel nog met de kartonnen palletten gewerkt worden, terwijl de goederen in het order pickgedeelte van het magazijn gestockeerd blijven in de houten palletten. Dit heeft als gevolg dat het aantal overtollige kragen zal toenemen en dus de totale order picktijd ook. De vraag is hoe groot dit probleem is en hoe het opgelost kan worden. Iemand aanwerven die zich bezig houdt met het verwijderen van de kragen, zou een mogelijke oplossing kunnen zijn.

Bovenstaand probleem is nog maar het tipje van de sluier. De implementatie van de kartonnen palletten heeft nog vele andere invloeden op het magazijn van Scania Parts Logistics. Deze invloeden zullen verder in deze masterproef onderzocht worden.

1.2 Centrale onderzoeksvraag

Deze thesis zal nagaan wat de effecten zijn van de implementatie van de kartonnen palletten op het magazijn van Scania Parts Logistics. Zoals reeds aangehaald in de probleemstelling in sectie 1.1 is het van belang dat het bedrijf onderzoekt of de nieuwe kartonnen palletten voordelig zijn. De kosten van een magazijn maken namelijk een groot deel uit van de totale logistieke kosten van een bedrijf. Bovendien kan de investering in palletten gemakkelijk oplopen tot miljoenen euro's voor grote ondernemingen (Bilbao, Carrano, Hewitt & Thorn, 2011). Bij dit onderzoek worden onder andere het order pickproces en ergonomie in rekening gebracht.

De centrale onderzoeksvraag wordt als volgt geformuleerd: 'Wat is het effect van het introduceren van kartonnen palletten op het magazijn van Scania Parts Logistics?'

1.3 Deelvragen

Om de centrale onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden, wordt deze opgesplitst in vier deelvragen. De opgeloste deelvragen zullen samen resulteren in een antwoord op de centrale onderzoeksvraag. Verder zal in deze sectie elke deelvraag kort besproken worden.

Deelvraag 1: 'Hoe zien de structuur van het magazijn en de huidige magazijnprocessen van Scania Parts Logistics er uit?'

De structuur van het magazijn van Scania Parts Logistics zal besproken worden om een beter beeld van het geheel te hebben. Ook zullen de huidige magazijnprocessen van het bedrijf in kaart worden gebracht voordat er wordt overgegaan tot de essentie van deze masterproef. De processen die aan bod zullen komen zijn het ontvangen van goederen, opslaan van goederen, order picken en verzenden van goederen. In 2017 krijgt het magazijn van Scania Parts Logistics een nieuwe structuur. Ook zal deze nieuwe structuur van het magazijn kort voorgesteld worden.

Deelvraag 2: 'Wat zijn de kenmerken en de voor- en nadelen van kartonnen palletten?'

Deze deelvraag is opgesteld om de specificaties van de kartonnen palletten te achterhalen. Scania Parts Logistics heeft kartonnen palletten uit golfkarton. Om die reden zal deze deelvraag focussen op dit materiaal. De kenmerken en de structuur van golfkarton zullen allereerst besproken worden. Nadien zullen de voor- en nadelen ervan worden aangehaald.

Deelvraag 3: 'Welke impact heeft de implementatie van de kartonnen palletten gehad op andere bedrijven?'

Het gebruik van kartonnen palletten is een geheel nieuwe trend in de transportwereld. Dit maakt deze masterproef interessant, maar het nadeel is dat er weinig literatuur beschikbaar is. Deze derde deelvraag is belangrijk om extra informatie te verschaffen over de alternatieve palletten. Er zullen interviews afgenomen worden bij een aantal bedrijven die reeds kartonnen palletten hebben geïntroduceerd in hun organisatie. Er zullen eveneens producenten van kartonnen palletten bevraagd worden.

De focus van de interviews zal liggen op de onderwerpen die in deze masterproef behandeld zullen worden voor Scania Parts Logistics. Het doel van deze interviews is om meer inzicht te krijgen in de effecten die de introductie van kartonnen palletten hebben op een organisatie. Er zal meer specifiek gevraagd worden naar de invloeden op het magazijn.

Deelvraag 4: 'Wat zijn de implicaties van de invoering van de kartonnen palletten voor het magazijn van Scania Parts Logistics?'

De laatste deelvraag behandelt de essentie van deze masterproef. De implementatie van kartonnen palletten zullen wellicht enkele invloeden hebben op het magazijn van Scania Parts Logistics. Zo zou bijvoorbeeld de reistijd van de order picker kunnen stijgen. Deze deelvraag maakt een onderverdeling in kwantificeerbare en niet-kwantificeerbare invloeden. De analyses van de eerste groep van invloeden zullen statistisch onderbouwd worden. De analyses van de niet-kwantificeerbare invloeden kunnen niet statistisch onderbouwd worden door een gebrek aan data en zijn dus kwalitatief van aard. Verder zal er nagegaan worden of de gevonden invloeden eveneens aanwezig zullen zijn wanneer de nieuwe structuur van het magazijn er is.

1.4 Onderzoeksopzet

Deze masterproef begint met een literatuurstudie en wordt gevolgd door een praktijkonderzoek.

Als startpunt van de literatuurstudie wordt uitgegaan van secundaire data, meer bepaald wetenschappelijke bronnen. De bronnen zullen vooral gezocht worden met behulp van de elektronische zoekmachines EBSCOhost en Google Scholar. Het gebruik van trefwoorden zoals *logistical packaging, corrugated cardboard, ergonomic problems in warehouse, structure and design warehouse, warehouse management, golfkarton* en *order picking* zullen zeker van pas komen. Bovendien zullen de cursussen van Industriële ingenieurswetenschappen gebruikt worden als wetenschappelijke bronnen. Ook bepaalde boeken uit de bibliotheek van UHasselt zijn relevant, zoals het boek van Twede & Selke genaamd *Cartons, Crates and Corrugated Board. Handbook of paper and wood packaging technology*. De literatuurstudie zal echter beperkt zijn, omdat deze thesis een geheel nieuw onderwerp behandelt.

Deelvraag 1 en 2 zullen voornamelijk theoretisch uitgewerkt worden. De bedoeling is dat er voldoende kennis verworven wordt over enerzijds Scania Parts Logistics en haar magazijn en anderzijds de kartonnen palletten.

In het empirisch gedeelte zullen er bij de derde deelvraag een aantal interviews plaats vinden. Het doel is om te weten te komen wat de impact geweest is van de implementatie van kartonnen palletten op magazijnen van andere bedrijven. Er zullen interviews afgenomen worden bij zowel producenten van kartonnen palletten als bedrijven die gebruik maken van deze alternatieve palletten. Enkele voorbeelden van bedrijven die in aanmerking komen zijn: Ikea en SmartPallet. Met betrekking tot de vierde deelvraag van deze thesis zal er een combinatie gebruikt worden van observatie tools en interviews. Tijdens de observatie schrijft de evaluator neer hoe de houdingen van de pickers zijn gedurende het pickproces. De bedoeling is om te weten te komen of de ergonomische problemen voor de werknemers gestegen zijn door de introductie van de kartonnen palletten. Bovendien wordt er door middel van metingen ook onderzocht of de tijd nodig om een pallet te halen, de picktijd en de tijd die nodig is om de palletten af te werken, gestegen zijn door de implementatie van de alternatieve palletten.

Er is tot nu toe weinig geweten over het effect van het introduceren van kartonnen palletten op het magazijn van een bedrijf. Deze thesis zal verkennend op zoek gaan naar mogelijke samenhangen via observaties en deze beschrijven. Er kan dus besloten worden dat dit onderzoek vooral exploratief van aard is.

Hoofdstuk 2: Situering van de onderneming

In dit hoofdstuk wordt Scania Parts Logistics uitgebreid besproken. De eerste sectie verschaft algemene uitleg over het bedrijf. Vervolgens wordt de structuur van een magazijn weergegeven. Allereerst is er een korte theoretische samenvatting, waarna de structuur van het magazijn van Scania Parts Logistics besproken wordt. Ook zal de nieuwe structuur van het magazijn dat in 2017 in werking treedt, voorgesteld worden. In de derde sectie van dit hoofdstuk worden de processen van het magazijn besproken.

2.1 Algemeen

In 1891 werd Scania opgericht in Zweden. Het bedrijf is een producent van vrachtwagens, bussen en industrie- en scheepsmotoren. Sinds januari 2016 is Henrik Henriksson de CEO van Scania. Het bedrijf heeft in totaal meer dan 45 000 mensen in dienst, waarvan 600 in België en Luxemburg. De hoofdzetel is gevestigd in Zweden (Södertälje) en de onderneming is actief in meer dan 100 landen. In 2015 bedroeg de omzet ruim 6 miljard euro. Scania heeft drie kernwaarden die belangrijk zijn voor het bedrijf. De eerste kernwaarde houdt in dat de klant op de eerste plaats komt. Ten tweede is respect voor het individu ook belangrijk omdat er zonder werknemers geen bedrijf is. De derde kernwaarde is kwaliteit. De behoeften en wensen van de klant moeten te allen tijde voldaan zijn. Scania investeert veel in R&D waardoor ze continu hun producten en diensten proberen te verbeteren.

Scania heeft verscheidene onderdelenmagazijnen om een betere klantenservice aan te bieden. Singapore, Zuid-Afrika, Brazilië, Mexico, België en Indonesië hebben ieder een eigen Parts Center (onderdelenmagazijn). Scania Parts Logistics in Opglabbeek (België) is het hart van de organisatie. Het distributiemagazijn opende de deuren in mei 1993. De onderneming is verantwoordelijk voor de distributie van alle Scania reserve onderdelen. Hier worden maar liefst 125 000 verschillende onderdelen gestockeerd in een opslagruimte van 125 000 m². De oppervlakte van de totale sites van Scania Parts Logistics in Opglabbeek is 150 000 m². Vanuit het magazijn worden de reserve onderdelen geleverd aan meer dan 1500 leveringspunten in 80 landen. Elke maand worden er ongeveer 592 000 orderlijnen geleverd aan klanten. Een orderlijn is een uniek product of stock keeping unit (SKU) in een bepaalde hoeveelheid (De Koster et al., 2007). Om dit vlot te laten verlopen, heeft het bedrijf in Opglabbeek meer dan 550 medewerkers in dienst.

Scania hecht veel belang aan continue verbeteringen, zoals eerder vermeld. Dit komt ook tot uiting in het distributiemagazijn van Scania Parts Logistics. Recente ontwikkelingen zijn het RFID systeem in de shipping zone, de uitbreiding van het magazijn en de implementatie van het SAP systeem in 2017. Bovendien streeft Scania Parts Logistics ernaar om de ecologische voetafdruk zo minimaal mogelijk te houden. Zo maken ze optimaal gebruik van natuurlijke bronnen zoals wind om elektriciteit en energie te besparen. Bovendien lopen er ook projecten om de gebruikte verpakkingsmaterialen 100% recyclebaar te maken. De processen in het bedrijf worden constant verbeterd zodat ze meer milieuvriendelijk worden.

2.2 Structuur magazijn

Het verdere verloop van deze sectie ziet er als volgt uit. Allereerst wordt er een korte samenvatting gegeven vanuit de literatuur over de structuur en functies van een magazijn. Vervolgens wordt de structuur van het magazijn van Scania Parts Logistics volledig besproken. In sectie 2.2.3 van dit hoofdstuk wordt de nieuwe layout van het magazijn van Scania Parts Logistics kort voorgesteld.

2.2.1 Algemene structuur en functies van een magazijn

Een magazijn wordt gedefinieerd als een locatie waar een bedrijf grondstoffen, half afgewerkte producten en afgewerkte producten opslaat voor een bepaalde tijd (Rimiene, 2008). Er bestaan 3 types magazijnen; distributiemagazijnen, productiemagazijnen en contractmagazijnen. Het magazijn van Scania Parts Logistics is een distributiemagazijn, dus deze masterproef zal enkel dit type beschouwen. Een distributiemagazijn is een magazijn waar de belangrijkste functie distributie is (De Koster et al., 2007). Producten van allerlei leveranciers worden er verzameld zodat deze later naar de klanten verstuurd kunnen worden.

De belangrijkste activiteiten die in een magazijn gebeuren zijn het ontvangen, opslaan, order picken en verzenden van goederen (De Koster et al., 2007). Bovendien zijn sommige magazijnen betrokken bij het herstellen van producten en materialen zodat deze achteraf terug gedistribueerd kunnen worden (Rimiene, 2008). De eerste activiteit, namelijk het ontvangen van goederen, bestaat uit een aantal deelactiviteiten. Allereerst worden de producten van de vrachtwagen geladen. Nadien wordt de voorraad geüpdatet en de kwaliteit van de producten wordt nagegaan (De Koster et al., 2007). Daarna worden de goederen opgeslagen in het magazijn. De derde activiteit, namelijk het order picken van de producten, is het in de juiste hoeveelheden ophalen van producten uit de rekken als reactie op een specifiek verzoek van de klant (De Koster et al., 2007). Indien het order picken in batches gebeurt, zullen de producten eerst gesorteerd moeten worden naargelang de klantenorders voordat ze verpakt worden. Na het verpakken zijn de producten klaar om verzonden te worden. In sectie 2.3 zal er dieper ingegaan worden op de processen van een magazijn.

Het design van een magazijn is belangrijk omdat magazijnen vaak gepaard gaan met grote investeringen en operationele kosten (Rimiene, 2008). Het warehouse design bestaat uit verschillende componenten (zie tabel 1). Echter, door een gebrek aan een algemene aanvaardbare methodologie ontwerpen de meeste bedrijven hun magazijn op hun eigen manier (Baker & Canessa, 2009). In de volgende sectie zal het magazijn van Scania Parts Logistics kort besproken worden.

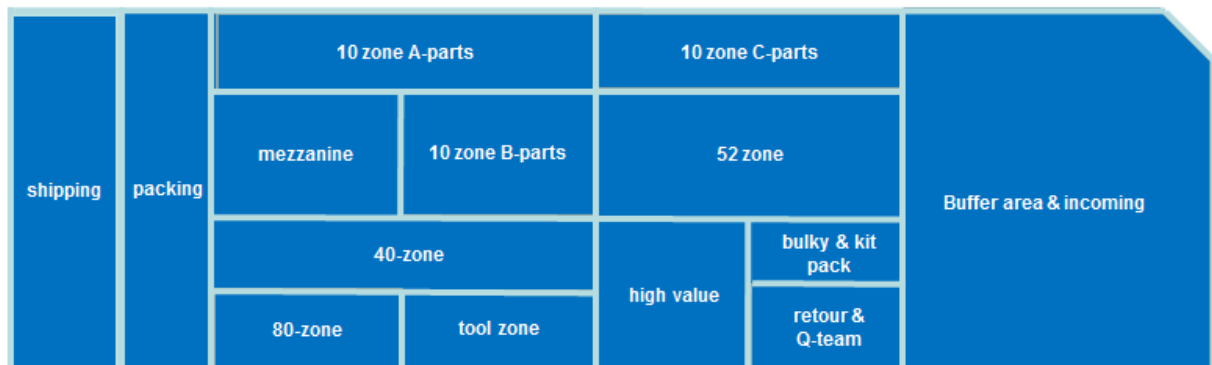
Tabel 1: Design van een magazijn (Rimiene, 2008)

Component	Beslissingen
Algemene structuur	<ul style="list-style-type: none">- Materialenstroom- Identificatie departementen- Relatieve locatie van de departementen
Grootte	<ul style="list-style-type: none">- Grootte van het magazijn

	<ul style="list-style-type: none"> - Grootte van de departementen
Layout departement	<ul style="list-style-type: none"> - Oriëntatie van de gangen - Aantal, lengte en breedte van de gangen - Locatie deuren - Stapelingspatroon
Selectie van het materiaal	<ul style="list-style-type: none"> - Mate van automatisering - Selectie van het materiaal voor order picking en sortering - Selectie van het materiaal voor opslag
Operatie strategie	<ul style="list-style-type: none"> - Selectie strategie voor opslaan van goederen - Selectie van methode van order picking

2.2.2 Magazijn van Scania Parts Logistics

De site in Opglabbeek is opgedeeld in vier delen. Het eerste gebouw wordt SPC1 genoemd (zie figuur 2). Via een brug kunnen de werknemers tot het tweede gebouw, genaamd SPC2, geraken. In dit gebouw bevindt zich vooral dode stock. Dat zijn artikelen waar reeds twee jaar geen order meer op gekomen is. Het derde gebouw is split point. Klanten krijgen korting indien men een nieuw onderdeel aankoopt en het oude inlevert. Deze retoureenheden komen hier binnen en worden bewerkt, zodat ze achteraf terug gedistribueerd kunnen worden. Deze artikelen zijn meestal grote typische Scania onderdelen die door Scania zelf geproduceerd worden. In het vierde en laatste gebouw gebeurt het individueel verpakken van kleine en middelgrote goederen in samenwerking met Bewel.



Figuur 2: SPC1

Deze masterproef focust enkel op SPC1 omdat de implementatie van de kartonnen palletten voornamelijk een effect heeft op dit gebouw. Om die reden zal deze sectie zich verder concentreren op de structuur van SPC1.

SPC1 heeft een totale oppervlakte van ongeveer 65 000 m². De methodologie die Scania Parts Logistics gebruikt heeft om dit magazijn te ontwerpen steunt op het principe dat de verspilling in het proces zo laag mogelijk moet zijn. Dat is de reden waarom het picken van de goederen dicht bij de packing ligt en de packing van de goederen dicht bij de shipping gebeurt. In wat volgt, zal kort de plattegrond van SPC1 (zie figuur 2) besproken worden.

Alle verpakkingsactiviteiten liggen aan de ingang van het magazijn (links in figuur 2). Links van de packing zone ligt de shipping en rechts ligt het order pickgebied. Dit gebied wordt opgedeeld in verschillende zones. De eerste pickzone is de 80-zone. De meest gevraagde artikelen (ongeveer top 500) zijn hier gestockeerd, met vaak een dubbele moederlocatie. Een moederlocatie is de plaats waar de goederen worden verzameld in het magazijn en waar ze gepickt worden. Een dubbele moederlocatie betekent dus dat de producten in twee locaties zijn opgeslagen in het magazijn. Een aantal producten in deze zone hebben dit omdat de vraag naar deze producten groot is. Op die manier hoeft er niet constant herbevoorraad te worden. Bovendien zijn er ook lokale buffers. Omdat de vraag naar deze artikelen hoog is, heeft het magazijn zowel lokale buffers als een buffer area. De lokale buffer is een extra buffer bij de picklocatie zodat deze locatie snel terug herbevoorraad kan worden. De buffer area is het grote buffermagazijn van Scania Parts Logistics waar alle artikelen van alle zones zijn opgeslagen. Indien de artikelen geleverd worden in harde plasticen boxen, zullen ze in de mezzanine zone (ook bekend als de 60-zone) terecht komen. In deze pickzone liggen heel veel kleine artikelen, zoals kleine knopjes. Dit wordt ook de meest efficiënte zone genoemd omwille van de grootte van de artikelen. Deze zone is de enige pickzone waar de picker te voet onderdelen van de rekken haalt. In de derde pickzone, genaamd de 10-zone, zijn goederen gestockeerd die minder frequent gevraagd worden. Deze pickzone heeft bijna geen lokale buffers omdat ze niet snel roteert. Goederen waarvan de verkoop daalt, zullen dus van de 80-zone naar de 10-zone verhuizen. Er zijn drie 10-zones, namelijk A-parts, B-parts en C-parts. Deze klassering duidt op de vraag van de artikelen. De artikelen die het meest gevraagd worden (maar waarvan de vraag niet zo hoog is als de artikelen in de 80-zone) en dus veel gepickt moeten worden, zitten in de 10-zone A-parts. Artikelen die het minst gevraagd worden, liggen in de C-parts. De vierde pickzone is de 40-zone. Artikelen die zwaarder zijn dan vijftien kilogram of die in een pallet zitten die groter is dan de europallet, worden hier opgeslagen. Deze zone hangt samen met de tool zone, waar de hele zware artikelen liggen. Deze goederen zijn te zwaar om zonder hulpmiddelen te picken. In de 52-zone liggen artikelen op stock die individueel verpakt zijn. Deze verpakking dient meteen als de verzendverpakking. Er moet met andere woorden enkel nog een packlijst op geplakt worden voordat het artikel naar de shipping gaat. De artikelen in de 52-zone zijn iets groter dan normaal, bijvoorbeeld vensters en deuren. In de voorlaatste pickzone, de high value zone, liggen artikelen die diefstal gevoelig zijn. Enkele voorbeelden zijn T-shirts van Scania, microgolf, Tv-toestellen enzovoort. De laatste pickzone, genaamd Overseas (OV), staat niet op figuur 2. Deze bevindt zich tussen de mezzanine en de 10-zone. Hier worden orders gepickt voor klanten die overzee gevestigd zijn. Deze artikelen kunnen zich in eender welke pickzone bevinden.

De pickzones verschillen dus van elkaar in de manier van opslag, frequentie, omvang en gewicht van de artikelen. Elke picker (behalve deze in de 60-zone) pickt met behulp van een truck; een hoge order picker of een lage order picker (zie tabel 2).

Tabel 2: Verschil lage en hoge order picker

Hoge order picker	Lage order picker
 <p>De hoge order picker kan de order picker omhoog hijsen.</p>	 <p>De order picker blijft aan de grond.</p>

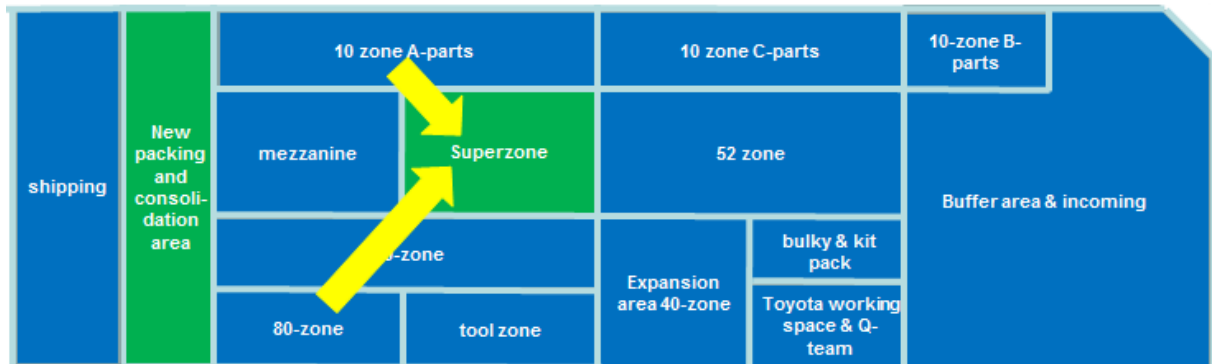
Om het aantal werkongevallen tot een minimum te beperken, geldt er een rijrichting waar de pickers zich aan moeten houden. Ook werken de pickers in de 10-, 60- en 80-zones met voice picking. Deze level van automatisering heeft als gevolg dat er minder fouten gemaakt worden.

Naast de algemene picking, packing en shipping zones bestaan er nog een aantal andere departementen. De eerste is de bulky & kit pack zone. Hier gebeuren verpakkingsactiviteiten die vraaggestuurd zijn. Bulk verpakken betekent grote, zware artikelen afzonderlijk verpakken. Kit verpakken duidt op kleine artikelen die gezamenlijk worden verpakt in één colli. De verpakte artikelen worden later gepickt in de zones, zoals alle andere artikelen. Een ander departement in het magazijn van Scania Parts Logistics is Retour en Q-team. Het Q-team ondersteunt de fysieke kwaliteit van de artikelen. Maar ook moet dit team klachten nagaan van de klant. Bijvoorbeeld controleren of er werkelijk een fout artikel verzonden is. Zij krijgen daarom input van de pickers, de productieafdeling en klanten. De Q in Q-team staat voor quick. Dit betekent dat het team snel moet reageren. De retour is de afdeling waar artikelen binnenkomen die de klant terugstuurt naar Scania Parts Logistics. Deze afdeling doet inspectie en naargelang het resultaat ervan wordt er een credit gestuurd naar de klant.

2.2.3 De nieuwe structuur van het magazijn van Scania Parts Logistics

Scania Parts Logistics verandert in 2017 hun magazijn. Een daling in de prestaties van de processen van een magazijn kan leiden tot hoge kosten, lage reactietijden, lage dienstenlevels en verliezen voor de hele supply chain (Rimiene, 2008). De reden voor de verandering is dan ook het verbeteren van de klantenservice en het verlagen van de kosten. Deze masterproef zal echter betrekking hebben op het oude (huidige) magazijn, omdat het nieuwe magazijn pas ten vroegste eind mei 2017 in werking zal treden. Dit maakt praktijkonderzoek over het nieuwe magazijn praktisch onmogelijk mits de deadline van de masterproef 1 juni is. Ter volledigheid wordt het nieuwe magazijn in deze sectie kort voorgesteld.

Figuur 3 geeft het nieuwe SPC1 magazijn weer. Een aantal zones zullen veranderen, maar de methodologie voor het ontwerp van het magazijn blijft hetzelfde. Dit betekent dat de picking van de goederen dicht bij de packing blijft liggen en de packing van de goederen dicht bij de shipping. Bovendien blijven de zones ook differentiëren naargelang de fysieke eigenschappen van de artikelen en de manier waarop de artikelen worden opgeslagen.



Figuur 3: Nieuwe SPC1

Het grootste verschil ten opzichte van het oude magazijn is de nieuwe superzone. Deze zone is de 10-zone A-parts en de 80-zone samen. In het nieuwe magazijn valt de 80-zone dus weg. De 10-zone blijft grotendeels behouden, maar zal dieper lopen. De buffer area verliest dus ruimte door de 10-zone. In het SPC2 gebouw zal er daarom plaats gemaakt worden voor een extra buffer area. Bovendien zal er in de toekomst het SAP systeem geïmplementeerd worden.

2.3 Processen magazijn

Zoals eerder vermeld zijn de belangrijkste activiteiten die in een magazijn gebeuren het ontvangen, opslaan, order picken en verzenden van goederen (De Koster et al., 2007). In de laatste sectie van dit hoofdstuk worden er bij deze processen stilgestaan.

Het ontvangen van de goederen begint bij het gatehouse. Deze heeft een administratieve functie. Alle vrachtwagens die komen lossen, melden zich hier aan. Het gatehouse ontvangt de papieren van de vrachtwagenchauffeur en print de receivinglabels die later op de palletten geklopt worden. Deze labels bevatten informatie over de leverancier, de bestelling en de producten van de bestelling. De receivinglabels worden gegenereerd uit het Electronic Data Interchange (EDI) systeem. Dit systeem zorgt ervoor dat de leverancier en Scania Parts Logistics elektronisch informatie kunnen doorspelen naar elkaar. Het EDI systeem heeft als voordeel dat er up-to-date informatie beschikbaar is (Smith, 2005). De vrachtwagenchauffeur wordt hierna naar de parking verwezen en op basis van het slotschema wordt hij later binnen geroepen om te lossen.

De palletten worden gelost vanuit de vrachtwagen door een grote heftruck. Deze heftruckchauffeur zet de goederen neer aan de inkom van de receivinghal. De receivinglabels die voorzien werden door het gatehouse worden volgens productnummer gesorteerd. De medewerker kijkt nadien naar de label van de leverancier die zich op de binnengekomen pallet bevindt. Deze label duidt aan welk product er in de pallet zit en in welke hoeveelheden. Vervolgens zoekt de medewerker de

bijbehorende receivinglabel en klopt deze op de pallet. Indien er geen receivinglabel kan terug gevonden worden met het juiste productnummer, wordt de pallet overgebracht naar de oranje zone in de receivinghal. Deze palletten worden afgehandeld in een apart proces waarbij een andere medewerker in detail gaat zoeken wat de pallet precies inhoudt. Hetzelfde geldt voor de overblijvende receivinglabels. Deze worden ook nader bekeken door middel van een apart proces.

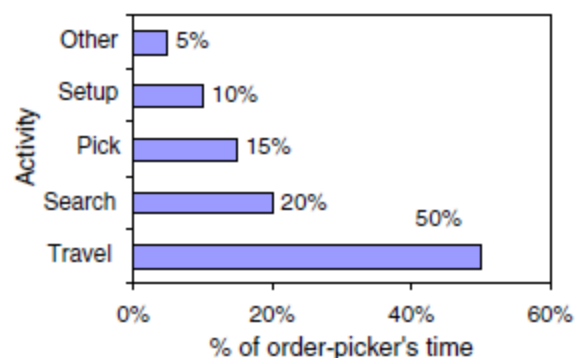
Vervolgens worden de palletten in de receivinghal uitgesorteerd. De receivinghal is opgedeeld in verschillende zones. Indien de palletten geen behandelingscode hebben, worden ze op basis van pallettype uitgesorteerd (europallet, S-pallet, H-pallet, mix-pallet...). Indien er wel een behandelingscode op vermeld staat, wordt de pallet naar een speciale zone gebracht in de receivinghal. Er bestaan drie speciale zones die gepaard gaan met drie behandelingscodes. Een eerste mogelijke behandelingscode kan new parts zijn. Dit betekent dat in de pallet een nieuw product zit. Scania Parts Logistics gaat in dit geval de pallet open doen om de specificaties van het product te meten (dimensie, gewicht, grootte...) en om het product te inspecteren. Een andere behandelingscode is VRP (Vehicle Related Parts). Alle niet-Scania artikelen krijgen deze code omdat er een extra inspectie op gedaan wordt. Artikelen met een behandelingscode new parts of VRP worden na de specifieke behandeling uitgesorteerd in de receivinghal volgens pallettype, zoals alle andere binnengekomen palletten. Een laatste behandelingscode is manco. Dit zijn alle producten waar een klant op aan het wachten is. Deze palletten worden direct naar de moederlocatie gebracht, zonder dat zij eerst mee uitgesorteerd worden met de rest van de binnengekomen palletten. Op die manier krijgt de klant haar bestelling sneller. Scania Parts Logistics heeft bovendien twee interne flows voor artikelen die voorverpakt moeten worden. Palletten die binnenkomen en waar Bewel op vermeld staat, worden apart gestockeerd in de verpakingszone van Bewel in het magazijn. Later worden de artikelen verpakt op basis van de uitgaande vraag. Ook kunnen palletten binnenkomen met bulky pack als vermelding. Deze producten worden eveneens voorverpakt. Bulky pack is vergelijkbaar met Bewel, maar deze artikelen zijn zwaarder en groter. Bewel en bulky pack zijn dus beide interne flows die voorverpakken voordat het artikel op stock wordt genomen. Indien alle palletten uitgesorteerd zijn, is het receiving proces afgerond.

Vervolgens worden de palletten vanuit de receivinghal opgeslagen in het magazijn. Dit heet het binning proces. De palletten worden volgens het FIFO-principe uit de receivinghal genomen. De medewerker scant de label op de pallet, bijgevolg krijgt hij een suggestie voor een lege locatie in het buffermagazijn. De medewerker rijdt de pallet daar naartoe. De locatie wordt vervolgens gescand, waardoor de artikelen nu op stock zijn genomen.

Na het binning proces, begint het replenishen. Het replenishen van de picklocaties wordt getriggerd door de order pickers die een verhuisbericht sturen. In de hoog frequente zones (80-zone en 10-zone A-parts) worden lokale buffers bijgehouden omdat de artikelen snel roteren. Indien deze artikelen steeds uit het buffermagazijn gehaald moeten worden, is kostbare tijd verloren. De order pickers moeten in dat geval te lang wachten. Bepaalde medewerkers (de zogenaamde reachers) zorgen voor het bijvullen van de order picklocaties vanuit de lokale buffer. Via de database wordt er een signaal gegeven indien artikelen van het buffermagazijn naar de lokale buffer verhuisd moeten worden.

De verpakingsactiviteiten lopen parallel met het hoofdproces. Bepaalde artikelen worden verpakt voordat ze gepickt worden. Het systeem geeft een trigger wanneer een artikel verpakt moet worden. Scania Parts Logistics maakt gebruik van bulk en kit packaging. Bulk packaging is het verpakken van grote volumineuze artikelen. Dit doet Scania Parts Logistics zelf. De kit packaging gebeurt zowel door Scania Parts Logistics zelf als door Bewel. Een kit is een verzameling van producten die samen verpakt en verkocht worden (Hanson & Brolin, 2013). Het kit package krijgt een volwaardig nieuw artikelnummer die de order picker later pickt in de pickzones.

Vervolgens picken de order pickers de artikelen. Order picking is één van de meest tijds- en arbeidsintensieve operaties in een magazijn (Grosse & Glock, 2015). Hierdoor hebben de pickoperaties een directe impact op de prestatie van het magazijn (De Koster et al., 2007). Het algemene doel van een picksysteem in een magazijn is het service level maximaliseren, rekening houdend met beperkingen zoals arbeid, machines en kapitaal (de Koster et al., 2007). Een cruciale link tussen order picking en het service level is dat hoe sneller een order gepickt kan worden, hoe sneller het beschikbaar is om verzonden te worden naar de klant en hoe kleiner de kosten in het magazijn zijn. Figuur 4 toont de componenten van order picking en hun tijdsbesteding ten opzichte van de totale order picktijd.



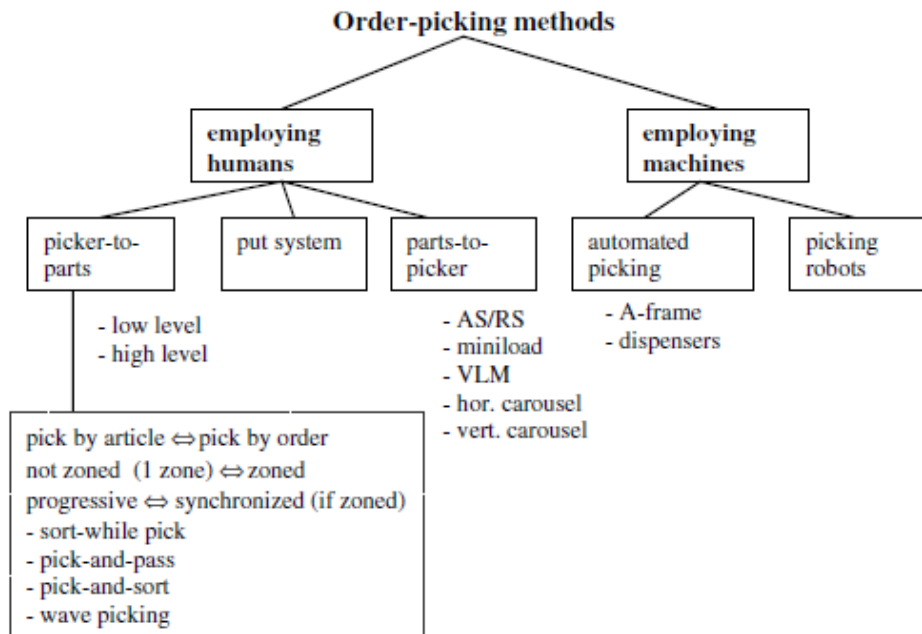
Figuur 4: Distributie van de tijd die nodig is om een order te picken (Tompkins et al., 2003)

Uit deze figuur kan afgeleid worden dat de totale order picktijd bestaat uit de setup tijd, picktijd, reistijd, zoektijd en andere (Tompkins et al., 2003). Voordat de order picker begint te picken, zal hij eerst een bestelling ontvangen en leren begrijpen. Dit is de setup tijd. Vervolgens reist de order picker naar de locatie van het te picken artikel. Indien de order picker deze locatie niet meteen vindt, resulteert dit in een zoektijd. Hierna vindt de effectieve picking plaats. De picktijd is de tijd die nodig is om het artikel uit de rek te halen en het in de pallet te leggen. Bovendien spendeert de order picker 5 procent van de totale order picktijd aan andere handelingen. Deze activiteiten bestaan onder andere uit het wegen van artikelen en het verpakken van de bestelling.

Scania Parts Logistics werkt met drie verschillende soorten orders die gepickt moeten worden, namelijk dagorders, stockorders en VOR. Bestellingen met de vermelding VOR (vehicle of road) zijn het meest dringend. In dit geval worden artikelen gepickt voor een klant waarvan een vrachtwagen langs de kant van de weg staat en dringend hersteld moet worden. Deze artikelen worden dus met spoed gepickt en nadien met de taxi tot bij de klant gebracht zodat de vrachtwagen zo snel

mogelijk terug op de baan is. De dagorders zijn ook dringende bestellingen waardoor deze prioriteit krijgen ten opzichte van de stockorders. De stockorders zijn namelijk bestellingen van de klant om hun voorraad aan te vullen.

Er bestaan verscheidene order pickmethodes (zie figuur 5).



Figuur 5: Order pickmethodes (De Koster, 2004)

Scania Parts logistics gebruikt het picker-to-parts systeem. Hierbij wandelt of rijdt de order picker door de gangen om de producten van de rekken te halen (De Koster et al., 2007). Meer bepaald, wordt low-level en high-level order picking toegepast. Low-level order picking betekent dat de order picker pikt met behulp van een lage order picker. De producten zijn opgeslagen in rekken lager dan twee meter (Caron et al., 2000). Dit is in tegenstelling tot het high-level order picksysteem waarbij de hoge order picker gebruikt wordt om producten gelegen in hoge rekken, te piken (De Koster et al., 2007). Er bestaan twee varianten van een picker-to-parts systeem, namelijk pick by article en pick by order (De Koster, 2004). Scania Parts Logistics maakt gebruik van beide varianten in haar magazijn om de producten te piken. Pick by article is het zogenaamde batch picking. Meerdere klantenorders worden tegelijk gepickt (De Koster, 2004). Scania Parts Logistics past hierbij het pick-and-sort system toe. Het sorteren van de klantenorders vindt namelijk plaats nadat het pickproces voltooid is. Deze methode heeft als gevolg dat de order pickers een hoge pickgraad hebben (veel gepickte producten per tijdseenheid), maar een manuele sorteerder nodig hebben na het piken (Parikh & Meller, 2008). Pick by order betekent dat elke order afzonderlijk gepickt wordt. Het voordeel van deze laatste methode is dat het gemakkelijk te implementeren is, maar het is arbeidsintensief en vooral toepasbaar voor distributiecentra met een lage of medium doorvoer (Parikh & Meller, 2008). In de vorige secties is het ook duidelijk naar voor gekomen dat het magazijn van Scania Parts Logistics opgedeeld is in verschillende zones. Elke zone heeft andere order pickers. Meer bepaald wordt synchronized (oftewel parallel) zoning

toegepast. De order pickers in alle zones kunnen namelijk tegelijkertijd aan één order van een klant werken. Later worden deze gedeeltelijke orders samen gebracht zodat de klant haar volledige bestelling krijgt. Bij progressive zoning worden de items van een order sequentieel zone per zone gepickt. Dus indien de order picker van de eerste zone klaar is, zal de order doorgegeven worden naar de volgende zone waar vervolgens ook de nodige items gepickt worden voor die order, enzovoorts. De order kan in dit geval pas verstuurd worden naar de klant indien het alle zones heeft doorlopen (De Koster et al., 2007). Het werken met zones levert voordelen op voor een bedrijf. Allereerst heeft de order picker een kleinere oppervlakte om te picken waardoor hij niet het hele magazijn hoeft te doorkruisen. Bovendien zijn er minder verkeersopstoppingen in het magazijn. Ten slotte is er de mogelijkheid dat de order pickers bekend geraken met de item locaties. Het nadeel van zoning is dat de klantenorders gesplit worden (De Koster et al., 2007).

De pickers in de 10-, 60- en 80-zones picken met behulp van voice picking. Dit komt overeen met 70% van de totale pickingen. In bijlage 1 wordt er een basisscenario van een voice picking in de 80-zone teruggevonden. Deze technologie maakt het mogelijk om order picking te voltooien via stemopdrachten (Azanha et al., 2016). Hierdoor is er geen papier meer nodig. Voice picking is geïntegreerd met het warehouse management systeem (WMS). De applicatie verkrijgt informatie van het WMS over de codes en locaties van de producten en geeft daarna instructies aan de order picker. Ook registreert voice picking de confirmatie van de order picker en zendt informatie terug naar het WMS (Azanha et al., 2016). Een eerste belangrijk voordeel van voice picking is dat het de productiviteit verhoogt. Bovendien dalen het aantal pickfouten en wordt de voorraad up to date gehouden (Azanha et al., 2016). Het nadeel van voice picking is dat sommige order pickers de koptelefoons als onaangenaam ervaren.

Momenteel werken de order pickers zowel met de houten als de nieuwe kartonnen palletten (zie hoofdstuk 3). Het voordeel van de houten palletten is dat ze hoger gemaakt kunnen worden via kragen. Hierdoor kan de verpakking gemakkelijk aangepast worden aan de grootte van de bestelling. De order picker kan bovendien geleidelijk aan de grootte van de verpakking aanpassen door kraag per kraag op de houten pallet te bevestigen zodat hij zich nooit diep hoeft te bukken. Indien de order picker een extra kraag nodig heeft, zal hij deze nemen van de houten palletten in de picklocaties. De goederen in de picklocaties zijn namelijk gestockeerd in dezelfde houten palletten. De order picker zal ervoor kiezen om een kraag mee te nemen van een picklocatie die bijna leeg is. Dit heeft als gevolg dat de order pickers gemakkelijker kunnen reiken naar de goederen in de picklocaties. Echter, door de introductie van de kartonnen palletten zullen de kragen in de toekomst op de houten palletten in de picklocaties blijven staan. De pickers hebben namelijk deze kragen niet meer nodig voor hun bestellingen mits de gepickte goederen in een kartonnen pallet terecht komen. Bijgevolg zal er een overvloed aan kragen zijn. Dit probleem wordt momenteel opgelost door de pickers zelf de overtollige kragen mee te laten nemen. De pickers moeten er dan voor zorgen dat de overtollige kraag in een box terecht komt. Dit heeft als gevolg dat de reistijd stijgt waardoor het langer duurt voordat een bestelling voor de klant klaar is. Op termijn zal er in het outbound proces (picking, packing en shipping) enkel nog met de kartonnen palletten gewerkt worden, terwijl de goederen in het order pickgedeelte van het magazijn

gestockeerd blijven in de houten palletten. Dit heeft als gevolg dat het aantal overtollige kragen zal toenemen en dus de totale order picktijd ook.

Nadat de order picker de bestelling van de klant heeft gepickt, zal hij de bijbehorende documenten van de order afdrukken. Er wordt een label op de pallet geklopt zodat de volgende medewerker in het proces kan achterhalen waar de order naartoe moet. Bovendien voegt de order picker ook een pakbon toe. Vervolgens wordt de pallet dicht gestraapt en klaar gezet voor de shipping in de afvoerzone.

Nadien gebeurt de shipping van de goederen. De shippers halen de gepickte palletten op in de afvoerzone en scannen het label op de palletten. Op basis van het routenummer worden deze palletten voorgesorteerd in de shippinghal. De effectieve shipping gebeurt volgens hetzelfde systeem als een luchthaven. Er is een vast tijdschema waarin bepaald wordt welke route wanneer vertrekt. Indien een bepaalde route aan de beurt is, zal de shipper de palletten klaar zetten om te laden. De lader zal vervolgens nagaan of de trailer volledig in orde is. Nadien worden de goederen ingeladen en gescand.

Indien de lading voltooid is, gaat de vrachtwagen terug naar het gatehouse waar hij zich ook heeft moeten aanmelden. Ten slotte zorgt het gatehouse voor alle documenten die er nodig zijn zoals douanedocumenten.

Hoofdstuk 3: Kenmerken van kartonnen palletten

In dit hoofdstuk worden de kartonnen palletten besproken. Echter, niet alle bronnen zijn van wetenschappelijke aard omdat er weinig bronnen beschikbaar zijn. Allereerst wordt in sectie 1 een samenvattende historiek gegeven over kartonnen palletten. Verder worden de structuur en de voor- en nadelen van deze alternatieve palletten besproken. De uitwerking van de tweede sectie zal gefocust zijn op golfkarton omdat de kartonnen palletten van Scania Parts Logistics uit golfkarton bestaan. In sectie 3 van dit hoofdstuk wordt er dieper ingegaan op de specificaties van de kartonnen palletten van het bedrijf.

Figuur 6 geeft een voorstelling van de kartonnen pallet die het bedrijf gebruikt. Zoals op de figuur te zien is, rust de kartonnen doos op een houten pallet. Dit hout is echter niet van hetzelfde materiaal als hun houten herbruikbare palletten. Het materiaal dat hier gebruikt wordt, is veel lichter in gewicht.



Figuur 6: Kartonnen pallet van Scania Parts Logistics

Scania Parts Logistics heeft deze kartonnen pallet in verschillende maten. De afmetingen van de verschillende formaten zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 3: Formaten kartonnen palletten Scania Parts Logistics

Referentie	Binnen afmetingen (mm)	Buiten afmetingen (mm)
711	1 160 x 760 x 185	1 180 x 780 x 225
712	1 160 x 760 x 340	1 180 x 780 x 380
713	1 160 x 760 x 540	1 180 x 780 x 580
714	1 160 x 760 x 750	1 180 x 780 x 790
721	765 x 565 x 205	785 x 585 x 245
722	765 x 565 x 355	785 x 585 x 395
723	765 x 565 x 555	785 x 585 x 595
668	/	1 200 x 800 x 150
669	/	800 x 600 x 150

De euroformaten zijn de 711, 712, 713 en 714 kartonnen palletten. De houten varianten van deze palletten zijn de europalletten (E11, E12, E13 en E14). De zogenaamde halve euroformaten

worden de 721, 722 en 723 kartonnen palletten genoemd. De houten varianten van deze palletten zijn respectievelijk de H21, H22 en H23 palletten. De referenties 668 en 669 verwijzen naar de lichte houten palletten waarop de kartonnen dozen rusten. De 711, 712, 713 en 714 kartonnen dozen worden vastgeniet op een 668 pallet en de 721, 722, 723 dozen op een 669 pallet.

3.1 Historiek

Het gebruik van kartonnen palletten is een nieuwe trend in de transportwereld die overgewaaid is uit Amerika. Tijdens Wereldoorlog II hebben de ontwikkeling van de vorklift en de logistieke noden geleid tot een verhoging van het gebruik van palletten (Leblanc, 2013). Kartonnen palletten werden al in 1940 als interessant beschouwd omwille van uitdagingen met betrekking tot houten en metalen palletten. De Amerikaan Norman Cahners was een van de eerste ontwerpers van kartonnen palletten en kreeg hier een patent voor in 1945 (Leblanc, 2013). Zijn hoofddoel bestond erin om de transportkosten te doen dalen door lichtere materialen te gebruiken (Leblanc, 2013). In deze periode hebben nog mensen verscheidene ontwerpen van kartonnen palletten geïntroduceerd. Er werd echter weinig aandacht besteed aan deze alternatieve palletten omdat de eerste kartonnen palletten van onacceptabele kwaliteit waren (Leblanc, 2013). Ze hadden een beperkte draagkracht en waren niet voldoende bestand tegen slechte weersomstandigheden (FPInnovations, 2009).

Kartonnen palletten zijn vandaag ongeveer 18 jaar in gebruik (FPInnovations, 2009). In 2009 hadden de alternatieve palletten een marktaandeel van één procent over heel de wereld. Er is wel een stijgende trend in het gebruik van kartonnen palletten (FPInnovations, 2009). De grootste stijging in het gebruik van deze alternatieve palletten is in Europa. De exacte cijfers zijn niet publiek toegankelijk, maar kunnen terug gevonden worden in de rapporten *Global pallet market 2016-2020* en *Pallet market in Europe 2016-2020* van het marktonderzoeksbureau Technavio. De stijging in het gebruik van kartonnen palletten is te wijten aan het feit dat deze palletten een grotere draagkracht hebben gekregen en meer vochtbestendig zijn dan voorheen. Een derde reden is dat deze palletten goedkoper in aankoop zijn. De aankoopprijs blijft de meest belangrijke factor voor een bedrijf bij het kiezen van de soort pallet (Michel, 2014).

De stijgende trend wordt bevestigd door één van de grootste meubelproducenten in de wereld, Ikea. In 2012 kondigde het bedrijf aan dat het haar houten palletten zou vervangen door kartonnen palletten. Dit had als gevolg dat vele andere bedrijven begonnen te kijken naar dit soort palletten (Leblanc, 2013). De eerste producent van kartonnen palletten in België, genaamd Palletkraft werd opgericht in 2014 (Van Eycken, 2014). Het bedrijf is ondertussen van naam veranderd. De nieuwe naam is SmartPallet. Het bedrijf is uniek in België want er is geen enkele producent die een kartonnen pallet kan produceren die puur uit karton bestaat en 800 kilogram kan dragen. SmartPallet levert aan klanten over heel Europa, maar het bedrijf richt zich vooral op België. Meer informatie over dit bedrijf is terug te vinden in hoofdstuk vier van deze masterproef.

Het besluit luidt dat het gebruik van kartonnen palletten niet alleen een Belgisch fenomeen is. Uit het interview, afgenomen bij SmartPallet (zie sectie 4.1) kwam naar voor dat dit in België zelfs kleinschalig is.

3.2 Structuur en voor- en nadelen van kartonnen palletten

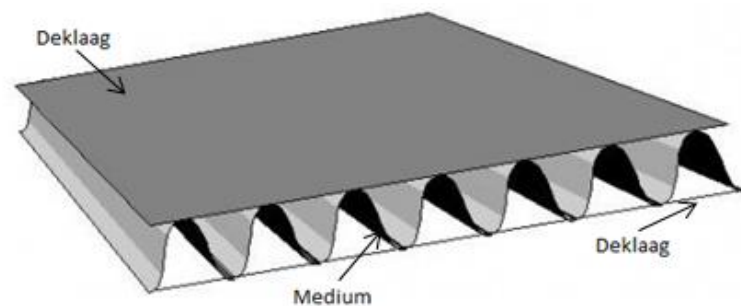
Er bestaan vier verschillende soorten karton; vouwkarton, massief karton, golfkarton en vormkarton. Tabel 4 geeft meer uitleg over deze soorten karton.

Tabel 4: Soorten karton (Jaspers et al., 2015 & IMFA, 2016)

	Dikte (mm)	Voorbeeld toepassing
Vouwkarton	0.2-0.7	Primaire voedselverpakking
Massief karton	0.8-2.4	Verzendenvelop
Vorm karton	2-10	Eierdoos
Golfkarton	0.9-15.7	Verpakkingsdoos

De verdere uitwerking van deze sectie zal gefocust zijn op golfkarton omdat de kartonnen palletten van Scania Parts Logistics uit golfkarton bestaan.

Golfkarton bestaat uit één of meerdere deklaag papier met één of meer gegolfde mediums (Jaspers et al., 2015).



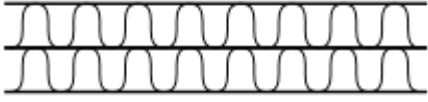
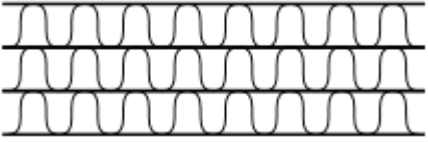


Figuur 7: Structuur van golfkarton

De deklaag bestaan meestal uit sterke papiersoorten zodat het karton over stootwerende eigenschappen beschikt en een bepaalde plooibaarheid. De golf (het medium) heeft als functie de afstand tussen de deklaag zo goed mogelijk te bewaren. Bovendien draagt de golf ook bij aan de stevigheid van het karton.

Er bestaan 4 types golfkarton (zie tabel 5). Eenzijdig beplakt golfkarton bestaat uit één blad gegolfd papier, gekleefd op één deklaag. Het dubbel beplakt golfkarton bestaat uit één blad gegolfd papier met daartussen twee deklaag gekleefd. Het derde type golfkarton, dubbel-dubbel beplakt golfkarton bestaat uit twee bladeren gegolfd papier met daartussen drie deklaag gekleefd. Het laatste type, drievoudig golfkarton, heeft drie bladeren golfkarton met daartussen vier deklaag gekleefd (Christ & Spielmann, 2012).

Tabel 5: Types golfkarton (Christ & Spielmann, 2012)

Type	Figuur
Enkel beplakt	
Dubbel beplakt	
Dubbel-dubbel beplakt	
Drievoudig	

Er kan ook een indeling gemaakt worden naargelang de golfhoogte. De golven kunnen voorkomen in 7 verschillende types. Verschillende golftypes leiden tot verschillende hoogtes van de gegolfde laag (Christ & Spielmann, 2012). De sterkte van het golfkarton is onder andere afhankelijk van de golfhoogte.

Tabel 6: De verschillende golftypes (Cornelissen, 2004)

Golftype	Golfhoogte (mm)	Aantal golven/m
A	4.8	110
B	2.4	150
C	3.6	130
E	1.2	290
F	0.5-0.8	430
K	6.6	98
N	0.5-0.8	550

Allerlei combinaties van golftypes zijn mogelijk. Zo werkt Scania Parts Logistics met kartonnen palletten van golftype AA. De dubbele A wijst op 2 golven. Het type golfkarton is dus dubbel-dubbel beplakt. De A-golf heeft de beste stapelsterkte van alle golftypes behalve K door de dikte van het karton (Jaspers et al., 2015).

Golfkarton is de meest gebruikte kartonsoort voor transportverpakkingen in Europa (CBA, 2016). Buiten een goede stapelsterkte hebben kartonnen palletten nog vele andere voordelen (Jaspers et al., 2015). Een tweede voordeel is dat deze alternatieve palletten een eenvoudig fabricageproces hebben. Bovendien zijn de grondstoffen herbruikbaar. Echter, bij Scania Parts Logistics worden de kartonnen palletten maar één keer gebruikt. De klanten van Scania Parts Logistics zullen waarschijnlijk deze alternatieve palletten recyclen, hoewel hier geen informatie over beschikbaar is. Golfkarton is daarenboven een ecologische verpakking. De CO₂-uitstoot bij de productie ligt vier

tot zes keer lager dan bij de productie van aluminium of plastic (CBA, 2016). Scania Parts Logistics heeft bovendien door middel van onderzoek geconcludeerd dat de CO₂-uitstoot bij de productie van karton 40 procent lager is dan bij de productie van metaal. Kartonnen palletten zijn ook gemakkelijk te snijden, vouwen, plakken en bedrukken. Het materiaal is buigzaam maar toch breekt het niet gemakkelijk. De alternatieve palletten zijn ook veel lichter waardoor de gebruiker bespaart op transportkosten. Minder gewicht betekent ook een lagere CO₂-uitstoot bij transport (JongVoka, 2014). Een laatste voordeel van de kartonnen palletten is dat het goedkoper in aankoop is dan de houten palletten. Tabel 7 geeft de prijzen van enkele houten palletten en de bijbehorende kragen weer. Maar omdat het materiaal in een returnflow zit, mag hier niet worden uitgegaan van 100 procent van de prijs. Scania Parts Logistics betaalt voor het gebruikte materiaal een kost, gerelateerd aan de regio waarnaar het uitgestuurd wordt. De kost is met andere woorden afhankelijk van hoe groot de kans is dat het bedrijf het materiaal terug krijgt. Voor een normale Europese klant is deze kost voor Scania Parts Logistics 30 procent van de prijs en voor een overzeese klant 100 procent.

Tabel 7: Prijzen houten palletten Scania Parts Logistics

Naam	H-pallet	E-pallet	H-kraag	E-kraag	H-lock	E-lock
Prijs (€)	5.28	8.98	5.71	7.12	2.9	5.35

De prijs voor een houten H-pallet met één kraag is bijgevolg € 13.89 (= 5.28+5.71+2.9), indien de goederen naar een overzeese klant gestuurd worden. Voor eenzelfde pallet die naar een Europese klant gaat, is de kost € 4.17 (= 0.3 * 13.89).

De prijzen voor de kartonnen palletten van Scania Parts Logistics kunnen terug gevonden worden in tabel 8.

Tabel 8: Prijzen kartonnen palletten van Scania Parts Logistics

Naam	711	712	713	714	721	722	723
Prijs (€)	11.13	12.02	14.01	15.16	6.41	6.97	7.56

Uit de vergelijking van de laatste twee tabellen kan geconcludeerd worden dat de aankoopprijs van een kartonnen pallet lager is dan deze van een houten pallet.

Alle bovenstaande voordelen maken verpakkingen uit golfkarton rendabel. Toch zijn er ook nadelen verbonden aan het gebruik van deze alternatieve palletten, zoals de brandbaarheid en het minder bestand zijn tegen vocht (Jaspers et al., 2015).

3.3 Specificaties kartonnen pallet van Scania Parts Logistics

De belangrijkste functie van verpakkingsmateriaal is de bescherming van de producten. Daarenboven is de stapelsterkte een belangrijk aspect (Jaspers et al., 2015). Om de beschermende waarde van het materiaal te testen, wordt golfkarton onderworpen aan standaardtesten. Deze

testen moeten voldoen aan de normen opgesteld door FEFCO¹, ISO² en/of DIN³. Een aantal testen die op golfkarton kunnen uitgevoerd worden, zullen hier verder besproken worden. Scania Parts Logistics baseert zich voornamelijk op de BCT (Box Compression Test) en de ECT (Edge Crush Test). De resultaten van deze twee testen voor de kartonnen palletten van Scania Parts Logistics zullen worden vermeld. Het uitvoeren van deze testen behoort niet tot deze masterproef. Dit heeft de producent van de kartonnen palletten van Scania Parts Logistics (DS Smith) gedaan. De BCT test en de ECT zijn gedaan volgens respectievelijk de normen ISO 12048 en ISO 3037. Bovendien zijn deze testen uitgevoerd onder standaardcondities: 23°C en 50% relatieve vochtigheid. Dit is conform de norm ISO 187.

De kartonnen palletten van Scania Parts Logistics zijn niet gemaakt uit gewone Kraft Liners, maar uit Wet Strength Kraft Liners. Dit heeft als gevolg dat het golfkarton zich goed kan verzetten tegen een scheurkracht in een vochtige of natte omgeving. De vochtabsorptie van een kartonnen pallet is dus minder wanneer de pallet gemaakt is van Wet Strength Kraft Liners.

De BCT geeft een indicatie over de stapelsterkte van de kartonnen palletten. Het meet de maximum lading die een kartonnen pallet kan dragen voordat de pallet inzakt. De BCT waarde is dus een kracht in Newton die omgerekend kan worden naar kilogram. Dit wordt verwezenlijkt door de kracht te delen door 9.81. De resultaten van de BCT test die uitgevoerd werd op de euroformaten, zijn terug te vinden in tabel 9. De target BCT waarde die vooropgesteld werd, is 2 520 kg.

Tabel 9: Resultaten BCT test euroformaten (2014)

Pallet	Gemiddelde BCT waarde (N)	Gemiddelde BCT waarde (kg)
714	26 779	$= \frac{26779}{9,81} \approx 2\ 730$
713	30 882	$= \frac{30882}{9,81} \approx 3\ 148$
712	30 790	$= \frac{30790}{9,81} \approx 3\ 139$
711	37 715	$= \frac{37715}{9,81} \approx 3\ 845$

Er kan geconcludeerd worden uit tabel 9 dat de gemiddelde BCT waardes van de kartonnen palletten goed zijn. Alle waardes zijn namelijk groter dan de target BCT waarde die vooropgesteld werd.

In 2016 werd eveneens een BCT test uitgevoerd op de halve euroformaten (zie tabel 10). De afmetingen van de kartonnen palletten zijn vandaag anders dan deze gebruikt in de test.

¹ European Federation of Corrugated Board Manufacturers

² International Organisation for Standardization

³ Deutsches Institut für Normung

Tabel 10: Resultaten BCT test halve euroformaten (2016)

Pallet	Gemiddelde BCT waarde (N)	Gemiddelde BCT waarde (kg)
760x560x225 (~721)	23 358	2 381
760x560x380 (~722)	22 023	2 245
760x560x580 (~723)	21 356	2 177

Ook voldoen de BCT waardes van deze kartonnen palletten aan de vereisten. De target BCT waarde is namelijk 2 100 kg.

Scania Parts Logistics heeft een veiligheidsmarge ingebouwd voor al haar kartonnen palletten omdat in bepaalde gevallen het karton nat kan worden tijdens transport waardoor het stevigheid verliest. Het gaat om een veiligheidsfactor van 6. De reden hiervoor is dus veiligheid. De goederen worden wereldwijd uitgestuurd waardoor er rekening gehouden moet worden met de extreemste omstandigheden.

De ECT (edge crush test) speelt een belangrijke rol in het bepalen van de kwaliteit van een golfkartonnen pallet. De ECT van een karton is de kracht nodig om een stuk karton op een kant geplaatst, te doen knikken wanneer het geplaatst is tussen twee drukvlakken (Twede & Selke, 2005). De resultaten worden weergegeven in kilonewton per m (kN/m). Hoe groter de waarde van de ECT, hoe beter. Het golfkarton van Scania Parts Logistics heeft een gemiddelde ECT waarde van ongeveer 24.5 kN/m. Dit is nodig om het gevraagde gewicht te dragen.

Hoofdstuk 4: De impact van de implementatie van kartonnen palletten op andere bedrijven

Het gebruik van kartonnen palletten is een geheel nieuwe trend in de transportwereld. Dit heeft als gevolg dat er weinig literatuur beschikbaar is. De ervaringen van enkele bedrijven kunnen wel bijdragen tot deze masterproef. Om deze reden zijn er interviews afgenomen bij twee bedrijven, SmartPallet en Ikea. De vragenlijsten voor beide bedrijven zijn opgenomen in bijlagen 2 en 3. Het hoofddoel van deze interviews is om meer inzicht te krijgen in de effecten die de introductie van kartonnen palletten hebben gehad op magazijnen van andere bedrijven. In hoofdstuk vijf wordt overgegaan tot de invloeden op het magazijn van Scania Parts Logistics.

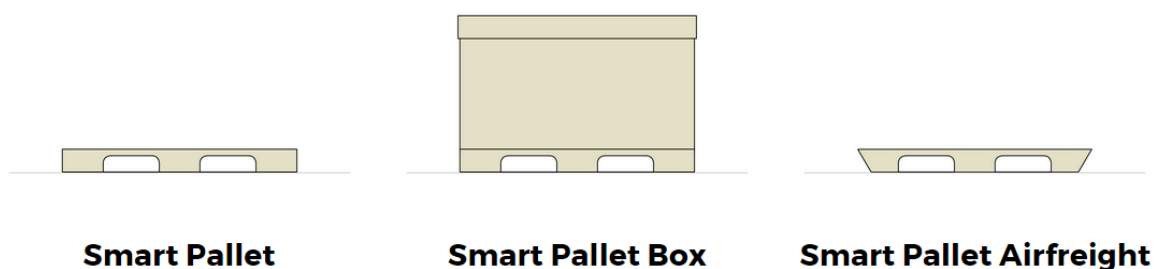
Het vervolg van hoofdstuk vier ziet er als volgt uit. In de eerste sectie wordt het bedrijf SmartPallet kort voorgesteld. Nadien wordt een samenvatting van het interview gegeven met de bijbehorende conclusies. In de tweede sectie wordt dezelfde structuur aangehouden voor het tweede interview, afgenomen bij Ikea. In het laatste deel van dit hoofdstuk wordt er een samenvatting geformuleerd van de effecten die de implementatie van kartonnen palletten kan hebben op het magazijn van een bedrijf, op basis van de twee interviews.

4.1 Interview SmartPallet

4.1.1 SmartPallet

De geïnterviewde bij SmartPallet was Anja Roeykens. Haar functie is salesmanager.

In maart 2014 werd SmartPallet opgericht door Wiet Vande Velde. SmartPallet is een producent van kartonnen palletten. Onderstaande afbeelding geeft hun assortiment kartonnen palletten weer. Deze alternatieve palletten bestaan 100 procent uit golfkarton. Het bedrijf is gevestigd te Mechelen, België. Het doel van SmartPallet is om kartonnen palletten te produceren die voldoende draagkracht hebben en herbruikbaar zijn. Vandaag kunnen de alternatieve palletten 800 kilogram dragen, maar dit zal nog verder evolueren in de toekomst.



Figuur 8: Kartonnen palletten van SmartPallet

De visie van het bedrijf is het beschermen van de mensen, de planeet en de producten door innovatieve en ecologische palletten aan te bieden. De missie hierbij is het voorzien van goede transportoplossingen. SmartPallet maakt gebruik van eigen machines om de klanten te voorzien van kartonnen palletten. Hierdoor kunnen ze voor elke klant een gepaste oplossing bieden. Het bedrijf is actief in Europa, maar richt zich vooral op België. SmartPallet heeft klanten in

verschillende industrieën zoals luchtvracht, voedsel en pharma. Enkele voorbeelden van klanten zijn H.Essers, Godiva en CityDepot.

4.1.2 Conclusies

Het gebruik van kartonnen palletten is niet enkel een Belgisch fenomeen. In China, Azië en Scandinavië werken ze al meer met kartonnen palletten. In België is dit nog kleinschalig. Er is wel een evolutie in het gebruik ervan. Klanten zoeken steeds meer naar alternatieven omdat hout een grote kost is. Vooral in bepaalde sectoren zoals luchtvracht zal het gebruik van kartonnen palletten stijgen. In deze sector wordt er namelijk per kilo betaald. Een kartonnen pallet weegt net geen vijf kilogram, een houten pallet weegt gemakkelijk meer dan twintig kilogram. De kartonnen pallet levert dus een groot voordeel op bij luchtvracht. Bovendien moeten de houten palletten voor export gefumigeerd worden. Dit betekent dat al het ongedierte moet worden uitgeroeid. Dit is niet meer nodig bij kartonnen palletten. Deze alternatieve palletten zijn dus voor bepaalde sectoren zeer interessant.

Voordat de overstap naar kartonnen palletten gemaakt werd, gebruikten de klanten vooral houten palletten. De voornaamste reden voor de overstap is de aankoopprijs van de pallet, ondanks dat er andere voordelen zijn. Het ecologisch aspect spreekt hun aan, maar dit is vaak niet doorslaggevend. De overstap wordt meestal gedaan wanneer er een nieuw product gelanceerd wordt of wanneer het management een andere mindset krijgt. In dat geval worden de houten palletten geleidelijk aan vervangen door de kartonnen palletten. De klant zal niet van vandaag op morgen ineens heel haar logistieke departement omgooien. De klanten verwachten voor de overstap dat de kartonnen palletten in aankoop veel goedkoper zijn dan de houten palletten. Bovendien denken ze dat een kartonnen pallet niet veel gewicht kan dragen. Daarenboven beseft men ook dat de levensduur van een kartonnen pallet aanzienlijk lager is dan deze van een houten pallet.

Na de overstap zien de klanten de werkelijke voor- en nadelen van de kartonnen palletten. Een voordeel, specifiek gericht naar SmartPallet is dat zij aanpasbare palletten kunnen leveren waardoor de vulgraad van de vrachtwagen stijgt. Dit wordt gedaan door de palletten lager, groter of smaller te maken, naargelang de wensen van de klant. Het nadeel hierbij is dat hoe meer de klanten afwijken van de standaardmaten en standaard kwaliteit, hoe duurder de kartonnen palletten worden. Een tweede voordeel is dat de kartonnen palletten goedkoper zijn in aankoop. De aankoopprijs van een SmartPallet begint vanaf vier euro. Een standaard houten pallet kost gemiddeld tussen negen en elf euro. Een volgend voordeel is dat de alternatieve palletten export klaar zijn doordat ze niet gefumigeerd moeten worden. De kartonnen palletten zijn meer hygiënisch dan de houten palletten doordat ze stofdicht en vrij zijn van bacteriën, nagels en splinters. De kartonnen palletten zijn ook veiliger om mee om te gaan doordat er geen nagels of splinters aanwezig zijn. Daarenboven zijn de alternatieve palletten veel lichter waardoor er op transportkosten wordt bespaard. Dit betekent ook minder CO₂-uitstoot. Bovendien zijn ze 100 procent recycleerbaar. Het is ook gemakkelijker voor de werknemer om ermee te werken omdat de pallet veel lichter is dan de houten pallet. De kartonnen palletten zijn bovendien schokbestendig en waterafstotend. Er zijn ook enkele nadelen verbonden aan kartonnen palletten. Ten eerste moet

er met deze palletten veel voorzichtiger mee omgegaan worden omdat ze sneller kapot kunnen gaan. Ook is de levensduur van een kartonnen pallet een nadeel ten opzichte van de levensduur van een houten pallet. Bovendien is de kartonnen pallet niet waterbestendig. Dit heeft als gevolg dat ze niet buiten gestockeerd kunnen worden. Voor veel bedrijven is dit een nadeel omdat houten palletten vaak wel buiten opgeslagen worden.

De implementatie van de kartonnen palletten heeft enkele invloeden op het magazijn van de klant. Enerzijds is de handling van de palletten veel moeilijker en moeten ze binnen gestockeerd worden. Anderzijds kunnen er processen wegvallen door gebruik te maken van de SmartPallet boxen. Vroeger moest de klant apart een pallet en een doos kopen waarna ze deze in elkaar moesten zetten en vastmaken. Met de pallet box koopt de klant de volledige pallet en doos aan elkaar zodat er geen handelingen meer nodig zijn. Verder werden er geen invloeden op het magazijn aangehaald.

De conclusie luidt dat de voordelen opwegen tegen de nadelen. Vooral het ecologische voordeel is een grote troef van de kartonnen pallet. Alle klanten zijn tot nu toe tevreden met de overstap van hout naar karton.

4.2 Interview Ikea

4.2.1 Ikea

De contactpersoon van Ikea en tevens de geïnterviewde was Sven Arijs. Zijn functie is de country in-store logistics manager. Het interview is afgenomen in de kantoren te Zaventem van Ikea Belgium.

Ikea ontwerpt en verkoopt meubelen en woonartikelen aan lage prijzen die de koper meestal zelf in elkaar moet zetten. Het bedrijf is in 1943 opgericht door Ingvar Kamprad en is van Zweedse oorsprong. Het hoofdkwartier is gelegen in Nederland. De visie van Ikea is een beter dagelijks leven creëren voor zo veel mogelijk mensen. De missie is het aanbieden van een zo breed mogelijk assortiment woonartikelen tegen zeer lage prijzen opdat zo veel mogelijk mensen in staat zijn deze artikelen te kopen. Het financiële hoofdprincipe van Ikea is groeien op basis van eigen middelen. Het bedrijf herinvesteert dus een groot deel van de winst in nieuwe woonwarenhuizen, productontwikkeling, duurzame oplossingen en het voortdurend verlagen van de prijzen voor de klanten.



Figuur 9: Kartonnen pallet van Ikea

Figuur 9 geeft de kartonnen pallet van Ikea weer. Op de rechtse afbeelding van de figuur zijn de voetjes van de kartonnen Ikea pallet te zien. Deze voetjes zijn lager gemaakt dan deze van de

houten pallet. De kartonnen pallet bestaat 100 procent uit golfkarton. Momenteel kan deze pallet van 2.5 kilogram ongeveer 600 kilogram dragen.

Voordat de overstap naar kartonnen palletten werd gemaakt, gebruikte Ikea houten palletten. Vandaag is de verhouding tussen het gebruik van hout en karton ongeveer 20/80 procent. Op termijn wilt Ikea naar nul procent houten palletten gaan. Het gebruik van de kartonnen palletten zal dus verder evolueren in het bedrijf. De kartonnen palletten worden vandaag enkel one way gebruikt en dat zal in de toekomst ook zo blijven. Dit betekent dat ze na gebruik niet meer teruggestuurd worden naar het distributiecentrum om van daaruit terug te hergebruiken. Dit wordt bij de houten palletten wel gedaan.

4.2.2 Conclusies

Zoals eerder vermeld, gebruikte Ikea vroeger houten palletten. De verandering van hout naar karton is opgedragen door Ikea Global. De keuze voor karton is gemaakt omdat dit materiaal volledig gerecycleerd kan worden. Bovendien worden deze palletten enkel one way gebruikt. Op die manier worden er veel transporten uitgespaard. Daarenboven ligt het recyclagebedrijf vaak dichterbij dan het distributiecentrum. Deze alternatieve pallet zal Ikea ook helpen om hun duurzaamheidsdoelen te behalen. Tegen 2020 wilt het bedrijf op globaal niveau energieneutraal worden. Dit project heeft er ook voor gezorgd dat Ikea nog meer aantrekkelijke prijzen kan aanbieden aan haar klanten. De transactie van houten naar kartonnen palletten verliep over het algemeen goed, maar zwaar. De reden voor het laatste is dat de hoogte van de voetjes van de kartonnen pallet is aangepast. De voetjes van de alternatieve pallet zijn minder hoog dan deze van de houten pallet om op die manier de draagkracht te verhogen. Dit had echter als gevolg dat alle vorken van de huidige heftrucks te dik waren. Hierdoor moesten de werknemers terug bepaalde handelingen manueel doen. Ikea heeft dit ondertussen opgelost door nieuwe heftrucks aan te schaffen. Deze zijn speciaal voor het bedrijf ontworpen omdat de heftrucks die zij nodig hadden nog niet op de markt waren. Het gevolg hiervan is dat de transactie veel meer geld gekost heeft dan voorzien. Ze hadden namelijk niet verwacht dat er ander materieel nodig ging zijn.

Ikea verwachtte voor de transactie dat de vulgraad van de vrachtwagen omhoog ging gaan doordat de voetjes van de kartonnen palletten lager zijn en doordat het bedrijf veel verschillende maten van kartonnen palletten in omloop heeft. Bovendien verwachtten ze dat er minder retourvrachten van lege palletten gingen zijn. Dit zou betekenen dat er minder transportkosten en CO₂-uitstoot zou zijn. Deze bovenstaande verwachtingen zijn effectief ingelost. Ikea verwachtte geen nadelen aan het project, buiten de grote investering die er nodig was. Dat kartonnen palletten niet tegen water kunnen, werd niet als een nadeel beschouwd. Indien er water aan eender welke pallet komt (hout of karton), wordt het verpakte product op de pallet niet meer verkocht omdat de Ikea producten vaak uit hout bestaan. Bovendien slaat Ikea geen voorraden van kartonnen palletten op waardoor ze ook geen opslagruimte in het magazijn verliezen. De aankoopprijs van een kartonnen pallet werd noch als een voordeel noch als een nadeel beschouwd. De prijs is namelijk vergelijkbaar met deze van hout. Het verschil is dat de houten palletten meerdere keren gebruikt kunnen worden. Bovendien kan een deel van de aankoopkosten terug verdiend worden door de

kartonnen palletten na gebruik te verkopen aan recyclagebedrijven. Het is dus moeilijk om beide prijzen te vergelijken.

De introductie van de kartonnen palletten heeft veel impact gehad op het bedrijf. Ten eerste waren er nieuwe complexere heftrucks nodig om de kartonnen palletten op een veilige manier te kunnen verplaatsen en liften. Deze waren enerzijds nodig omdat de voetjes van de kartonnen palletten lager zijn dan deze van de houten palletten en anderzijds omdat Ikea veel verschillende maten van kartonnen palletten in omloop heeft. De vorken van de heftrucks moeten hierdoor meer flexibel zijn zodat alle kartonnen palletten op een stabiele manier verplaatst kunnen worden. Zo kunnen de nieuwe heftrucks de vorken tegen elkaar zetten om smalle palletten veilig mee te nemen. Een tweede invloed van de introductie van de kartonnen palletten is het feit dat het laden en lossen van de vrachtwagen complexer is geworden. Dit is eveneens een gevolg van het gebruiken van verschillende maten kartonnen palletten. De werknemers die verantwoordelijk zijn voor het laden moeten meer training krijgen om te weten waar er rekening mee gehouden moet worden. Bovendien is er meer tijd nodig om een vrachtwagen te lossen. Hiertegenover staat dat er minder transporten gelost moeten worden door een hogere vulgraad. Een derde invloed is er bij de opslag van de goederen in de palletrekken. Door met smallere maten palletten te werken, moest vroeger de kartonnen pallet op een houten pallet gezet worden om het in de rekken te kunnen opslaan. De reden hiervoor is de grote instabiliteit tijdens het liften wanneer de vorken dicht bij elkaar staan. Vandaag is er een nieuwe ontwikkeling waarbij een klem op het product geplaatst wordt, zodanig dat de houten pallet niet meer nodig is voor voldoende stabiliteit. Een vierde invloed van de implementatie van de kartonnen palletten is terug te vinden in de palletrekken waar de producten opgeslagen worden. Ikea heeft metalen profielen in haar palletrekken geplaatst zodat de kartonnen pallet volledig ondersteund wordt tijdens de opslag. Vroeger werd een houten pallet door drie punten ondersteund met behulp van metalen liggers. Ikea vreesde dat deze ondersteuning niet voldoende was voor de kartonnen palletten. De metalen profielen hebben als gevolg dat het bedrijf in de lucht gelimiteerd is in de stapeling van de palletten. Een laatste impact van de implementatie van de kartonnen palletten is op de handling van de kartonnen palletten. De werknemers moeten namelijk voorzichtiger zijn in de handling van de alternatieve palletten omdat deze gemakkelijker stuk gaan dan de houten versie. Het nadeel hierbij is dat de handling langer duurt omdat het nauwkeuriger en voorzichtiger moet gebeuren. Maar langs de andere kant zal er minder productschade optreden omdat de werknemers voorzichtiger omgaan met de palletten.

Er kan geconcludeerd worden dat Ikea de juiste beslissing heeft genomen om over te stappen naar kartonnen palletten door tal van voordelen. Ikea was wel niet voldoende voorbereid voor de transactie. Een betere planning zou de implementatie vlotter hebben doen verlopen.

Een belangrijke opmerking werd nog gegeven tijdens het interview. Indien een bedrijf kartonnen palletten wilt introduceren is het belangrijk om vooraf te bepalen wat een pallet allemaal moet kunnen. Dus welke handelingen met de palletten zullen uitgevoerd worden en hoeveel handelingen. Ook is het nuttig om op voorhand te achterhalen hoeveel gewicht de kartonnen pallet moet kunnen dragen. Op die manier kunnen er bepaalde normen van kwaliteit opgesteld worden.

4.3 Besluit

De belangrijkste invloeden van de implementatie van de kartonnen palletten op het magazijn van een bedrijf worden hier samengevat. Allereerst moet de handling van de kartonnen palletten voorzigtiger gebeuren omdat deze palletten gemakkelijker kapot kunnen gaan dan de houten palletten. Dit heeft als gevolg dat de handling langer duurt, maar er minder productschade kan optreden. Een tweede invloed is dat er processen kunnen wegvallen doordat er klaargemaakte boxen kunnen gebruikt worden. Dit betekent dat er niet meer handmatig een pallet en een doos aan elkaar vastgemaakt moeten worden. Een derde invloed is een daling in de beschikbare opslagruimte doordat de kartonnen palletten binnen gestockeerd moeten worden. Ook kan het zijn dat de palletrekken waarin de producten gestockeerd worden, aangepast moeten worden. Dit is het geval wanneer de huidige palletrekken niet voldoende ondersteuning bieden aan de kartonnen palletten. Een laatste gevolg van de implementatie van de kartonnen palletten is dat het handling equipment soms aangepast moet worden. Dit moet gebeuren wanneer de kartonnen palletten geen standaardmaat hebben. In dat geval kunnen de huidige heftrucks de palletten niet altijd op een stabiele manier verplaatsen en liften.

Hoofdstuk 5: De impact van de implementatie van kartonnen palletten op het magazijn van Scania Parts Logistics

Het vorige hoofdstuk beschreef de effecten van de implementatie van kartonnen palletten op het magazijn van andere bedrijven. In dit hoofdstuk zullen de invloeden hiervan op het magazijn van Scania Parts Logistics besproken worden. Vertrekkend vanuit enkele metingen die gedaan werden, zullen mogelijke invloeden achterhaald worden. Ook zullen er uit eigen ervaring conclusies worden getrokken. Ik heb namelijk drie weken als order picker gewerkt in het magazijn van Scania Parts Logistics om mij te verdiepen in deze problematiek.

In sectie 5.1 worden de invloeden van de implementatie van de kartonnen palletten behandeld die kwantificeerbaar zijn. Hierin wordt een onderscheid gemaakt tussen effecten op het pickproces en andere effecten op het magazijn. Deze analyses zijn statistisch onderbouwd. In sectie 2 van dit hoofdstuk worden alle andere mogelijke implicaties op het magazijn besproken waarover geen concrete data beschikbaar is. Deze analyses zijn dus niet statistisch onderbouwd. In de laatste sectie van dit hoofdstuk zal worden nagegaan welke implicaties veranderen nadat de nieuwe structuur van het magazijn van Scania Parts Logistics in werking treedt.

5.1 Kwantificeerbare invloeden

5.1.1 De invloeden van de invoering van de kartonnen palletten op het pickproces

In deze sectie zullen alle effecten van de invoering van de kartonnen palletten op het pickproces onderzocht worden. De volgende structuur wordt aangehouden. Allereerst wordt kort de mogelijke invloed voorgesteld. Nadien wordt de hypothese opgesteld, die daarna door middel van statistische testen onderzocht wordt.

De statistische testen (F-test en t-test) zijn uitgevoerd met behulp van de gegevensanalyse van Excel. Ook was Excel een hulpmiddel in de beschrijvende statistiek (gemiddelde, mediaan, variantie, minimum, maximum...) van de steekproeven.

a) Invloed op de picktijd

Een eerste mogelijke invloed van de implementatie van de kartonnen palletten is terug te vinden op de picktijd. De picktijd is de tijd die nodig is om het artikel uit de rek te halen en het in de pallet te leggen. De picktijd bedraagt 15 procent van de totale order picktijd (Tompkins et al., 2003). De totale order picktijd bestaat uit de setup tijd, picktijd, zoektijd, reistijd en andere (zoals het wegen van artikelen). Omdat de picktijd 15 procent van de totale order picktijd bedraagt, kan de effectieve picking ervoor zorgen dat de totale order picktijd stijgt of daalt. Ergonomie kan hierbij een rol spelen. Indien de producten gestockeerd zijn in makkelijk bereikbare posities, zal de tijd die nodig is om de producten op te halen kleiner zijn dan wanneer de producten moeilijk te bereiken zijn (Battini et al., 2016). De order pickers hebben aangegeven dat ze meer moeten reiken naar de artikelen door de aanwezigheid van de overtollige kragen. Bovendien moeten zij ook dieper bukken om de gepickte artikelen in de kartonnen pallet te leggen. Voorheen konden de order pickers de

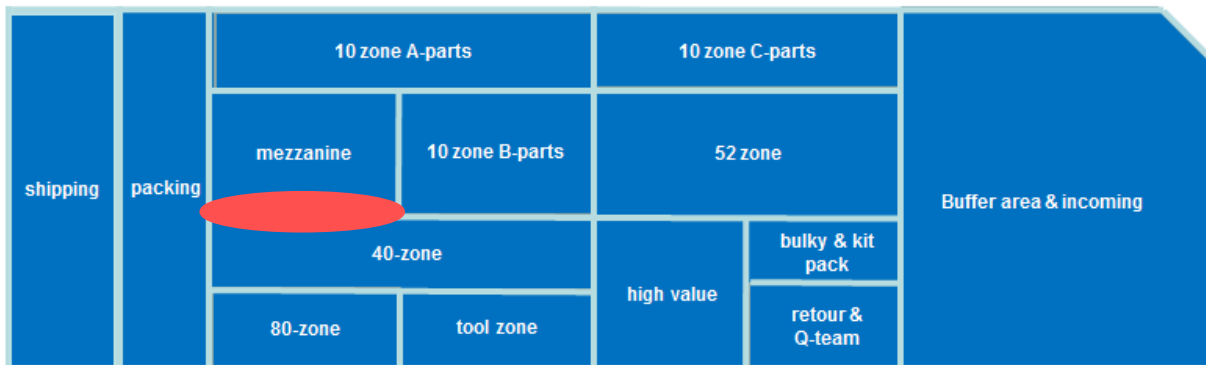
kragen opbouwen, waardoor er nooit diep gebukt moest worden. Omwille van de twee bovenstaande redenen kan de picktijd dus stijgen indien er met een kartonnen pallet gepickt wordt. De hypothese luidt daarom: de gemiddelde picktijd bij het picken met een kartonnen pallet is groter dan de gemiddelde picktijd bij het picken met een houten pallet. Dit is een eenzijdige hypothesetest. De tweezijdige hypothesetest wordt eveneens bekeken om te achterhalen of er wel degelijk een verschil in de gemiddelde picktijden is. De hypothese van deze test is dat de gemiddelde picktijd bij het picken met een kartonnen pallet verschilt van de gemiddelde picktijd bij het picken met een houten pallet.

Deze eerste mogelijke invloed is onderzocht in de 80-zone door metingen te doen van de picktijd van één order picker. Het picken met een houten en kartonnen pallet werd apart geregistreerd. 136 observaties werden gedaan van het picken met een kartonnen pallet. De gemiddelde picktijd van deze steekproef is 24.4 seconden. Het picken met een houten pallet werd 109 keer geregistreerd. De picktijd van deze laatste steekproef heeft een gemiddelde van 23.5 seconden. In bijlagen 4.1 en 4.2 zijn meer informatie terug te vinden over beide steekproeven. Om de eerste hypothese te testen wordt gebruik gemaakt van de t-test: toetsen van gemiddelden wanneer de varianties van beide steekproeven niet gekend zijn. Er kan hierbij gebruik gemaakt worden van twee formules. De ene gaat ervan uit dat de varianties in beide steekproeven gelijk zijn, de andere gaat ervan uit dat de varianties niet gelijk zijn. Via de F-test kan er nagegaan worden of beide varianties aan elkaar gelijk zijn. De nulhypothese zegt dat beide varianties aan elkaar gelijk zijn. De alternatieve hypothese is bijgevolg dat de varianties niet gelijk zijn. Voordat een test kan uitgevoerd worden, moet er rekening gehouden worden met de assumpties (Creemers & Hens, 2013). De F-test en de t-test hebben beide dezelfde assumpties. De eerste assumptie is dat de steekproeven onafhankelijk zijn van elkaar. Er wordt aangenomen dat aan deze assumptie voldaan is omdat de steekproeven willekeurig zijn afgenomen. De tweede assumptie is normaliteit van de data. Deze wordt onderzocht door gebruik te maken van de Chi Square test. Dit is een goodness of fit test die als nulhypothese heeft dat de verdeling een goede fit is (Anderson et al., 2017). De alternatieve hypothese is bijgevolg dat de verdeling geen goede fit is. De assumptie van normaliteit moet bij beide data apart nagegaan worden. De p-waardes van de beide testen zijn kleiner dan 0.005 (zie bijlage 4.3). Dit betekent dat de nulhypothese niet aanvaard kan worden. De normale verdeling is bijgevolg geen goede fit voor beide steekproeven. Dit probleem kan opgelost worden door een Box Cox transformatie uit te voeren op de data. Deze transformatie zorgt voor genormaliseerde data waardoor de hypothesetesten wel gebruikt kunnen worden. Via het statistische programma SPSS is de Box Cox transformatie gedaan. Na de transformatie van de data is de F-test uitgevoerd. Deze is terug te vinden in bijlage 4.4. De F-waarde is kleiner dan de kritische waarde waardoor de nulhypothese van gelijke varianties wordt aanvaard. Bijgevolg nemen we aan dat de varianties van beide steekproeven gelijk zijn. Om te onderzoeken of de gemiddelde picktijden verschillen van elkaar zal dus gebruik gemaakt worden van de eenzijdige en tweezijdige t-test: twee steekproeven met gelijke varianties. De t-test is terug te vinden in bijlage 4.5. De nulhypothese van de eenzijdige test houdt in dat μ_{hout} kleiner dan of gelijk aan μ_{karton} is. De alternatieve hypothese is bijgevolg dat μ_{hout} groter is dan μ_{karton} . De p-waarde van de eenzijdige test is gelijk aan 0.27. Deze waarde is groter dan 0.05 waardoor de nulhypothese niet

kan worden verworpen. Bijgevolg zou dit betekenen dat μ_{hout} kleiner dan of gelijk aan μ_{karton} is. Echter, de tweezijdige hypothesesettest is hier ook van belang omdat deze kan achterhalen of er een significant verschil is tussen de gemiddelde picktijden. De nulhypothese van de tweezijdige test houdt in dat μ_{hout} gelijk is aan μ_{karton} . De alternatieve hypothese is bijgevolg dat μ_{hout} verschilt van μ_{karton} . De p-waarde van de tweezijdige toets is 0.54 (> 0.05). Dit betekent dat de nulhypothese niet kan worden verworpen. Tegen de verwachtingen in verschilt de gemiddelde picktijd bij het picken met een houten pallet niet significant van de gemiddelde picktijd bij het picken met een kartonnen pallet. Bijgevolg kan er geconcludeerd worden dat de kartonnen palletten geen invloed hebben op de picktijd. Deze conclusie moet echter genuanceerd worden omdat de metingen zijn gedaan bij slechts één order picker.

b) Invloed op het halen van een pallet

Een tweede mogelijke invloed van de invoering van de kartonnen palletten is op de tijd die nodig is om een pallet te halen. Deze kan stijgen door de ligging van het palleteland in het magazijn (zie rode ovaal figuur 10). In het palleteland worden de kartonnen palletten klaar gemaakt en gestockeerd voor de order pickers. De magazijnier plooit op deze plaats de kartonnen doos open en niet ze vast aan de houten pallet zodat de order picker de kartonnen pallet snel kan ophalen. Bovendien worden in het palleteland ook de houten E-palletten opgeslagen.



Figuur 10: Palleteland (rood)

De order pickers moeten dus hun kartonnen en houten E-pallet in dit palleteland komen halen. Hierdoor wordt er door veel order pickers een omweg gemaakt. Bovendien is de doorgang van dit palleteland smal en geldt er een éénrichtingsverkeer. Bijgevolg moeten de order pickers op elkaar wachten omdat elke order picker zelf de kartonnen pallet naar zijn lage order picker moet slepen. Er wordt dus een wachtrij gevormd. Daarentegen kan het halen van een houten H-pallet ook lang duren. In sommige houten palletten liggen plastieke spacers en andere rommel die eruit gehaald moeten worden. Bovendien staat er niet altijd een houten H-pallet klaar om te picken. In dat geval moeten de order pickers zelf de houten palletten in elkaar zetten. Dit betekent dat er een zware houten pallet op de lage order picker geheven moet worden. Daarna moeten het juiste aantal kragen op de houten pallet bevestigd worden. In rustige periodes staan vaak de houten H-palletten klaar om af te halen zodat de order pickers deze niet zelf in elkaar moeten zetten. De order pickers moeten wel steeds een gewone spacer in de H-pallet leggen om de producten te beschermen. Deze spacer heeft het formaat van een E-pallet waardoor deze telkens in twee moet worden gesneden om ze te gebruiken in de H-pallet. Dit vergt ook tijd. Omdat de metingen in een rustige periode zijn

gedaan luidt de hypothese: de gemiddelde tijd om een kartonnen pallet op te halen is groter dan de gemiddelde tijd om een houten H-pallet op te halen. Dit is een eenzijdige hypothesetest.

Deze tweede mogelijke invloed is eveneens onderzocht in de 80-zone door metingen te doen van zowel het halen van een kartonnen pallet als een houten H-pallet. De E-palletten werden niet in rekening gebracht omdat het doel is om te onderzoeken of er een significant tijdsverschil is tussen het halen van een H-pallet, die dicht bij de 80-zone opgeslagen is en het halen van een kartonnen pallet in het palleteland. De E-palletten werden hier dus niet bij betrokken omdat deze ook in het palleteland klaar liggen voor de order pickers. Bijgevolg wordt verondersteld dat de tijden van het halen van een E-pallet en een kartonnen pallet hetzelfde zijn. Het halen van een kartonnen pallet werd 19 keer geregistreerd. De gemiddelde tijd nodig om een kartonnen pallet te halen is 89 seconden. Het halen van een houten H-pallet werd 24 keer geregistreerd. De gemiddelde tijd in dit geval was 109 seconden. In bijlagen 5.1 en 5.2 zijn meer informatie terug te vinden over beide steekproeven. Om de tweede hypothese te testen wordt eveneens gebruik gemaakt van de t-test: toetsen van gemiddelden wanneer de varianties van beide steekproeven niet gekend zijn. Via de F-test wordt er weer nagegaan of beide varianties aan elkaar gelijk zijn. Ook hier moeten de assumpties gecontroleerd worden, voordat deze hypothesetesten kunnen uitgevoerd worden. De eerste assumptie van onafhankelijkheid is voldaan omwille van het feit dat de steekproeven willekeurig zijn afgenomen. Aan de tweede assumptie van normaliteit voldoen beide data niet. De p-waarden van de Chi Square test zijn beide kleiner dan 0.005 (zie bijlage 5.3). Dit betekent dat de nulhypothese van een goede fit niet aanvaard kan worden. De normale verdeling is bijgevolg geen goede fit voor beide data. Dit probleem wordt wederom opgelost door een Box Cox transformatie uit te voeren op de data. Vervolgens kan de F-test wel worden gedaan. De resultaten ervan zijn terug te vinden in bijlage 5.4. De F-waarde is groter dan de kritische waarde waardoor de nulhypothese van gelijke varianties niet aanvaard kan worden. Bijgevolg nemen we aan dat de varianties van beide steekproeven verschillen. Om te onderzoeken of de gemiddelde tijd om een kartonnen pallet op te halen groter is dan de gemiddelde tijd om een houten H-pallet op te halen, zal dus gebruik gemaakt worden van de eenzijdige t-test: twee steekproeven met ongelijke varianties. De nulhypothese houdt in dat μ_{hout} kleiner dan of gelijk aan μ_{karton} is. De alternatieve hypothese is bijgevolg dat μ_{hout} groter dan μ_{karton} is. De t-test is terug te vinden in bijlage 5.5. De p-waarde van de eenzijdige toets is 0.006 (< 0.05). Dit betekent dat de nulhypothese niet wordt aanvaard. Bijgevolg is μ_{hout} groter dan μ_{karton} . De conclusie luidt dat in de 80-zone in een rustige periode de gemiddelde tijd nodig om een houten H-pallet te halen groter is dan de gemiddelde tijd nodig om een kartonnen pallet te halen. Dit stemt niet overeen met de vooropgestelde hypothese. Het is onduidelijk hoe het verschil zal zijn in een drukke periode. Wanneer het druk is, zullen de order pickers vaker zelf de H-palletten in elkaar moeten zetten. Daarentegen zal er in een drukke periode in het palleteland ook langer gewacht moeten worden. Bijgevolg is verder onderzoek rond deze problematiek nodig.

De tijd die nodig is om een pallet te halen werd bovendien ook onderzocht in de 10-zone. Scania Parts Logistics verwachtte namelijk dat de invloed van het halen van een kartonnen pallet groter zou zijn in deze zone omdat de 10-zone verder verwijderd is van het palleteland. In deze analyse

zijn zowel de H- als de E-pallet opgenomen. De order pickers in de 10-zone halen namelijk hun E-palletten in de 10-zone en niet in het palleteland. Hierdoor kan er een verschil zijn tussen de tijd nodig om een houten E-pallet en een kartonnen pallet op te halen. In tegenstelling tot de 80-zone, moeten de H-palletten in de 10-zone steeds in elkaar gezet worden. Deze palletten staan dus nooit klaar voor de order picker. De E-palletten liggen wel klaar om af te halen. Deze moeten de order pickers dus niet meer in elkaar zetten. De hypothese luidt: de gemiddelde tijd om een kartonnen pallet op te halen is groter dan de gemiddelde tijd om een houten pallet op te halen. Dit is een eenzijdige hypothesetest. De order pickers moeten namelijk ver rijden naar het palleteland om een pallet op te halen. Bovendien zijn de metingen in een drukke periode gedaan waardoor er veel volk in het palleteland was.

Er werden metingen verricht in de 10-zone van zowel het halen van een kartonnen pallet als van een houten pallet. Het halen van een kartonnen pallet werd 24 keer geregistreerd. De gemiddelde tijd nodig om een kartonnen pallet te halen is ongeveer 174 seconden. Het halen van een houten pallet werd 20 keer geregistreerd. De gemiddelde tijd in dit geval was ongeveer 87 seconden. In bijlagen 6.1 en 6.2 zijn meer informatie terug te vinden over beide steekproeven. Om de hypothese te testen wordt eveneens gebruik gemaakt van de t-test: toetsen van gemiddelden wanneer de varianties van beide steekproeven niet gekend zijn. Via de F-test wordt er weer nagegaan of beide varianties aan elkaar gelijk zijn. Ook hier moeten de assumpties gecontroleerd worden, voordat deze hypothesetesten kunnen uitgevoerd worden. De eerste assumptie van onafhankelijkheid is voldaan omwille van het feit dat de steekproeven willekeurig zijn afgenomen. Aan de tweede assumptie van normaliteit voldoen beide data niet. De p-waardes van de Chi Square test zijn beide kleiner dan 0.005 (zie bijlage 6.3). Dit betekent dat de nulhypothese van een goede fit niet aanvaard kan worden. De normale verdeling is bijgevolg geen goede fit voor beide data. Dit probleem wordt wederom opgelost door een Box Cox transformatie uit te voeren op de data via SPSS. Vervolgens kan de F-test wel worden gedaan. De resultaten ervan zijn terug te vinden in bijlage 6.4. De F-waarde is kleiner dan de kritische waarde waardoor de nulhypothese van gelijke varianties niet verworpen kan worden. Bijgevolg nemen we aan dat de varianties van beide steekproeven gelijk zijn. Om te onderzoeken of de gemiddelde tijd om een kartonnen pallet op te halen groter is dan de gemiddelde tijd om een houten pallet op te halen, zal dus gebruik gemaakt worden van de eenzijdige t-test: twee steekproeven met gelijke varianties. De nulhypothese houdt in dat μ_{karton} kleiner dan of gelijk aan μ_{hout} is. De alternatieve hypothese is bijgevolg dat μ_{karton} groter dan μ_{hout} is. De t-test is terug te vinden in bijlage 6.5. De p-waarde van de eenzijdige toets is $2.4 \cdot 10^{-17}$ (< 0.05). Dit betekent dat de nulhypothese niet wordt aanvaard. Bijgevolg is μ_{karton} groter dan μ_{hout} . De conclusie luidt dat in de 10-zone in een drukke periode de gemiddelde tijd nodig om een kartonnen pallet te halen groter is dan de gemiddelde tijd nodig om een houten pallet te halen. Dit stemt overeen met de vooropgestelde hypothese.

c) Invloed op het afwerken van een pallet

Een derde mogelijke invloed van de invoering van kartonnen palletten is op het afwerken van de palletten. De order pickers hebben namelijk meer tijd nodig voor het verpakken van hun bestelling indien de bestelling verpakt wordt in een kartonnen pallet. Deze palletten moeten namelijk eerst toegeplakt worden met plakband en nadien gestrapt worden. De 711, 712, 713 en 714 versies

moeten zelfs twee keer gestrapt worden omwille van wetgeving. De pallet moet namelijk zo dicht gemaakt worden dat er niets meer in kan. Houten palletten dienen alleen gestrapt te worden. Bij deze palletten moeten de order pickers ook alle oude labels verwijderen zodat er bij de shipping geen verkeerde labels gescand kunnen worden. De hypothese luidt als volgt: de gemiddelde tijd die nodig is om een kartonnen pallet af te werken is groter dan de gemiddelde tijd nodig om een houten pallet af te werken. Dit is een eenzijdige hypothesetest.

Ook de derde mogelijke invloed is onderzocht in de 80-zone door metingen te doen van zowel het afwerken van een kartonnen als een houten pallet. Het afwerken van een kartonnen pallet werd 31 keer geregistreerd. De gemiddelde tijd nodig om een kartonnen pallet af te werken is 380 seconden. 47 observaties van het afwerken van een houten pallet werden gedaan. De gemiddelde tijd in dit geval is 278 seconden. In bijlagen 7.1 en 7.2 zijn meer informatie over beide steekproeven terug te vinden. Om de hypothese te testen wordt eveneens gebruik gemaakt van de t-test: toetsen van gemiddelden wanneer de varianties van beide steekproeven niet gekend zijn. Via de F-test wordt er weer nagegaan of beide varianties aan elkaar gelijk zijn. Ook hier moeten de assumpties gecontroleerd worden, voordat de hypothesetesten kunnen uitgevoerd worden. De eerste assumptie van onafhankelijkheid is voldaan omwille van het feit dat de steekproeven willekeurig zijn afgenomen. Aan de tweede assumptie van normaliteit voldoet enkel de steekproef van de houten palletten (zie bijlage 7.3). De p-waarde van de Chi Square test is namelijk 0.139. De p-waarde van de Chi Square test van de data van de kartonnen palletten is kleiner dan 0.05. Dit betekent dat deze laatste reeks data wel getransformeerd moeten worden via de Box Cox transformatie. Nadat aan beide assumpties voldaan is, wordt de F-test uitgevoerd. De resultaten zijn terug te vinden in bijlage 7.4. De p-waarde van de F-test is kleiner dan 0.05 waardoor de nulhypothese van gelijke varianties niet aanvaard kan worden. Bijgevolg nemen we aan dat de varianties van beide steekproeven verschillen. Om te onderzoeken of de gemiddelde tijd die nodig is voor de afwerking van de kartonnen pallet groter is dan de gemiddelde tijd nodig voor de afwerking van de houten pallet, zal dus gebruik gemaakt worden van de eenzijdige t-test: twee steekproeven met ongelijke varianties. De nulhypothese houdt in dat μ_{karton} kleiner dan of gelijk aan μ_{hout} is. De alternatieve hypothese is bijgevolg dat μ_{karton} groter is dan μ_{hout} . De t-test is terug te vinden in bijlage 7.5. De p-waarde van de eenzijdige toets is kleiner dan 0.05. Dit betekent dat de nulhypothese niet wordt aanvaard. De gemiddelde tijd die nodig is om een kartonnen pallet af te werken is dus groter dan de gemiddelde tijd die nodig is om een houten pallet af te werken. Dit stemt overeen met de vooropgestelde hypothese.

d) Conclusie

Uit de bovenstaande statistische testen kunnen enkele conclusies worden getrokken over de kartonnen palletten met betrekking tot het pickproces. De introductie van de kartonnen palletten heeft geen invloed gehad op de picktijd. De gemiddelde picktijd bij het picken met een kartonnen pallet verschilt namelijk niet significant van de gemiddelde picktijd bij het picken met een houten pallet. Ten tweede heeft de invoering van de alternatieve pallet wel een invloed gehad op het halen van een pallet. In de 80-zone is de gemiddelde tijd nodig om een kartonnen pallet te halen namelijk lager dan de gemiddelde tijd nodig om een houten pallet te halen. In de 10-zone is het echter andersom. De gemiddelde tijd nodig om een kartonnen pallet te halen is groter dan de

gemiddelde tijd nodig om een houten pallet te halen. De reden hiervoor is dat het palleteland ver verwijderd is van de 10-zone. Ten derde heeft de invoering van de kartonnen palletten ook een invloed gehad op de afwerking van de palletten. De gemiddelde tijd nodig om een kartonnen pallet af te werken is groter dan de gemiddelde tijd nodig om een houten pallet af te werken. Er kan geconcludeerd worden dat in de 10-zone de totale order picktijd zal stijgen omwille van een stijging in de tijd nodig om een pallet te halen en af te werken. Met betrekking tot de 80-zone kan niet duidelijk gezegd worden of de totale order picktijd stijgt of daalt door de introductie van kartonnen palletten omwille van de conclusies van de laatste twee testen.

Een algemene opmerking bij deze analyses is dat de metingen van de picktijd en het afwerken van een pallet (vermeld in sectie a en c) in slechts één zone (80-zone) zijn gedaan. De eerste reden hiervoor is dat deze invloeden van de introductie van de kartonnen palletten veralgemeenbaar zijn naar de andere zones. De picktijd en het afwerken van een bestelling zijn namelijk niet zone specifiek. Bovendien komen de meeste volumes uit de 80-zone. Het halen van een pallet (vermeld in sectie b) werd zowel in de 10- als 80-zone gemeten omdat verwacht werd dat het palleteland ook een invloed zou hebben in de 10-zone. In de 40-zone werd het halen van een pallet niet onderzocht omdat het effect van het palleteland op de 40-zone vergelijkbaar is met het effect op de 80-zone. Deze zones liggen namelijk naast elkaar. In de overige zones wordt geen gebruik gemaakt van de kartonnen palletten waardoor metingen in deze zone niet van toepassing zijn.

5.1.2 Andere invloeden van de invoering van de kartonnen palletten

Naast de invloeden op het pickproces, zijn er nog vele andere invloeden op het magazijn van Scania Parts Logistics. Deze zullen hier op een rij worden gezet.

Allereerst zijn goede ergonomische omstandigheden belangrijk voor de werknemer want extreme en herhalende bewegingen doen het risico op musculoskeletale aandoeningen, waaronder rugklachten, verstuingen, verrekkingen en scheurtjes stijgen (Battini et al., 2016). Ergonomische verbeteringen leiden tot een verbetering in de kwaliteit en de productiviteit van de pickers (Battini et al., 2016). Dit leidt bijgevolg ook tot een vermindering van het letselrisico en tot een daling in kosten gelinkt aan afwezigheden, medische verzekering en rehabilitatie (Battini et al., 2011). Dus hoe minder risico de order pickers ondergaan bij hun handelingen, hoe lager de kosten voor Scania Parts Logistics.

Om deze reden wordt de risicobeoordeling van de lichaamsbelasting van de order pickers van Scania Parts Logistics bij het heffen van ladingen berekend. Dit wordt gedaan via het model 'Occupational Health and Safety Requirements for Manual Handling of loads' (Reinhold et al., 2008). Een volledig overzicht hiervan is terug te vinden in bijlage 8. In het model wordt de beoordeling van de lichaamsbelasting opgesplitst in vier variabelen. Hoe hoger de beoordeling van een variabele is, hoe slechter de werkomstandigheden zijn. De eerste variabele is het gewicht van de lading. Deze variabele wordt in vier categorieën opgedeeld (zie bijlage 8.1). In het gewicht van de lading wordt een onderscheid gemaakt tussen mannen en vrouwen omdat eenzelfde gewicht zwaarder doorweegt bij vrouwen. Hoe zwaarder de lading, hoe hoger de beoordeling. In de beoordeling van de andere variabelen wordt geen onderscheid meer gemaakt tussen mannelijke en

vrouwelijke werknemers omdat hier geen verschil meer in is. De tweede variabele is de houding van de werknemer. Hierin worden vier categorieën onderscheid, die in bijlage 8.2 via illustratieve figuren duidelijk zijn uitgelegd. De derde variabele, de beoordeling van de werkomgeving wordt opgedeeld in twee categorieën (zie bijlage 8.3). Naargelang het feit of er voldoende plaats is om het werk uit te voeren en de vloer effen en niet glad is, wordt een nul of één als beoordeling van de werkomgeving gegeven. De laatste variabele is de duur van de handeling. De duur van de handeling wordt opgesplitst in vijf categorieën (zie bijlage 8.4). Hoe vaker ladingen geheven worden tijdens één shift, hoe hoger de beoordeling op deze variabele. Op basis van de beoordeling van deze vier variabelen wordt het niveau van het risico dat de werknemers ondergaan bij het heffen van ladingen berekend. Dit niveau is gelijk aan het product van de som van de beoordelingen van variabelen één, twee en drie en de beoordeling van de duur (Reinhold et al., 2008). Het getal dat uitgekomen wordt, hangt samen met een bepaald risico niveau (zie bijlage 8.5). Dit niveau kan klein, matig, groot of extreem zijn.

Het niveau van het risico van de lichaamsbelasting van de order pickers bij Scania Parts Logistics is terug te vinden in tabel 11, alsook de beoordelingen van de vier variabelen. Deze beoordelingen zijn gemaakt door de order pickers van de 80-zone te observeren wanneer er gepickt werd met een kartonnen pallet.

Tabel 11: Niveau van het risico van de lichaamsbelasting bij kartonnen palletten volgens het model 'Occupational Health and Safety Requirements for Manual Handling of loads'

Geslacht	Gewicht van de lading	houding	werkomgeving	Duur	Risico
Man	1	4	0	4	20
Vrouw	2	4	0	4	24

Zoals eerder vermeld, wordt in de beoordeling van de eerste variabele, het gewicht van de lading een onderscheid gemaakt tussen mannen en vrouwen. In de 80-zone wegen de te picken artikelen maximum 15 kilogram. Hierdoor heeft het gewicht van de lading bij mannen en vrouwen een beoordeling van respectievelijk 1 en 2. De beoordeling van de houding van de order pickers is hoog. De order pickers hebben namelijk een gebogen postuur tijdens het picken en kunnen de lading vaak niet tegen het lichaam houden. De order pickers moeten bovendien diep bukken in hun kartonnen pallet omdat deze een vaste maat heeft. Daarenboven moeten ze soms ook meer reiken in de picklocaties door de overtollige kragen. Deze kragen moeten normaal gezien worden verwijderd waardoor dit geen invloed zou mogen hebben. Echter, in praktijk worden de kragen niet altijd verwijderd waardoor de order pickers vaak toch meer moeten reiken. Om deze redenen is de beoordeling van de houding van de order picker hoog. De werkomgeving wordt wel goed beoordeeld. De order pickers hebben voldoende plaats en licht om hun werk te doen. Bovendien is de vloer effen en niet glad. De beoordeling van de duur van de handelingen is hoog. De reden hiervoor is als volgt. Een order picker hoort ongeveer 300 order lijnen per dag te picken. Dit is een target opgesteld door Scania Parts Logistics. De artikelen van deze order lijnen kunnen zich op een A- of B-locatie bevinden in de 80-zone. In de A-locatie staan de houten palletten met de te picken artikelen op de grond waardoor de order pickers zich hier moeten bukken om een product te picken. De B-locaties bevinden zich op ooghoogte. De verhouding tussen deze twee locaties is 63

procent A-locaties en 37 procent B-locaties. Bijgevolg wordt er verondersteld dat een order picker zich 189 (=300 * 0.63) keren moeten bukken op een dag om een product te picken. Daarenboven worden enkele overtollige kragen geheven om in de box te leggen. Bijgevolg is de categorie '40-200 keer heffen in een shift' van toepassing. De conclusie luidt dat zowel de mannelijke als de vrouwelijke order pickers een matige last bij het heffen hebben (zie bijlage 8.5). Het eindresultaat is namelijk een risico van respectievelijk 20 en 24.

Wanneer de order pickers van de 80-zone picken met een houten pallet, is er een hoger risico van de lichaamsbelasting (zie tabel 12).

Tabel 12: Niveau van het risico van de lichaamsbelasting bij houten palletten volgens het model 'Occupational Health and Safety Requirements for Manual Handling of loads'

Geslacht	Gewicht van de lading	houding	werkomgeving	Duur	Risico
Man	1	4	0	6	30
Vrouw	2	4	0	6	36

De beoordelingen zijn voor het merendeel hetzelfde als het picken met kartonnen palletten. Het gewicht van de lading blijft natuurlijk onveranderd want de te picken artikelen zijn hetzelfde. De werkomgeving is ook niet gewijzigd. In de houding van de order pickers wordt er tegen alle verwachtingen in ook weinig verschil waargenomen. In theorie kunnen de order pickers de grootte van de houten pallet kraag per kraag opbouwen tijdens het picken, zodat ze zich nooit diep hoeven te bukken. In de praktijk wordt dit toegepast bij het picken met een europallet (E-pallet) omdat de artikelen in de picklocaties opgeslagen zijn in dergelijke palletten. Dit maakt het opbouwen gemakkelijker aangezien er op elk moment een kraag opgezet kan worden. Echter, bij de houten H-pallet wordt dit niet toegepast. De order picker begint vaak vanaf het begin te picken met het totaal aantal kragen dat men nodig heeft voor de bestelling. Hierdoor valt het voordeel ten opzichte van de kartonnen palletten, die een vaste maat hebben, weg. Bijgevolg wordt er weinig verschil opgemerkt tussen het picken met een kartonnen pallet en een houten pallet met betrekking tot de houding van de order picker. In de duur van de handelingen is wel een verschil terug te vinden. De order pickers moeten in het geval van picken met houten palletten vaker heffen en bukken omdat de kragen op de pallet gezet moeten worden. De grootte van de verpakking wordt namelijk aangepast naargelang de grootte van de bestelling door kragen op de houten pallet te zetten of verwijderen. Dit betekent dat de categorie '200-500 keer heffen in een shift' van toepassing is. Bijgevolg hebben de order pickers een hoge last bij het heffen (zie bijlage 8.5). Het eindresultaat is namelijk een risico van 30 bij de mannen en 36 bij de vrouwen.

De conclusie luidt dat het niveau van het risico van de lichaamsbelasting voor de order pickers in de 80-zone lager is bij het picken met kartonnen palletten. Ook in de 10 en 40-zones zal de lichaamsbelasting lager liggen bij het picken met kartonnen palletten. De reden hiervoor is dat de order pickers bij het picken met een houten pallet vaker moeten heffen en bukken doordat er gewerkt wordt met kragen. Een kritische bemerking bij dit ergonomisch onderzoek is dat het bepalen van de houding van de werknemers subjectief is. Het risico van de lichaamsbelasting zou dus iets anders kunnen zijn bij een andere observator.

Naast het gebruik van het model zijn de order pickers van Scania Parts Logistics zelf bevraagd over ergonomie. Bij 26 order pickers werd een enquête afgenomen om hun mening van de houten en kartonnen palletten te achterhalen met betrekking tot ergonomie. Deze enquête en haar resultaten zijn terug te vinden in bijlage 9. Uit de resultaten kan geconcludeerd worden dat de werknemers gemiddeld gezien een drie op vijf geven aan de belasting voor hun lichaam wanneer ze picken met een houten pallet. Ook wordt gemiddeld een drie gegeven aan het picken met een kartonnen pallet. Bijgevolg kan geconcludeerd worden dat de order pickers geen verschil aanschouwen tussen het picken met beide soort palletten. Er werd ook nagegaan welke belasting de order pickers geven aan het ophalen van beide soort palletten. Ook hier krijgt de houten pallet dezelfde beoordeling als de kartonnen pallet, namelijk een drie. Dit betekent dat de order pickers gemiddeld geen verschil aanvoelen tussen het werken met beide soort palletten. Hoewel, wanneer de order pickers gedwongen worden om een keuze te maken, kiest het merendeel toch voor de houten palletten. Door gesprekken te voeren met de order pickers kwamen de redenen hiervoor naar voren. Wanneer het geen drukke periode is, staan de houten palletten klaar om af te halen zodat ze deze niet zelf in elkaar moeten zetten. Bovendien hebben de houten palletten het voordeel dat ze opgebouwd kunnen worden met kragen. Zo hoeven de order pickers niet diep te bukken en zal de grootte van de verpakking altijd overeenkomen met de grootte van de bestelling. Dit is bijgevolg het nadeel van de kartonnen palletten die een vaste maat hebben. Het nadeel van de houten palletten is dat in drukke periodes de order pickers de houten palletten zelf in elkaar moeten zetten. Dit betekent dat er een zware houten pallet op de lage order picker geheven moet worden. Daarna moeten het juiste aantal kragen op de houten pallet bevestigd worden. Dit is zeer belastend voor de order picker. Het voordeel van de kartonnen palletten is in dit geval dat zij veel lichter zijn en niet opgeheven moeten worden omdat ze reeds klaar staan. De werknemers zien dus in beide soort palletten voor- en nadelen waardoor ze het moeilijk vinden om een keuze te maken.

Een tweede invloed van de invoering van de kartonnen palletten is een stijging in de totale tijd nodig om de palletten in het magazijn op te zetten. Het duurt namelijk gemiddeld langer om een kartonnen pallet op te zetten dan een houten pallet. De gemiddelde tijden om beide soorten palletten op te zetten, zijn terug te vinden in de tabel in bijlage 10. In deze tabel zijn eveneens de gemiddelde tijden weergegeven voor het afbreken van een houten E-pallet. 46 procent van de E-palletten worden namelijk afgebroken omdat er meer palletten binnen komen dan er buiten gaan. De tijden in bijlage 10 zijn verkregen door gemiddeld 20 keer per type pallet op te meten hoelang het duurt om een pallet op te zetten/af te breken. In wat volgt, zal berekend worden hoeveel uren momenteel gespendeerd worden aan het opzetten van palletten, rekening houdend met het aantal kartonnen en houten palletten die in de eerste drie maanden van 2017 uitgestuurd werden naar de klant (zie bijlage 11). Het totaal aantal uur in de huidige situatie zal nadien vergeleken worden met het totaal aantal uur in een alternatieve situatie waarbij het magazijn enkel gebruik maakt van de kartonnen palletten. Ook zal het totaal aantal uur in de huidige situatie vergeleken worden met het totaal aantal uur in een tweede alternatieve situatie waarbij het magazijn enkel houten palletten gebruikt.

Het aantal uur dat momenteel gespendeerd wordt aan het opzetten en afbreken van de palletten, rekening houdend met de huidige aantallen van palletten die uitgestuurd werden, is 1 135 uur per

drie maanden (zie tabel 13). Dit komt overeen met ongeveer 378 uur per maand. Bij de berekening van het totaal aantal seconden van het opzetten van de houten E-palletten is er rekening gehouden met het feit dat 46 procent van de palletten afgebroken wordt. Eveneens is de assumptie gemaakt dat 46 procent van de houten E-palletten opgezet moet worden. De tijden van het opzetten van de houten palletten in tabel 13 verschillen van de tijden in de tabel in bijlage 10. Dit komt doordat in onderstaande tabel rekening is gehouden met een tijd van vijf seconden om de deksel op de pallet te plaatsen.

Tabel 13: Totaal aantal uur nodig om palletten op te zetten en af te breken in de huidige situatie

Pallet	Aantal	Opzetten (sec)	Afbreken (sec)	Totaal aantal seconden	Aantal uur
E11	3 104	18.83	18.00	= 3 104*18.83*0.46 + 3 104*18*0.46 = 52 592.11	14.61
E12	13 685	33.67	28.00	= 13 685*33.67*0.46 + 13 685*28*0.46 = 388 197.83	107.83
E13	8 391	44.20	38.00	= 8 391*44.20*0.46 + 8 391*38*0.46 = 317 280.49	88.13
E14	6 008	56.88	48.00	= 6 008*56.88*0.46 + 6 008*48*0.46 = 289 863.97	80.52
H21	4 883	29.73	0	= 4 883 * 29.73 = 145 187.87	40.33
H22	19 666	42.06	0	= 19 666 * 42.06 = 827 201.13	229.78
H23	4 137	57.82	0	= 4 137*57.82 = 239 193.82	66.44
721	10 047	47.43	0	= 10 047 * 47.43 = 476 514.86	132.37
722	8 630	49.94	0	= 8 630*49.94 = 430 960.63	119.71
723	1 916	43.61	0	= 1 916*43.61 = 83 554.26	23.21
711	1 278	49.20	0	= 1 278*49.20 = 62 877.60	17.47
712	6 845	52.62	0	= 6 845*52.62 = 360 167.79	100.05
713	4 120	64.38	0	= 4 120*64.38 = 265 264.62	73.68
714	2 219	66.40	0	= 2 219*66.40 = 147 341.60	40.93
SOM				4 086 198.57	1 135.06

Deze huidige situatie wordt vergeleken met een alternatief waarbij het magazijn enkel gebruik maakt van kartonnen palletten. Het totaal aantal uur nodig om palletten op te zetten en af te breken in dit laatste geval, is terug te vinden in tabel 14. De initiële aantallen van de houten varianten zijn in dit geval opgeteld bij de initiële aantallen van de kartonnen varianten. Bijvoorbeeld het nieuwe aantal 721 palletten (14 930) is de som van het initiële aantal 721 palletten (10 047) en het initiële aantal H21 palletten (4 883). In deze alternatieve situatie spenderen de magazijniers in drie maanden ongeveer 1 398 uur aan het opzetten van palletten. Dit komt overeen met 466 uur per maand. Vergeleken met de huidige situatie, betekent dit dat indien het magazijn enkel nog gebruik zou maken van de kartonnen palletten er een stijging van 23.16 procent zou zijn in de tijd nodig om palletten op te zetten.

Tabel 14: Totaal aantal uur nodig om palletten op te zetten en af te breken wanneer alleen kartonnen palletten gebruikt worden

Pallet	Aantal	Opzetten (sec)	Afbreken (sec)	Totaal aantal seconden	Aantal uur
E11	0	18.83	18.00	0	0
E12	0	33.67	28.00	0	0
E13	0	44.20	38.00	0	0
E14	0	56.88	48.00	0	0
H21	0	29.73	10.00	0	0
H22	0	42.06	15.00	0	0
H23	0	57.82	20.00	0	0
721	14 930	47.43	0	= 14 930*47.43 = 708 108.57	196.70
722	28 296	49.94	0	= 28 296*49.94 = 1 413 031.50	392.51
723	6 053	43.61	0	= 6 053*43.61 = 263 963.43	73.32
711	4 382	49.20	0	= 4 382*49.20 = 215 594.40	59.89
712	20 530	52.62	0	= 20 530*52.62 = 1 080 240.29	300.07
713	12 511	64.38	0	= 12 511*64.38 = 805 515.92	223.75
714	8 227	66.40	0	= 8 227*66.40 = 546 272.80	151.74
SOM				5 032 726.92	1 397.98

Ook wordt de huidige situatie vergeleken met een tweede alternatief waarbij het magazijn enkel gebruik maakt van houten palletten. Het totaal aantal uur nodig om palletten op te zetten en af te breken in dit tweede alternatief, is terug te vinden in tabel 15. In dit geval zijn de initiële aantallen van de kartonnen varianten opgeteld bij de initiële aantallen van de houten varianten. In deze tweede alternatieve situatie spenderen de magazijniers in drie maanden ongeveer 975 uur aan het opzetten van palletten. Dit komt overeen met 325 uur per maand. Vergeleken met de huidige situatie, betekent dit dat indien het magazijn enkel nog gebruik zou maken van de houten palletten er een daling van 14.08 procent zou zijn in de tijd nodig om palletten op te zetten.

Tabel 15: Totaal aantal uur nodig om palletten op te zetten en af te breken wanneer alleen houten palletten gebruikt worden

Pallet	Aantal	Opzetten (sec)	Afbreken (sec)	Totaal aantal seconden	Aantal uur
E11	4 382	18.83	18.00	= 4382*18.83*0.46 + 4 382*18*0.46 = 74 245.69	20.62
E12	20 530	33.67	28.00	= 20 530*33.67*0.46 + 20 530*28*0.46 = 582 367.67	161.77
E13	12 511	44.20	38.00	= 12 511*44.20*0.46 + 12 511*38*0.46 = 473 065.93	131.41
E14	8 227	56.88	48.00	= 8 227*56.88*0.46 + 8 227*48*0.46 = 396 922.58	110.26
H21	14 930	29.73	0	= 14 930*29.73 = 443 918.67	123.31

H22	28 296	42.06	0	= 28 296*42.06 = 1 190 200.50	330.61
H23	6 053	57.82	0	= 6 053*57.82 = 349 973.45	97.21
721	0	47.43	0	0	0
722	0	49.94	0	0	0
723	0	43.61	0	0	0
711	0	49.20	0	0	0
712	0	52.62	0	0	0
713	0	64.38	0	0	0
714	0	66.40	0	0	0
SOM				3 510 694.49	975.19

Er kan hieruit geconcludeerd worden dat de invoering van de kartonnen palletten leidt tot een stijging in de totale tijd nodig om de palletten in het magazijn op te zetten.

Een derde invloed van de invoering van de kartonnen palletten is een stijging in de loonkosten omdat het gemiddeld langer duurt om een kartonnen pallet op te zetten dan een houten pallet. Bijgevolg zijn er extra werknemers nodig in het magazijn. In wat volgt, zal nagegaan worden hoeveel extra werknemers nodig zijn door te berekenen hoeveel extra uur er gespendeerd wordt aan het opzetten van kartonnen palletten in vergelijking met de houten palletten. Voor deze berekening zijn allereerst de tijden nodig van bijlage 10. Bovendien zijn eveneens het aantal kartonnen palletten dat uitgestuurd worden naar de klant van belang (zie bijlage 11).

De berekening van de extra tijd nodig om een kartonnen pallet op te zetten, ziet er als volgt uit:

$$1\ 278*47.43 + 1\ 278*18 - 1\ 278*13.83*0.46 + 6\ 845*49.94 + 6\ 845*28 - 6\ 845*28.67*0.46 + 4\ 120*43.61 + 4\ 120*38 - 4\ 120*39.20*0.46 + 2\ 219*49.20 + 2\ 219*48 - 2\ 219*51.88*0.46 + 10\ 047*(52.62-24.73) + 8\ 630*(64.38-37.06) + 1\ 916*(66.40-52.82) - 35\ 055*5 = 1\ 310\ 059.54 \text{ seconden}$$

Voor de E-varianten wordt het aantal kartonnen palletten vermenigvuldigd met de tijd nodig om een kartonnen pallet op te zetten. Bovendien wordt de tijd nodig om de houten E-variant af te breken vermenigvuldigd met het aantal kartonnen palletten. Nadien wordt de tijd nodig om de houten E-pallet op te zetten, vermenigvuldigd met het aantal kartonnen palletten van deze variant en met 0.46. 46 procent van de houten E-palletten worden namelijk afgebroken. Deze laatste vermenigvuldiging wordt van de som van de eerste twee vermenigvuldigingen afgetrokken. Dit wordt voor alle vier E-varianten uitgevoerd, waarna de som wordt genomen. Voor de H-varianten is de berekening eenvoudiger omdat deze palletten niet afgebroken worden. Het aantal kartonnen palletten wordt dus vermenigvuldigd met het verschil tussen de tijd nodig om een kartonnen pallet op te zetten en de tijd nodig om een houten pallet op te zetten. Dit wordt voor de drie H-varianten gedaan, waarna de som wordt genomen. Als laatste dient het totaal aantal kartonnen palletten nog vermenigvuldigd te worden met de tijd nodig om een deksel op een houten pallet te leggen. Deze deksel moet namelijk niet meer gebruikt worden indien gewerkt wordt met kartonnen palletten. Deze vermenigvuldiging wordt afgetrokken van het geheel.

Er kan dus geconcludeerd worden dat er 1 310 059 seconden, oftewel ongeveer 364 uur extra nodig is om kartonnen palletten op te zetten in vergelijking met houten palletten. Merk op dat deze berekening gebaseerd is op aantallen van drie maanden. Bijgevolg wordt er maandelijks ongeveer 121 (= 364/3) uur extra gespendeerd aan het opzetten van kartonnen palletten. Een voltijdse magazijnier werkt 37.5 uur per week en dus 150 uur per maand. Hieruit blijkt dat er net niet één extra werknemer per maand nodig is voor het opzetten van de kartonnen palletten. Dit komt overeen met een stijging in de loonkosten van maandelijks 4 002.96 euro (= 33*121). Scania Parts Logistics werkt namelijk met een gemiddeld uurloon van 33 euro in haar analyses.

Een vierde invloed van de invoering van de kartonnen palletten is een daling in de opslagcapaciteit van het magazijn van Scania Parts Logistics. De totale opslagcapaciteit (SPC1 en SPC2) van Scania Parts Logistics is 125 000 m². 400 m² vloeropslag en 240 rek-locaties worden hiervan gebruikt om de kartonnen palletten in voorraad te hebben. De voorraad van de houten palletten neemt slechts 200 m² opslagruimte in beslag.

Ten slotte heeft Scania Parts Logistics een overschot aan houten palletten door de introductie van de kartonnen palletten. Deze houten palletten zijn aan het einde van hun leven in het magazijn en moeten dus terug gestuurd worden naar één van de packingpools. Deze pools bevinden zich op strategische plaatsen in Europa en worden gebruikt om leveranciers van houten palletten te voorzien. Momenteel wordt er wekelijks een trailer meer terug gestuurd met euro-materiaal (europalletten en de daarbij horende kragen). Dit leidt tot een extra kost in het magazijn van 255 euro per week. Voor de H-palletten en kragen merkt Scania Parts Logistics niet dat er meer moet worden terug gestuurd. De reden hiervoor is dat in de 80-zone vooral met H-palletten gepickt wordt. Er gaan over het algemeen meer H-palletten uit, waardoor het effect van de kartonnen palletten hier nog niet voelbaar is. Naar de toekomst toe zou dit kunnen veranderen wanneer steeds meer gebruik wordt gemaakt van de H-varianten van kartonnen palletten. Bovendien zou het aantal houten E-palletten dat terug gestuurd moet worden naar de packingpool kunnen stijgen, waardoor er meer vrachtwagens met lege palletten naar de packingpools gebracht zouden moeten worden. De extra kosten in het magazijn zouden in de toekomst dus kunnen oplopen.

5.2 Niet-kwantificeerbare invloeden

De niet-kwantificeerbare invloeden van de invoering van de kartonnen palletten op het magazijn worden in deze sectie besproken. De implicaties zijn niet-kwantificeerbaar omdat er geen data over beschikbaar is. Scania Parts Logistics houdt hier namelijk geen data over bij. De onderstaande inzichten zijn verworven door observaties in het magazijn en eigen ervaringen.

Allereerst werd aangegeven door de order pickers dat de nietjes waarmee de kartonnen doos is vastgemaakt aan de houten pallet, soms loskomen. Dit kan het gevolg zijn van te kleine of zwakke nietjes waardoor de doos niet voldoende vastgehecht is aan de pallet. Ook kan het geheel slecht aan elkaar zijn geniet door de werknemer. Beide oorzaken kunnen een slecht geniete doos tot gevolg hebben. Echter, er is geen data beschikbaar over hoe vaak dit voorkomt, noch over de werkelijke oorzaak. Het gevolg van een slecht geniete doos is dat de order picker terug naar het

palleteiland moet om een nieuwe kartonnen pallet te halen. Indien al artikelen in de pallet liggen, zal hij deze moeten omladen naar de nieuwe pallet. Hierdoor verliest de order picker veel tijd.

Een tweede invloed is een daling in de EHBO kosten van het magazijn. Bij het gebruik van de houten palletten is er regelmatig een werknemer die verzorgd moet worden omwille van een splinter of nagel. Kartonnen palletten hebben geen splinters of nagels. Hierdoor zijn er minder 'werkongevallen' in het magazijn. Dit is echter een veronderstelling op basis van logisch redeneren omdat er geen data over beschikbaar is. Een vermindering van het aantal werkongevallen zal leiden tot een stijging in de productiviteit van de werknemers, want zij moeten hun werk niet meer stilleggen om verzorgd te worden. Bovendien stijgt de productiviteit van de werknemers die instaan voor EHBO. Zij moeten namelijk hun werk in het magazijn laten vallen indien een persoon geblesseerd is. De EHBO werknemers worden met andere woorden dus van hun werk gehouden wanneer ze iemand moeten verzorgen. Verder zijn er nog geen arbeidsongevallen met kartonnen palletten gebeurd, maar wel incidenten waarbij stapels met kartonnen palletten inzakten. Dit gebeurde doordat de draagkracht van de pallet ruimschoots werd overschreden. Er zijn echter geen cijfers van hoe vaak dit reeds is voorgekomen. Scania Parts Logistics probeert dergelijke incidenten wel te vermijden door duidelijk te communiceren over de maximale draagkracht van de kartonnen palletten. Bovendien heeft Scania Parts Logistics de kwaliteit van haar kartonnen palletten achteraf verbeterd zodat de draagkracht groter zou worden. Een dergelijk incident is nog niet voorgevallen met de huidige kartonnen palletten.

Een derde invloed is terug te vinden in het pickproces. Bij Scania Parts Logistics konden vroeger de palletten verdiept worden met behulp van de kragen. Echter door de introductie van de kartonnen palletten hebben de palletten nu een vaste maat gekregen. Dit betekent dat de picker zelf uit ervaring moet weten welke grootte van pallet hij moet nemen door naar de grootte van de bestelling te kijken. Indien de pallet te groot/klein is, zal hij terug moeten gaan en een gepast pallet moeten kiezen. Dit betekent dat de totale order picktijd stijgt. Er is echter niet geweten of dit een grote rol speelt in het magazijn van Scania Parts Logistics. Het is namelijk zo dat mensen door hun ervaringen leren welke grootte van pallet ze moeten kiezen. Pickers met ervaring kunnen dus de totale order picktijd doen dalen (Grosse & Glock, 2015). Maar telkens een nieuwe picker in het magazijn komt, zal hij eerst vertrouwd moeten geraken met de grootte van bestellingen en met de kartonnen palletten, wat de totale order picktijd weer doet stijgen (Grosse & Glock, 2015). De order pickers lossen dit probleem vandaag op door te werken met kleine dozen waarin enkele artikelen apart verpakt kunnen worden. Indien de kartonnen pallet te klein is, zullen de order pickers de rest van de bestelling verpakken in een extra doos. De klant krijgt in dit geval twee pakketten aan. De order picker bespaart zich hierdoor veel tijd doordat hij het geheel niet moet omladen. Het nadeel is dat er achteraf meer handling moet gebeuren omwille van het extra pakket. Indien de kartonnen pallet te groot is, wordt de pallet meestal opgevuld met papier en luchtkussenfolie zakken. Ook hier bespaart de order picker zich veel tijd mee doordat hij het geheel niet moet omladen. Het nadeel hiervan is dat er meer lucht verstuurd wordt, waardoor er kostbare plaats in de vrachtwagen verloren gaat. Indien de kleinste kartonnen pallet (721) te groot is, wordt het geheel wel omgeladen in een kleine doos omdat het in dit geval maar over enkele producten gaat. In de 80-zone is er een systeem ontwikkeld dat een suggestie geeft voor het type kartonnen

pallet bij elke order. Het risico van een stijging in de totale order picktijd door te weinig ervaring is dus niet geldig voor deze zone.

De vierde implicatie voor het magazijn is eveneens in het pickproces terug te vinden. De reistijd van de order picker kan stijgen door de overtollige kragen van de houten palletten waarin de artikelen gestockeerd zijn in de pickzones. Door de introductie van de kartonnen palletten blijven de kragen op de houten palletten staan. De order pickers hebben namelijk deze kragen niet meer nodig voor hun bestellingen mits de gepickte goederen in een kartonnen pallet terecht komen in plaats van een houten pallet. Bijgevolg is er een overvloed aan kragen. Dit probleem wordt momenteel opgelost door de order pickers de overtollige kragen te voet in een box te laten leggen. De tijd die hiervoor nodig is, werd berekend in de 80-zone. Dit werd gedaan door de tijd op te nemen vanaf het centrale punt van de 80-zone tot aan de box en terug. Hieruit blijkt dat de overtollige kraag gemiddeld ongeveer één minuut tijd kost van de order picker per keer dat er een overtollige kraag weggebracht moet worden. Hoe vaak een order picker een kraag naar de box moet brengen, is niet duidelijk.

Ten slotte zorgt het gebruik van kartonnen palletten voor een besparing in materiaalkosten. De kartonnen palletten zijn namelijk goedkoper in aankoop, hoewel de levensduur van de kartonnen palletten lager ligt dan de houten palletten. Hiertegenover staat het feit dat er meer plakband aangekocht moet worden om de kartonnen palletten toe te plakken. Ook moeten de grotere kartonnen palletten (711, 712, 713 en 714) twee keer gestrapt worden omwille van wetgeving. De pallet moet namelijk zo dicht gemaakt worden dat er niets meer in kan. Deze wetgeving geldt uiteraard ook voor de houten palletten, maar deze zijn voldoende dicht wanneer ze één keer gestrapt worden.

Het besluit luidt dat de invoering van de kartonnen palletten een aantal mogelijke niet-kwantificeerbare invloeden zouden kunnen hebben op het magazijn. Echter, dit is niet gebaseerd op wetenschappelijk onderzoek door een gebrek aan data. Het advies naar Scania Parts Logistics is dan ook om in de toekomst wel data bij te houden over deze mogelijke invloeden.

5.3 Invloeden die veranderen door de nieuwe structuur van het magazijn

Enkele implicaties van de invoering van de kartonnen palletten op het magazijn van Scania Parts Logistics zullen veranderen wanneer de nieuwe structuur van het magazijn in werking treedt. In deze sectie zal besproken worden welke implicaties dit zijn en waarom.

Allereerst zal de tijd nodig om een kartonnen pallet te halen verschillen in de nieuwe structuur van het magazijn. De 80-zone zal namelijk verplaatst worden naar de superzone. Bovendien krijgt het palleteland ook een andere locatie, dichtbij de superzone. Of de tijd nodig om een houten pallet te halen in de 80-zone nog steeds groter zal zijn dan de tijd nodig om een kartonnen pallet te halen, is niet duidelijk. Dit zal verder onderzocht moeten worden wanneer de nieuwe structuur van het magazijn er is. In de 10-zone zal waarschijnlijk de tijd nodig om een kartonnen pallet te halen groter blijven dan de tijd nodig om een houten pallet te halen. Het palleteland zal namelijk in de

toekomst nog verder verwijderd worden van deze zone. Echter, Scania Parts Logistics denkt erover na om de kartonnen palletten die de 10-zone nodig heeft, te stockeren in deze zone. De houten E-palletten worden er namelijk al gestockeerd. De moeilijkheid in dit geval is dat er enerzijds plaats moet zijn en anderzijds moet iemand verantwoordelijk zijn om deze kartonnen palletten naar de 10-zone te vervoeren. De vraag hierbij is of een extra werknemer dit zal moeten doen of dat een huidige werknemer deze extra taak zal krijgen. Indien de kartonnen palletten in de 10-zone gestockeerd zullen worden, zal er in deze zone geen verschil meer zijn in de tijden om een pallet te halen.

Bovendien zullen de order pickers in de toekomst niet meer zelf moeten weten welke grootte van pallet ze moeten nemen. Het nieuwe SAP systeem zal voortaan een suggestie van de grootte van pallet geven op basis van de grootte van de bestelling. Op die manier zal de order picker minder bestellingen moeten omladen waardoor er geen tijd meer verloren gaat.

Alle andere implicaties die vermeld werden in hoofdstuk vijf van deze masterproef blijven van toepassing wanneer de nieuwe structuur van het magazijn in werking treedt.

Hoofdstuk 6: Algemeen besluit

Dit laatste hoofdstuk bevat de conclusies van deze masterproef. In de eerste sectie zal worden teruggeblikt op de resultaten van het empirisch onderzoek, met als doel een antwoord te formuleren op de centrale onderzoeksvraag. Vervolgens zal de masterproef in sectie 6.2 afronden met enkele kritische bemerkingen, alsook suggesties voor verder onderzoek.

6.1 Conclusies

In het verleden werd al onderzoek gedaan naar de invloeden van het gebruik van kartonnen palletten op transport. Echter, de invloeden op het magazijn werden tot nog toe niet onderzocht. Deze masterproef is erin geslaagd om exploratief op zoek te gaan naar enkele effecten van de introductie van kartonnen palletten op het magazijn.

De implementatie van de kartonnen palletten heeft zowel positieve als negatieve effecten op het magazijn van Scania Parts Logistics. Allereerst zullen de positieve effecten kort samengevat worden. De implementatie van de kartonnen palletten heeft op ergonomisch vlak een duidelijke verbetering teweeg gebracht. De reden hiervoor is dat de order pickers minder vaak gewichten moeten heffen doordat er niet meer met houten kragen gewerkt wordt. Bovendien zijn de werknemers productiever geworden omwille van een daling in het aantal arbeidsongevallen. De werknemers krijgen namelijk geen splinters of nagels meer in hun handen wanneer kartonnen palletten gebruikt worden. Bijgevolg dalen de EHBO kosten van het magazijn. Een ander belangrijk positief effect is de daling in de aankoopkosten van de palletten. Echter, de aankoopprijs van een houten pallet is niet de werkelijke kost van het uitsturen van een dergelijk pallet omdat deze meerdere keren gebruikt kan worden. Daarnaast moet de handling van de palletten voorzichtiger gebeuren omdat een kartonnen pallet sneller kapot gaat dan een houten pallet. Dit kan zowel als een voor- als nadeel beschouwd worden. Het voordeel is dat de werknemers minder schade berokkenen aan de producten doordat ze voorzichtiger omgaan met de palletten. Daarentegen duren de handelingen langer doordat ze voorzichtiger moeten zijn.

Enkele andere negatieve effecten zijn een daling in de opslagcapaciteit, een stijging in het aantal vrachtwagens dat lege houten palletten naar de packingpools stuurt en een stijging in de reistijd van de order picker door de overtollige kragen die weggebracht moeten worden. Bovendien duurt het halen van een kartonnen pallet momenteel lang in de 10-zone door de ligging en de drukte van het palleteland. Hierdoor verliezen order pickers tijd. Daarenboven moeten de order pickers zelf uit ervaring weten welke grootte van pallet te kiezen aan de hand van de grootte van de bestelling. De reden hiervoor is de vaste maat van de kartonnen palletten. De houten palletten konden vroeger gemakkelijk aangepast worden aan de grootte van de bestelling door ze hoger te maken via kragen. Doordat er soms de verkeerde kartonnen pallet gekozen wordt, stijgt de totale order picktijd omdat de bestelling in dit geval omgeladen moet worden. Deze laatste twee negatieve effecten zullen minder van toepassing zijn wanneer de nieuwe structuur van het magazijn in werking treedt. Ook het afwerken van een kartonnen pallet heeft een negatief effect mits het langer duurt om een kartonnen pallet af te werken dan een houten pallet. Bovendien duurt het ook langer om een kartonnen pallet op te zetten dan een houten pallet. Hierdoor is er een stijging in de

totale tijd nodig om palletten op te zetten. Indien in het magazijn enkel nog gebruik zou worden gemaakt van kartonnen palletten, zou dit een stijging van 23.16 procent teweeg brengen in de totale tijd die nodig is om de palletten op te zetten. Een bijkomend gevolg is dat er momenteel één extra werknemer nodig is om de kartonnen palletten op te zetten in het palleteland. Hierdoor stijgen de loonkosten. Dit zou eventueel opgelost kunnen worden door gebruik te maken van pallet boxen zoals SmartPallet aanbiedt. Deze boxen kunnen namelijk gemakkelijk in elkaar geplooid worden. Op die manier is er geen werknemer meer nodig om de pallet aan de doos vast te nieten.

Het besluit luidt dat momenteel de implementatie van de kartonnen palletten meer nadelen met zich meebrengt voor Scania Parts Logistics, wanneer er gefocust wordt op het magazijn. Echter, de nieuwe structuur van het magazijn zal enkele grote nadelen aanpakken, zoals de ligging van het palleteland en het kiezen van de grootte van de pallet aan de hand van de grootte van de bestelling. Het is niet mogelijk om te concluderen of de implementatie het waard was om te doen door enkel te focussen op het magazijn. Aangezien een aantal invloeden niet op data berusten, is de werkelijke impact moeilijk te vatten. Deze masterproef geeft wel een duidelijk beeld over alle mogelijke invloeden van de implementatie van de kartonnen palletten op het magazijn van Scania Parts Logistics.

De meeste effecten van de implementatie van de kartonnen palletten op het magazijn in deze masterproef vermeld, zijn specifiek naar Scania Parts Logistics gericht. Toch kunnen enkele implicaties veralgemeend worden. Ten eerste kunnen er processen wegvallen doordat klaargemaakte pallet boxen kunnen gebruikt worden. Dit betekent dat er niet meer handmatig een pallet en een doos aan elkaar vastgemaakt moeten worden. Daarnaast krijgen de werknemers geen nagels of splinters meer in hun handen, waardoor de EHBO kosten dalen en de werknemers productiever zijn. Bovendien zijn de aankoopkosten van de kartonnen palletten lager dan deze van de houten palletten. Daarentegen zal het bedrijf de handling van de kartonnen palletten voorzichtiger moeten doen omdat deze palletten gemakkelijker kapot kunnen gaan dan de houten palletten. Ook is er een daling in de beschikbare opslagcapaciteit doordat de kartonnen palletten binnen gestockeerd moeten worden. Ten slotte zullen bedrijven vaker transporten moeten doen met lege houten palletten omdat ze deze niet meer nodig hebben. Dit zou echter tijdelijk zijn indien het bedrijf volledig overstapt naar kartonnen palletten.

Uit de interviews kwamen daarenboven nog enkele andere algemene invloeden van het introduceren van kartonnen palletten op het magazijn naar boven. Deze invloeden gelden echter enkel voor kartonnen palletten die 100 procent uit karton gemaakt zijn en geen houten pallet als basis hebben. Ten eerste zou het kunnen dat de palletrekken waarin de producten gestockeerd worden, aangepast moeten worden. Dit is het geval wanneer de huidige palletrekken niet voldoende ondersteuning bieden aan de kartonnen palletten. Bovendien moet er in sommige gevallen het handling equipment aangepast worden. Dit moet gebeuren wanneer de kartonnen palletten geen standaardmaat hebben. In dat geval kunnen de huidige heftrucks de palletten niet altijd op een stabiele manier verplaatsen en liften.

De implementatie van kartonnen palletten heeft niet enkel gevolgen voor het magazijn. Door de hoofdstukken heen zijn ook invloeden aangehaald op andere gebieden zoals de effecten op het milieu en transport. Het is daarom belangrijk voor een bedrijf om alle gevolgen op alle gebieden te onderzoeken wanneer het graag kartonnen palletten wilt introduceren.

6.2 Kritische bemerkingen en aanbevelingen voor verder onderzoek

Tot op heden is er slechts weinig literatuur te vinden over het gebruik van kartonnen palletten. Vooral over de effecten ervan op het magazijn is nog geen onderzoek uitgevoerd. Het gebruik van de alternatieve palletten is namelijk een nieuwe trend in de transportwereld. De literatuur die wel beschikbaar is, is vaak niet wetenschappelijk van aard. Hopelijk kan deze masterproef een eerste stap zijn in onderzoek rond de effecten van de implementatie van kartonnen palletten op het magazijn.

Om meer informatie te krijgen omtrent de effecten van de implementatie van kartonnen palletten op het magazijn, zijn twee interviews afgenomen. Dit aantal is eigenlijk te weinig om algemene conclusies te kunnen trekken. Indien er meer tijd beschikbaar was om deze masterproef af te werken, zouden er meerdere interviews afgenomen zijn. Dit zou de validiteit van de conclusies kunnen verhogen.

Ook zijn enkele kritische bemerkingen nodig bij de analyses, uitgevoerd in hoofdstuk vijf. Zoals eerder vermeld, zijn de metingen van de picktijd en het afwerken van een pallet slechts in één zone (80-zone) gedaan. Een tweede kritische bemerking is dat de metingen door één enkele persoon zijn uitgevoerd, waardoor de metingen afhankelijk kunnen zijn van deze persoon. Bovendien gedragen mensen zich anders wanneer ze geobserveerd worden. Dit zou de metingen kunnen beïnvloeden hebben. Daarenboven zijn de meeste analyses in een rustige periode in het magazijn gedaan. Het kan zijn dat de analyses in een drukke periode niet geheel overeenkomen met de huidige conclusies over de invloeden van de invoering van de kartonnen palletten op het magazijn. Ook zijn het aantal metingen niet altijd voldoende groot. De analyses in sectie 5.1.1 geven aan of er een significant verschil is in de gemiddelde tijden, maar niet hoe groot dit verschil is. Scania Parts Logistics zou hier verder onderzoek naar kunnen doen. Daarnaast zijn de metingen betreffende het ergonomisch onderzoek subjectief. Vooral de manier waarop de houding van de order picker beoordeeld wordt, kan afhangen van de observerende persoon. De tweede sectie van hoofdstuk vijf haalt enkele invloeden op het magazijn aan die niet statistisch onderzocht zijn, omwille van een tekort aan data. De aangehaalde invloeden zijn dus enkel speculaties. Deze hypothesen zijn meteen een suggestie voor verder onderzoek voor Scania Parts Logistics.

Bovendien zou Scania Parts Logistics kunnen onderzoeken of het invoeren van pallet boxen een opportuniteit biedt. Dit zou namelijk het proces van het opzetten van palletten vergemakkelijken. Ook de ideale ligging van het palletteiland moet nader onderzocht worden. Scania Parts Logistics is hier momenteel al mee bezig zodat het palletteiland een goede ligging heeft wanneer de nieuwe structuur van het magazijn er is. Het bedrijf is eveneens aan het nadenken over de mogelijkheid om de kartonnen palletten die nodig zijn in de 10-zone, in deze zone te stockeren. Het palletteiland

zal namelijk in de toekomst nog verder verwijderd worden van deze zone. De moeilijkheid in dit geval is dat er enerzijds de ruimte voor moet zijn en anderzijds moet iemand verantwoordelijk zijn om deze kartonnen palletten naar de 10-zone te vervoeren. De vraag hierbij is of een extra werknemer dit zal moeten doen of dat een huidige werknemer deze als extra taak zal krijgen. Een mogelijkheid zou kunnen zijn om een extra werknemer aan te werven en deze eveneens verantwoordelijk te stellen voor alle overtollige kragen in de zones zodat de order pickers zich hier niet meer mee moeten bezighouden. Verder zou Scania Parts Logistics de invloeden van de implementatie van de kartonnen palletten op de shipping hal kunnen onderzoeken. De shippers moeten namelijk rekening houden met de stapelsterkte van de kartonnen palletten wanneer de palletten klaar gezet worden voor de shipping. Ook de laders horen hiermee rekening te houden. Bovendien kan het laden ingewikkelder zijn geworden door de vele verschillende maten van palletten en de gelimiteerde stapelsterkte van de kartonnen palletten. Bijgevolg zouden de laders meer training nodig kunnen hebben. Daarenboven zou Scania Parts Logistics de gevolgen kunnen onderzoeken van het volledig overschakelen naar kartonnen palletten. Op die manier zijn er geen retourvrachten meer waardoor de transportkosten zouden dalen. Dit heeft echter ook gevolgen voor leveranciers en klanten. Een andere mogelijkheid voor verder onderzoek voor het bedrijf is het implementeren van herbruikbare kartonnen palletten. Deze palletten hebben het voordeel van de herbruikbaarheid, maar toch zijn ze gemaakt van karton. Het nadeel ervan zijn de retourvrachten. Indien Scania Parts Logistics geïnteresseerd is in de duurzaamheid van de kartonnen palletten ten opzichte van de houten palletten, zou het een life cycle analyse kunnen uitvoeren. De kartonnen palletten zullen hier waarschijnlijk beter uit komen door de lagere CO₂-emissies, minder brandstofverbruik en minder transportbewegingen. Verder kan het bedrijf meer onderzoek verrichten naar de invloeden van de introductie van de kartonnen palletten op het transport.

In het algemeen is er ook verder onderzoek nodig naar de effecten van de implementatie van de kartonnen palletten op het magazijn mits er nog maar weinig onderzoek naar gedaan is. Dit onderzoek kan gaan over wijzigingen in de palletrekken, handling equipment, productiviteit, order pickproces...

Lijst van de geraadpleegde werken

Anderson, D.R., Sweeney, D.J., Williams, T.A., Camm, J.D. & Cochran, J.J. (2017). *Statistics for Business & Economics*. Boston: Cengage Learning.

Azanha, A., Vivaldini, M., Pires, S. & de Camargo Junior, J.B. (2016). Voice picking : analysis of critical factors through a case study in Brazil and the United States. *International Journal of Productivity and Performance Management*, vol 65, p. 723-739.

Ban. (2014). *Beloftevolle Belgische Palletkraft haalt 3,5 Miljoen Euro kapitaal op voor lancering innovatieve eco- palletten voor transport*. Opgevraagd op 5 april, 2015, via www.ban.be.

Baker, P. & Canessa, M. (2009). Warehouse design: A structured approach. *European Journal of Operational Research*, vol 193, p. 425-436.

Battini, D., Faccio, M., Persona, A. & Sgarbossa, F. (2011). New methodological framework to improve productivity and ergonomics in assembly system design. *International Journal of Industrial Ergonomics*, vol 41, p. 30-42.

Battini, D., Glock, C.H., Grosse, E.H., Persona, A. & Sgarbossa, F. (2016). Human energy expenditure in order picking storage assignment: A bi-objective method. *Computers & Industrial Engineering*, vol 94, p. 147-157.

Battini, D., Persona, A. & Sgarbossa, F. (2014). Innovative real-time system to integrate ergonomic evaluations into warehouse design and management. *Computers & Industrial Engineering*, vol 77, p. 1-10.

Bilbao, A.M., Carrano, A.L., Hewitt, M. & Thorne, B.K. (2011). On the environmental impacts of pallet management operations. *Management Research Review*, vol 34, p. 1222-1236.

Caron, F., Marchet, G. & Perego, A. (2000). Optimal layout in low-level picker-to-part systems. *International Journal of Production Research*, vol 38, p. 101-117.

CBA (Corrugated Benelux Association). (2016). *Over golfkarton*. Opgevraagd op 7 november, 2016, via <http://www.golfkarton.org/nl/voordelen-golfkarton>.

Christ, A. & Spielmann, K. (2012). *European database for corrugated board life cycle studies (FEFCO & Cepi ContainerBoard)*. Opgevraagd op 7 november, 2016, via http://www.fefco.org/sites/default/files/documents/LCA%20report%202012_0.pdf.

Cornelissen, J. (2004). Thesis: Studie van de relatie tussen vocht en compressiesterkte van verschillende golfkartonkwaliteiten. *Departement industriële wetenschappen en technologie*.

Creemers, A. & Hens, N. (2013). *Beleidsstatistiek*. Faculteit Bedrijfseconomische Wetenschappen: syllabus Handelsingenieur. U Hasselt.

De Koster, R. (2004). How to assess a warehouse operation in a single tour. *Report, RSM Erasmus University, the Netherlands*.

De Koster, R., Le-Duc, T. & Roodbergen, K.J. (2007). Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European Journal of Operational Research*, vol 182, p. 481-501.

Dharmadhikari, S. (2012). Eco-friendly packaging in supply chain. *Journal of Supply Chain Management*, vol 4, p. 7-18.

DIN (Deutsches Institut für Normung). (2016). *DIN standards Committee Paper, board and pulps*. Opgevraagd op 10 november, 2016, via <http://www.din.de/en/getting-involved/standards-committees/npa/standards/wdc-beuth:din21:225323989>.

Dotoli, M., Epicoco, N., Falagario, M., Costantino, N. & Turchiano, B. (2015). An integrated approach for warehouse analysis and optimization: a case study. *Computers in Industry*, vol 70, p. 56-69.

Elia, V. & Gnani, M.G. (2015). Designing an effective closed loop system for pallet management. *Int. J. Production Economics*, vol 170, p. 730-740.

FEFCO. (2016). *Corrugated packaging*. Opgevraagd op 7 november, 2016, via <http://www.fefco.org/>.

FPInnovations. (2009). *Pallet Trends*. Opgevraagd op 8 maart, 2017, via http://www.valuetowood.ca/imports/pdf/en/market_profiles/2009/Palette-Trends2009.pdf.

Goossens, J. (2012). Paper pallets – specifieke omstandigheden leiden soms tot alternatieve oplossingen. *Fost Plus vzw*, vol oktober, p. 1-2.

Goossens, J. (2011). Transportverpakkingen. *Fost Plus vzw*, vol februari, p 1-6.

Grosse, E.H. & Glock, C.H. (2015). The effect of worker learning on manual order picking processes. *Int. J. Production Economics*, vol 170, p. 882-890.

Hanson, R. & Brolin, A. (2013). A comparison of kitting and continuous supply in in-plant materials supply. *International journal of production research*, vol 51, p. 979-992.

International Molded Fiber Association (IMFA). (2016). *Molded Fiber Packaging applications*. Opgevraagd op 7 maart, 2016, via <http://imfa.org/i4a/pages/index.cfm?pageid=3283>.

Jaspers, L., Lepot, N., Bamps, B. & Nowicki, G. (2015). *Verpakkingsmaterialen 1*. Faculteit Ingenieurswetenschappen: syllabus Industriële ingenieurswetenschappen. U Hasselt.

Jongvoka. (2014). *100% recycleerbaar karton vervangt houten palletten*. Opgevraagd op 5 april, 2015, via <http://www.jongvokazp.be/wp/?p=914>.

Leblanc, R. (2013). *The beginning of paper pallets – a short history*. Opgevraagd op 17 december, 2016, via <http://packagingrevolution.net/the-beginning-of-paper-pallets-a-short-history/>.

Michel, R. (2014). How pallet trends stack up. *Modern Materials Handling*, vol Oktober, p. 28-32.

Michel, R. (2015). Pallets as a reflection of your business. *Modern Materials Handling*, vol September, p. 26-30.

Mid West Packaging Limited. (2011). *History of corrugated packaging*. Opgevraagd op 17 december, 2016, via <http://mwp.ca/about/corrugated-packaging.htm>.

Parikh, P.J. & Meller, R.D. (2008). Selecting between batch and zone order picking strategies in a distribution center. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, vol 44, p. 696-719.

Reinhold, K., Tint, P., Tuulik, V. & Saarik, S. (2008). Innovations at workplace: improvement of ergonomics. *Engineering economics*, vol 5, p. 85-94.

Rimiene, K. (2008). The design and operation of warehouse. *Economics and management*, vol 13, p. 652-658.

Scandinavian pulp, paper and board testing committee. (1991). *Bending stiffness (SCAN-P 65:91)*. http://www.pfi.no/Documents/Scan_test_methods/P/P_65-91.pdf.

Smith, D. (2005). Accountability in EDI systems to prevent employee fraude. *Information systems management*, vol 22, p. 30-38.

Technavio. (2016). *Global Pallet Market 2016-2020*. Opgevraagd op 8 maart, 2017, via <https://www.technavio.com/report/global-warehouse-and-storage-pallet-market>.

Tompkins, J.A., White, J.A., Bozer, Y.A., Frazelle, E.H. & Tanchoco, J.M.A. (2003). *Facilities Planning*. New York: John Wiley & Sons.

Twede, D. (1992). The process of logistical packaging innovation. *Journal of Business Logistics*, vol 13, p. 69-94.



Twede, D. & Selke, S.E.M. (2005). *Cartons, Crates and Corrugated Board. Handbook of paper and wood packaging technology*. Pennsylvania: A DEStech publications book.

Van Eycken, E. (2014,16 januari). Palletkraft wil op termijn produceren in Mechelen. *Het Nieuwsblad*. Opgevraagd op 16 december, 2016, via http://www.nieuwsblad.be/cnt/dmf20140115_00930363.

Vergheze, K. & Lewis, H. (2007). Environmental innovation in industrial packaging: a supply chain approach. *International Journal of Production Research*, vol 45, p. 4381-4401.

Bijlagen

Bijlage 1: Basisscenario voice picking 80-zone

Voice picking Basisscenario 80 zone 	Stoppen 
Welkom < gebruikersnaam > zeg uw nummer 001	(1) Systeem afmelden (ALTIJD AFMELDEN als je definitief stopt met voice picking!) (1a) Werk onderbreken (kan tijdens picking)
Printer? (1) O1	Het aantal bevestigen (volledig aantal) 3 OK (partieel piken) 2 OK
Bevestig printer O1 OK (neen)	2 nog 1 (2) Stockbreuk (=negatieve picking) Commando's
Bevestig test label op printer O1 OK (neen)	Kan NOOIT op het eerste bezoek ML. Eerst herbevoorrading aanvragen! Stockbreuk (2) Controleer 1 in plaats van 2 en stockbreuk OK (neen)
(Geen werk gevonden voor gebruiker 001)	(4) Vorige afdrukken (Na bevestiging verzamel etiket) (5) Selecteer picklijst (zelf aan verzam job selecteren) (8a) (prio) Herbevoorrading X (8a) locatie overslaan
Picklijst 785346 (3) (5) OK Neem job label OK	(8) Start overgeslagen lijnen (8) Stop overgeslagen lijnen (8) Opnieuw afdrukken (<u>na</u> bevestiging verzamel etiket) (9a) Correctie (het laatst ingesproken aantal verbeteren) (9b) Afrapporteren (Vraag je tijdens een pickjob) X (9c) Andere locatie (Je krijgt de eerste buffer) (9d) gang overslaan (volledige gang overslaan) (9e) volgende (volgende picklijst opvragen) (9f) andere printer (kan tijdens picking)
Gang D1 eerste loc. 19 BRAVO 1 (1) OK 19 BRAVO 1 (1)(1a)(8a)(8)(9b) Controle cijfer (4) (8a) (9b) (10) (11) Totaal 2 / (indien OP =rvb) totaal 2 paks van 10 st. (1a) (8a) (8a) (8a) (10) (11) (12) 2 OK (2)(8a)(8a)(9c)(9f) Artikel? Spreek de 3 laatste cijfers van artikelnummer in. Bevestig productlabel (9) OK (4)	(8) Start overgeslagen lijnen (8) Stop overgeslagen lijnen (8) Opnieuw afdrukken (<u>na</u> bevestiging verzamel etiket) (9a) Correctie (het laatst ingesproken aantal verbeteren) (9b) Afrapporteren (Vraag je tijdens een pickjob) X (9c) Andere locatie (Je krijgt de eerste buffer) (9d) gang overslaan (volledige gang overslaan) (9e) volgende (volgende picklijst opvragen) (9f) andere printer (kan tijdens picking)
Controleer 0 skips, 0 in stockbreuk? OK Lijst is afgewerkt zeg OK om door te gaan of systeem afmelden OK (1)	Informatie opvragen (10) Aantal ? (herhaalt de hoeveelheid) (10) Locatie ? (herhaalt de gang + loc.) X (10) Hoeveel nog ? (Nog te piken lijnen voor deze job) (11) Picklijst informatie (type job/lijnen/gewicht/deadline) (12) Artikelnummer (van artikel) (12) Omschrijving (van artikel)
Pauze Als je na een pauze hetzelfde werk zult vorderen. Knop " PAUZE "	Algemene commando's (kunnen altijd) Herhaal (als je (voice) iets niet begrepen hebt) X Talkman menu - volume zachter Talkman menu - volume luider Talkman menu - verdergaan Talkman menu - slapen (= Pauze) X Talkman menu - wakker (= uit pauze) X
Je kan door in het menu van de talkman te zappen allerlei functies bedienen. Vb. Achtergrondlawaai aanpassen Woorden hertrainen Operator kiezen Volume aanpassen Spraaksnelheid aanpassen ...	Geen werk gevonden Geen werk gevonden voor gebruiker 001 OK (1) (5) X Picklijst nummer X (1) Spreek de 3 laatste cijfers van het verzam jobnr. In gevolgd door OK. Indien niet voldoende spreek dan ook de eerste 3 cijfers in gevolgd door OK.
(8) Start overgeslagen lijnen (8) Stop overgeslagen lijnen (8) Opnieuw afdrukken (<u>na</u> bevestiging verzamel etiket) (9a) Correctie (het laatst ingesproken aantal verbeteren) (9b) Afrapporteren (Vraag je tijdens een pickjob) X (9c) Andere locatie (Je krijgt de eerste buffer) (9d) gang overslaan (volledige gang overslaan) (9e) volgende (volgende picklijst opvragen) (9f) andere printer (kan tijdens picking)	(10) Aantal ? (herhaalt de hoeveelheid) (10) Locatie ? (herhaalt de gang + loc.) X (10) Hoeveel nog ? (Nog te piken lijnen voor deze job) (11) Picklijst informatie (type job/lijnen/gewicht/deadline) (12) Artikelnummer (van artikel) (12) Omschrijving (van artikel)
(8) Start overgeslagen lijnen (8) Stop overgeslagen lijnen (8) Opnieuw afdrukken (<u>na</u> bevestiging verzamel etiket) (9a) Correctie (het laatst ingesproken aantal verbeteren) (9b) Afrapporteren (Vraag je tijdens een pickjob) X (9c) Andere locatie (Je krijgt de eerste buffer) (9d) gang overslaan (volledige gang overslaan) (9e) volgende (volgende picklijst opvragen) (9f) andere printer (kan tijdens picking)	Algemene commando's (kunnen altijd) Herhaal (als je (voice) iets niet begrepen hebt) X Talkman menu - volume zachter Talkman menu - volume luider Talkman menu - verdergaan Talkman menu - slapen (= Pauze) X Talkman menu - wakker (= uit pauze) X
(8) Start overgeslagen lijnen (8) Stop overgeslagen lijnen (8) Opnieuw afdrukken (<u>na</u> bevestiging verzamel etiket) (9a) Correctie (het laatst ingesproken aantal verbeteren) (9b) Afrapporteren (Vraag je tijdens een pickjob) X (9c) Andere locatie (Je krijgt de eerste buffer) (9d) gang overslaan (volledige gang overslaan) (9e) volgende (volgende picklijst opvragen) (9f) andere printer (kan tijdens picking)	Geen werk gevonden Geen werk gevonden voor gebruiker 001 OK (1) (5) X Picklijst nummer X (1) Spreek de 3 laatste cijfers van het verzam jobnr. In gevolgd door OK. Indien niet voldoende spreek dan ook de eerste 3 cijfers in gevolgd door OK.
(8) Start overgeslagen lijnen (8) Stop overgeslagen lijnen (8) Opnieuw afdrukken (<u>na</u> bevestiging verzamel etiket) (9a) Correctie (het laatst ingesproken aantal verbeteren) (9b) Afrapporteren (Vraag je tijdens een pickjob) X (9c) Andere locatie (Je krijgt de eerste buffer) (9d) gang overslaan (volledige gang overslaan) (9e) volgende (volgende picklijst opvragen) (9f) andere printer (kan tijdens picking)	Geen werk gevonden Geen werk gevonden voor gebruiker 001 OK (1) (5) X Picklijst nummer X (1) Spreek de 3 laatste cijfers van het verzam jobnr. In gevolgd door OK. Indien niet voldoende spreek dan ook de eerste 3 cijfers in gevolgd door OK.
(8) Start overgeslagen lijnen (8) Stop overgeslagen lijnen (8) Opnieuw afdrukken (<u>na</u> bevestiging verzamel etiket) (9a) Correctie (het laatst ingesproken aantal verbeteren) (9b) Afrapporteren (Vraag je tijdens een pickjob) X (9c) Andere locatie (Je krijgt de eerste buffer) (9d) gang overslaan (volledige gang overslaan) (9e) volgende (volgende picklijst opvragen) (9f) andere printer (kan tijdens picking)	Geen werk gevonden Geen werk gevonden voor gebruiker 001 OK (1) (5) X Picklijst nummer X (1) Spreek de 3 laatste cijfers van het verzam jobnr. In gevolgd door OK. Indien niet voldoende spreek dan ook de eerste 3 cijfers in gevolgd door OK.
(8) Start overgeslagen lijnen (8) Stop overgeslagen lijnen (8) Opnieuw afdrukken (<u>na</u> bevestiging verzamel etiket) (9a) Correctie (het laatst ingesproken aantal verbeteren) (9b) Afrapporteren (Vraag je tijdens een pickjob) X (9c) Andere locatie (Je krijgt de eerste buffer) (9d) gang overslaan (volledige gang overslaan) (9e) volgende (volgende picklijst opvragen) (9f) andere printer (kan tijdens picking)	Geen werk gevonden Geen werk gevonden voor gebruiker 001 OK (1) (5) X Picklijst nummer X (1) Spreek de 3 laatste cijfers van het verzam jobnr. In gevolgd door OK. Indien niet voldoende spreek dan ook de eerste 3 cijfers in gevolgd door OK.
(8) Start overgeslagen lijnen (8) Stop overgeslagen lijnen (8) Opnieuw afdrukken (<u>na</u> bevestiging verzamel etiket) (9a) Correctie (het laatst ingesproken aantal verbeteren) (9b) Afrapporteren (Vraag je tijdens een pickjob) X (9c) Andere locatie (Je krijgt de eerste buffer) (9d) gang overslaan (volledige gang overslaan) (9e) volgende (volgende picklijst opvragen) (9f) andere printer (kan tijdens picking)	Geen werk gevonden Geen werk gevonden voor gebruiker 001 OK (1) (5) X Picklijst nummer X (1) Spreek de 3 laatste cijfers van het verzam jobnr. In gevolgd door OK. Indien niet voldoende spreek dan ook de eerste 3 cijfers in gevolgd door OK.
(8) Start overgeslagen lijnen (8) Stop overgeslagen lijnen (8) Opnieuw afdrukken (<u>na</u> bevestiging verzamel etiket) (9a) Correctie (het laatst ingesproken aantal verbeteren) (9b) Afrapporteren (Vraag je tijdens een pickjob) X (9c) Andere locatie (Je krijgt de eerste buffer) (9d) gang overslaan (volledige gang overslaan) (9e) volgende (volgende picklijst opvragen) (9f) andere printer (kan tijdens picking)	Geen werk gevonden Geen werk gevonden voor gebruiker 001 OK (1) (5) X Picklijst nummer X (1) Spreek de 3 laatste cijfers van het verzam jobnr. In gevolgd door OK. Indien niet voldoende spreek dan ook de eerste 3 cijfers in gevolgd door OK.
(8) Start overgeslagen lijnen (8) Stop overgeslagen lijnen (8) Opnieuw afdrukken (<u>na</u> bevestiging verzamel etiket) (9a) Correctie (het laatst ingesproken aantal verbeteren) (9b) Afrapporteren (Vraag je tijdens een pickjob) X (9c) Andere locatie (Je krijgt de eerste buffer) (9d) gang overslaan (volledige gang overslaan) (9e) volgende (volgende picklijst opvragen) (9f) andere printer (kan tijdens picking)	Geen werk gevonden Geen werk gevonden voor gebruiker 001 OK (1) (5) X Picklijst nummer X (1) Spreek de 3 laatste cijfers van het verzam jobnr. In gevolgd door OK. Indien niet voldoende spreek dan ook de eerste 3 cijfers in gevolgd door OK.
(8) Start overgeslagen lijnen (8) Stop overgeslagen lijnen (8) Opnieuw afdrukken (<u>na</u> bevestiging verzamel etiket) (9a) Correctie (het laatst ingesproken aantal verbeteren) (9b) Afrapporteren (Vraag je tijdens een pickjob) X (9c) Andere locatie (Je krijgt de eerste buffer) (9d) gang overslaan (volledige gang overslaan) (9e) volgende (volgende picklijst opvragen) (9f) andere printer (kan tijdens picking)	Geen werk gevonden Geen werk gevonden voor gebruiker 001 OK (1) (5) X Picklijst nummer X (1) Spreek de 3 laatste cijfers van het verzam jobnr. In gevolgd door OK. Indien niet voldoende spreek dan ook de eerste 3 cijfers in gevolgd door OK.
(8) Start overgeslagen lijnen (8) Stop overgeslagen lijnen (8) Opnieuw afdrukken (<u>na</u> bevestiging verzamel etiket) (9a) Correctie (het laatst ingesproken aantal verbeteren) (9b) Afrapporteren (Vraag je tijdens een pickjob) X (9c) Andere locatie (Je krijgt de eerste buffer) (9d) gang overslaan (volledige gang overslaan) (9e) volgende (volgende picklijst opvragen) (9f) andere printer (kan tijdens picking)	Geen werk gevonden Geen werk gevonden voor gebruiker 001 OK (1) (5) X Picklijst nummer X (1) Spreek de 3 laatste cijfers van het verzam jobnr. In gevolgd door OK. Indien niet voldoende spreek dan ook de eerste 3 cijfers in gevolgd door OK.
(8) Start overgeslagen lijnen (8) Stop overgeslagen lijnen (8) Opnieuw afdrukken (<u>na</u> bevestiging verzamel etiket) (9a) Correctie (het laatst ingesproken aantal verbeteren) (9b) Afrapporteren (Vraag je tijdens een pickjob) X (9c) Andere locatie (Je krijgt de eerste buffer) (9d) gang overslaan (volledige gang overslaan) (9e) volgende (volgende picklijst opvragen) (9f) andere printer (kan tijdens picking)	Geen werk gevonden Geen werk gevonden voor gebruiker 001 OK (1) (5) X Picklijst nummer X (1) Spreek de 3 laatste cijfers van het verzam jobnr. In gevolgd door OK. Indien niet voldoende spreek dan ook de eerste 3 cijfers in gevolgd door OK.

VEILIGHEID!!!!!! Ook al heb je je headset op, wees steeds alert in het verkeer!!!!!!

Printer voice = W28T

Bijlage 2: Vragenlijst SmartPallet

Korte uitleg over het interview:

- Schets het doel van het onderzoek en het kader waarin het past
- Vraag toestemming voor het maken van opnames en overloop de afspraken mbt anonimiteit & vertrouwelijkheid

Vragen:

1. Kan u zich kort voorstellen?
2. Denkt u dat het gebruik van kartonnen palletten eerder een Belgisch fenomeen is of breder?
3. Zien jullie een bepaalde evolutie in het gebruik van de kartonnen palletten? En wat denken jullie naar de toekomst toe?
4. Jullie zijn in maart 2014 opgestart. Waren jullie één van de eerste producenten in België? Wie was de eerste producent?
5. Jullie hebben vooral klanten in Europa?
 - a. In welke landen zijn jullie vooral actief?
 - b. Wie zijn deze klanten?
6. Wie beschouwen jullie als de absolute concurrent? In België? In Europa?
7. Welk type kartonnen palletten gebruiken jullie?
 - a. Welk soort karton? Specificaties?
 - b. Afmetingen?
 - c. Kan u iets zeggen over de maximale dynamische stapellading? Of de gemiddelde BCT waarde van het karton? Of de Edge crush test?
8. Maken jullie gebruik van wet strength kraft liners?
 - a. Is er een verschil met gewone kraft liners?
 - b. Is de pallet zo veel beter bestand tegen vocht?
 - c. Hoe wordt dit gemaakt?
9. Waarvoor worden jullie kartonnen palletten gebruikt? Wat zijn de soort producten dat jullie verpakken met jullie kartonnen palletten? Hoeveel wegen deze producten? Zware of lichte gewichten?
10. Welk materiaal gebruikten jullie klanten vóór de kartonnen palletten?
11. Waarom hebben jullie klanten gekozen voor kartonnen palletten?
12. Hoe verliep de overschakeling van de vorige palletten naar de huidige kartonnen palletten voor jullie klanten?
13. Wat waren de verwachtingen van de klanten vooraf qua voordelen van de kartonnen palletten? Wat zijn de bevindingen achteraf?
 - a. Gewicht – transportkosten?
 - b. Aankoopkosten? Goedkoper dan vorige pallet?
 - c. Herbruikbare grondstof?
 - d. Gemakkelijk te snijden, vouwen, plakken en bedrukken?
 - e. Gemakkelijk in gebruik of niet?
14. Wat waren de verwachtingen van de klanten vooraf qua nadelen van de kartonnen palletten? Wat zijn de bevindingen achteraf?

- a. Kenmerken zoals stapelsterkte?
 - b. Brandbaarheid?
 - c. Vochtigheid?
15. Heeft de implementatie van de kartonnen palletten een invloed gehad op het proces in het magazijn van de klant?
- a. Reistijd order picker?
 - b. Bij de verpakking van de kartonnen pallet? (Plakband + strappen)
 - c. Ergonomie?
 - d. Zijn er extra activiteiten bijgekomen zoals plooien, klaarzetten...
 - e. Zijn er andere activiteiten die verdwenen zijn?
16. Komen de palletten in retour of is het one way?
17. Als u denkt aan het totaalplaatje, wegen de voordelen op tegen de nadelen? En financieel?
18. Is er nog iets wat u zou willen toevoegen?

Bijlage 3: Vragenlijst Ikea

Korte uitleg over het interview:

- Schets het doel van het onderzoek en het kader waarin het past
- Vraag toestemming voor het maken van opnames en overloop de afspraken mbt anonimiteit & vertrouwelijkheid

Vragen:

1. Kan u zich kort voorstellen?
2. Denkt u dat het gebruik van kartonnen palletten eerder een Belgisch fenomeen is of breder?
3. Zien jullie een bepaalde evolutie in het gebruik van de kartonnen palletten? En wat denken jullie naar de toekomst toe?
4. Welk type kartonnen palletten gebruiken jullie?
 - a. Welk soort karton? Specificaties?
 - b. Afmetingen?
 - c. Hoeveel gewicht kan jullie kartonnen pallet dragen?
 - d. Kan u iets zeggen over de maximale dynamische stapellading? Of de gemiddelde BCT waarde van het karton? Of de Edge crush test?
5. Welk materiaal gebruikten jullie vóór de kartonnen palletten?
6. Waarom hebben jullie gekozen voor kartonnen palletten?
7. Hoe verliep de overschakeling van de vorige palletten naar de huidige kartonnen palletten?
8. Wat waren de verwachtingen vooraf qua voordelen van de kartonnen palletten? Wat zijn de bevindingen achteraf?
 - a. Gewicht – transportkosten?
 - b. Aankoopkosten? Goedkoper dan vorige pallet?
 - c. Herbruikbare grondstof?
 - d. Gemakkelijk te snijden, vouwen, plakken en bedrukken?
 - e. Gemakkelijk in gebruik of niet?
9. Wat waren de verwachtingen vooraf qua nadelen van de kartonnen palletten? Wat zijn de bevindingen achteraf?
 - a. Kenmerken zoals stapelsterkte?
 - b. Brandbaarheid?
 - c. Vochtigheid?
10. Heeft de implementatie van de kartonnen palletten een invloed gehad op het proces in het magazijn?
 - a. Reistijd order picker?
 - b. Bij de verpakking van de kartonnen pallet? (Plakband + strappen)
 - c. Ergonomie?
 - d. Zijn er extra activiteiten bijgekomen zoals plooiën, klaarzetten...
 - e. Zijn er andere activiteiten die verdwenen zijn?
11. Komen de palletten in retour of is het one way?
12. Als u denkt aan het totaalplaatje, wegen de voordelen op tegen de nadelen? En financieel?
13. Is er nog iets wat u zou willen toevoegen?

Bijlage 4: Data picktijden

1) Beschrijving data picktijden indien er gepickt wordt met een kartonnen pallet

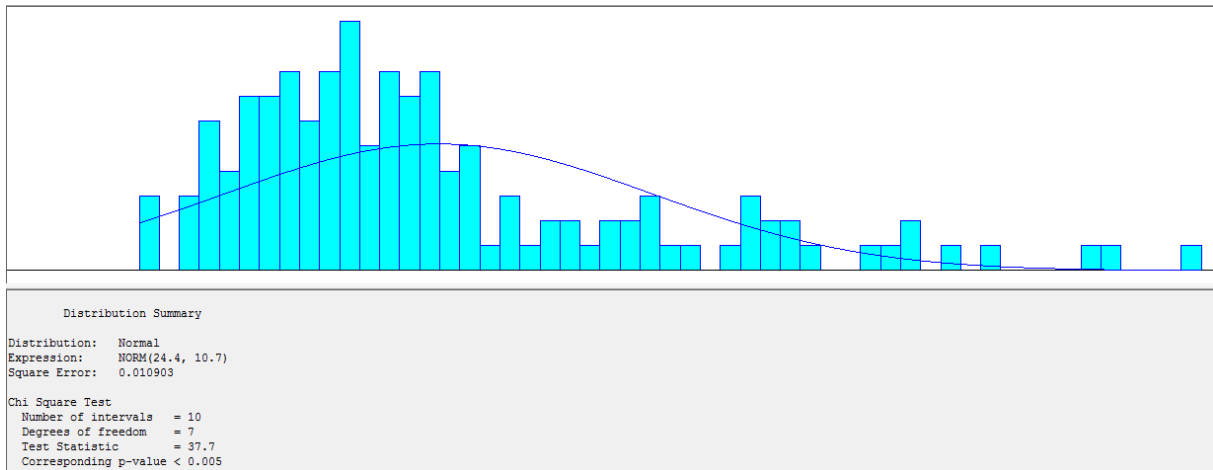
Gemiddelde	24.40441176
Standaardfout	0.917713524
Mediaan	22
Modus	20
Standaarddeviatie	10.70228683
Steekproefvariantie	114.5389434
Kurtosis	1.534351802
Scheefheid	1.341684777
Bereik	52
Minimum	10
Maximum	62
Som	3 319
Aantal	136

2) Beschrijving data picktijden indien er gepickt wordt met een houten pallet

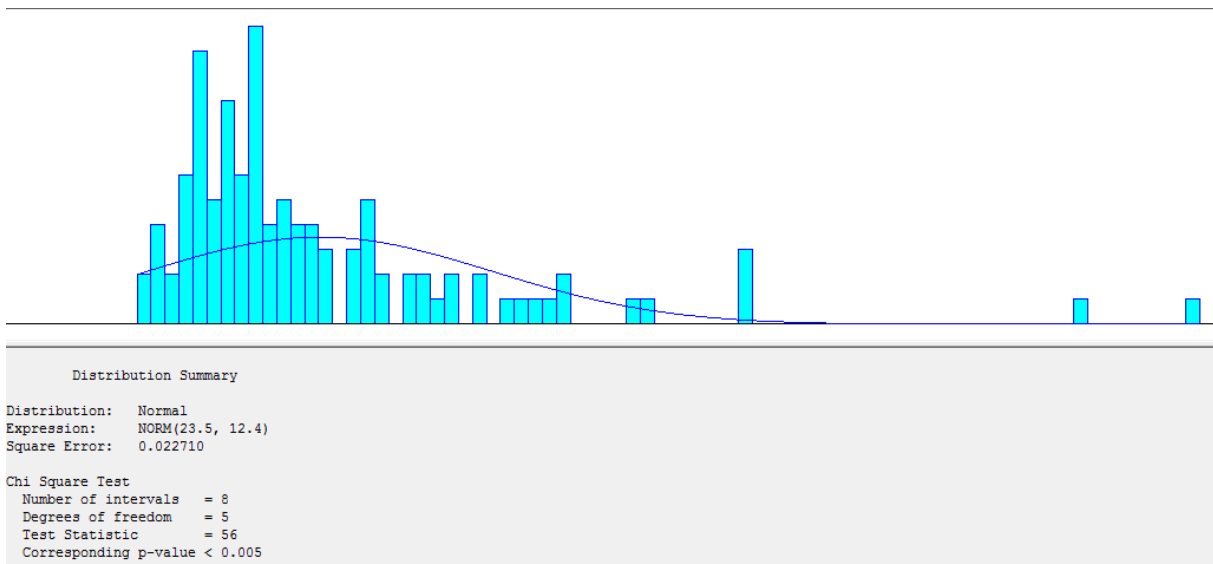
Gemiddelde	23.53211009
Standaardfout	1.189386237
Mediaan	19
Modus	19
Standaarddeviatie	12.41755687
Steekproefvariantie	154.1957187
Kurtosis	8.412998979
Scheefheid	2.534085735
Bereik	75
Minimum	11
Maximum	86
Som	2 565
Aantal	109

3) Normaliteit data: histogram en normale curve

Picktijden kartonnen pallet



Picktijden houten pallet



4) F-test

Het toetsingsprobleem van de F-test ziet er als volgt uit:

$$H_0: \sigma_{hout}^2 = \sigma_{karton}^2$$

versus

$$H_1: \sigma_{hout}^2 \neq \sigma_{karton}^2$$

F-toets: twee steekproeven voor varianties		
	Hout	Karton
Gemiddelde	23.54805556	24.41948148
Variantie	142.5685037	107.424105
Waarnemingen	108	135
Vrijheidsgraden	107	134
F	1.327155611	
P(F<=f) eenzijdig	0.060217303	
Kritisch gebied van F-toets: eenzijdig	1.349627756	

5) t-test

Het toetsingsprobleem van de eenzijdige t-test ziet er als volgt uit:

$$H_0: \mu_{hout} \leq \mu_{karton} \quad \text{versus} \quad H_1: \mu_{hout} > \mu_{karton}$$

Het toetsingsprobleem van de tweezijdige t-test ziet er als volgt uit:

$$H_0: \mu_{hout} = \mu_{karton} \quad \text{versus} \quad H_1: \mu_{hout} \neq \mu_{karton}$$

T-toets: twee steekproeven met gelijke varianties		
	Hout	Karton
Gemiddelde	23.54805556	24.41948148
Variantie	142.5685037	107.424105
Waarnemingen	108	135
Gepaarde variatie	123.0276347	
Schatting van verschil tussen gemiddelden	0	
Vrijheidsgraden	241	
T- statistische gegevens	-0.608561908	
P(T<=t) eenzijdig	0.271694004	
Kritiek gebied van T-toets: eenzijdig	1.651200843	
P(T<=t) tweezijdig	0.543388009	
Kritiek gebied van T-toets: tweezijdig	1.969856213	

Bijlage 5: Data halen van pallet in de 80-zone

1) Beschrijving data kartonnen pallet halen

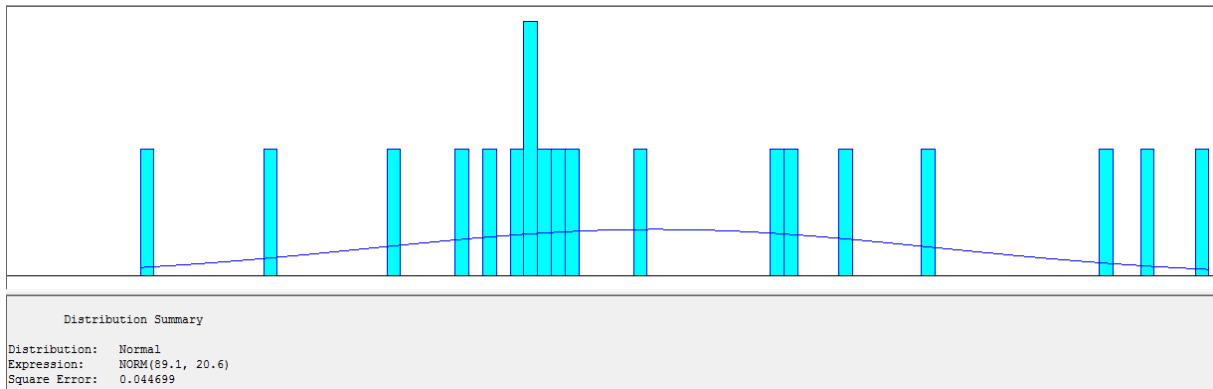
Gemiddelde	89.10526316
Standaardfout	4.844901303
Mediaan	82
Modus	80
Standaarddeviatie	21.11843517
Steekproefvariantie	445.9883041
Kurtosis	-0.326964239
Scheefheid	0.455306942
Bereik	77
Minimum	52
Maximum	129
Som	1 693
Aantal	19

2) Beschrijving data houten pallet halen

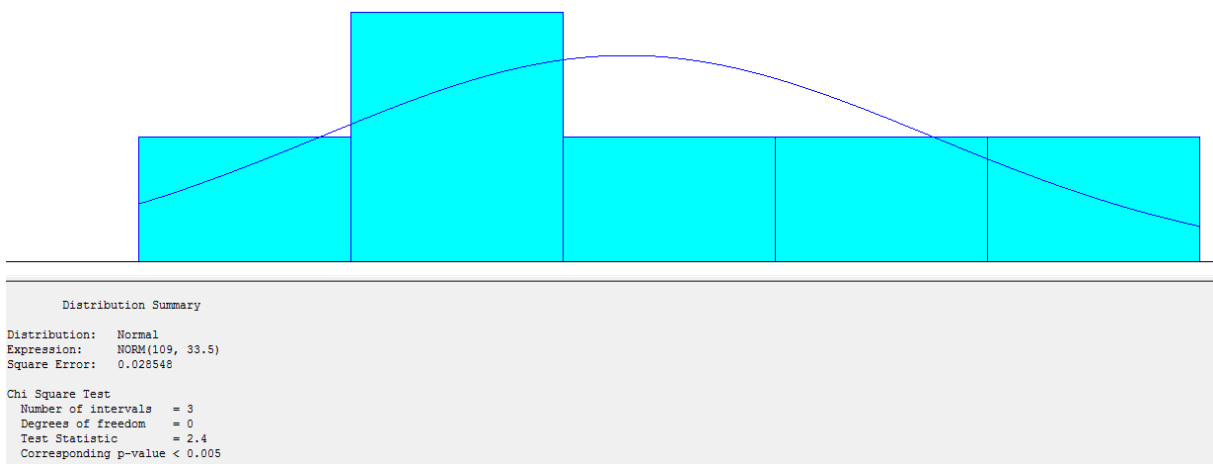
Gemiddelde	109.3333333
Standaardfout	6.984108947
Mediaan	103.5
Modus	87
Standaarddeviatie	34.21500645
Steekproefvariantie	1 170.666667
Kurtosis	-0.820704055
Scheefheid	0.39118267
Bereik	116
Minimum	56
Maximum	172
Som	2 624
Aantal	24

3) Normaliteit data: histogram en normale curve

Halen van kartonnen pallet



Halen van houten pallet



4) F-test

Het toetsingsprobleem van de F-test ziet er als volgt uit:

$$H_0: \sigma_{hout}^2 = \sigma_{karton}^2 \quad \text{versus} \quad H_1: \sigma_{hout}^2 \neq \sigma_{karton}^2$$

F-toets: twee steekproeven voor varianties		
	Hout	Karton
Gemiddelde	109.4095652	89.10666667
Variantie	937.3342498	347.8044588
Waarnemingen	23	18
Vrijheidsgraden	22	17
F	2.695003546	
P(F<=f) eenzijdig	0.020585831	
Kritisch gebied van F-toets: eenzijdig	2.208388091	

5) t-test

Het toetsingsprobleem van de eenzijdige t-test ziet er als volgt uit:

$$H_0: \mu_{hout} \leq \mu_{karton}$$

versus

$$H_1: \mu_{hout} > \mu_{karton}$$

T-toets: twee steekproeven met ongelijke varianties		
	Hout	Karton
Gemiddelde	109.4095652	89.10666667
Variatie	937.3342498	347.8044588
Waarnemingen	23	18
Schatting van verschil tussen gemiddelden	0	
Vrijheidsgraden	37	
T- statistische gegevens	2.619431583	
P(T<=t) eenzijdig	0.006347705	
Kritiek gebied van T-toets: eenzijdig	1.68709362	
P(T<=t) tweezijdig	0.012695411	
Kritiek gebied van T-toets: tweezijdig	2.026192463	

Bijlage 6: Data halen van pallet in de 10-zone

1) Beschrijving data kartonnen pallet halen

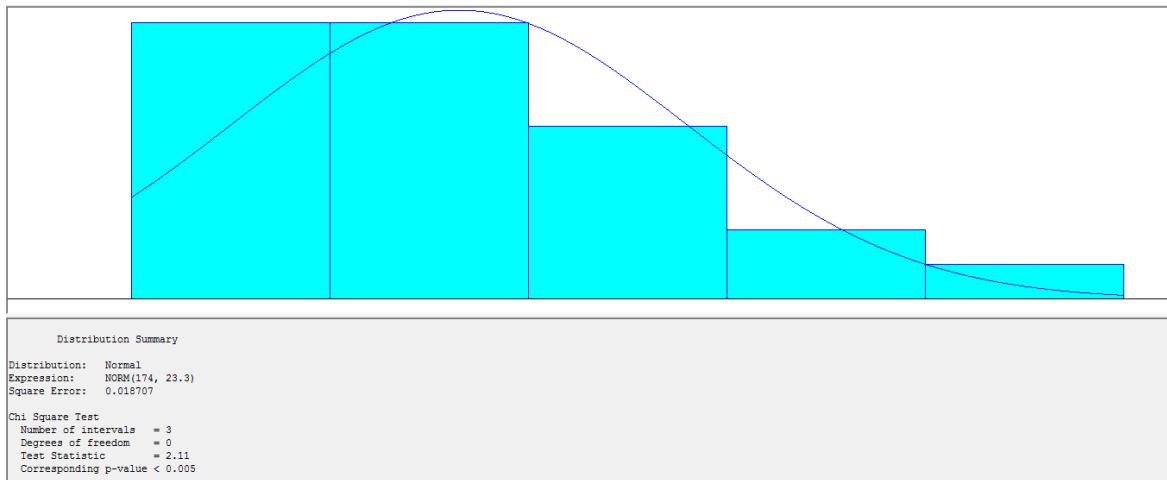
Gemiddelde	173.6666667
Standaardfout	4.863225903
Mediaan	173
Modus	165
Standaarddeviatie	23.82484393
Steekproefvariantie	567.6231884
Kurtosis	1.548912987
Scheefheid	0.976736381
Bereik	102
Minimum	140
Maximum	242
Som	4 168
Aantal	24

2) Beschrijving data houten pallet halen

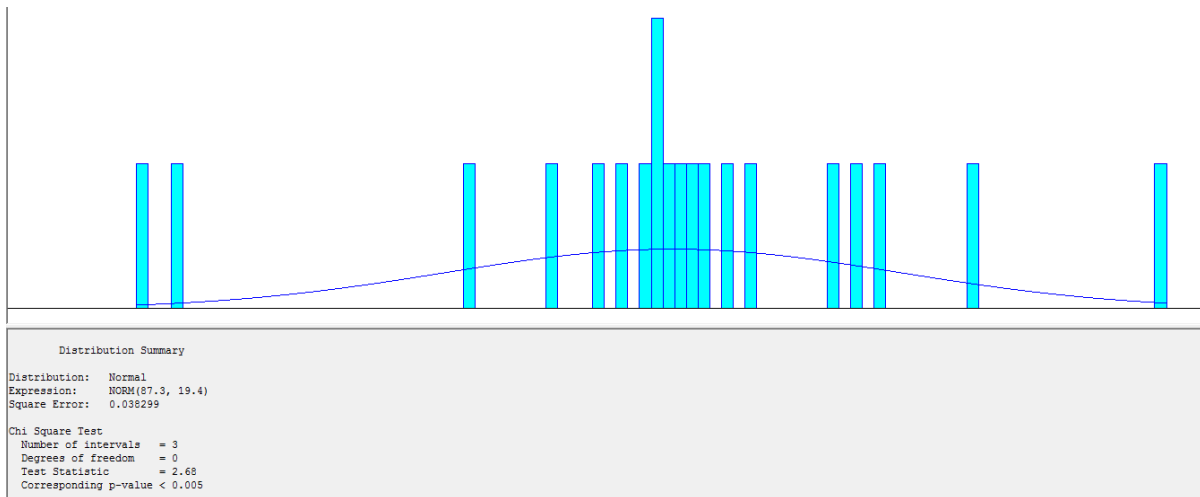
Gemiddelde	87.3
Standaardfout	4.453916077
Mediaan	87.5
Modus	86
Standaarddeviatie	19.91851823
Steekproefvariantie	396.7473684
Kurtosis	1.587991912
Scheefheid	-0.542872168
Bereik	87
Minimum	42
Maximum	129
Som	1 746
Aantal	20

3) Normaliteit data: histogram en normale curve

Halen van kartonnen pallet



Halen van houten pallet



4) F-test

Het toetsingsprobleem van de F-test ziet er als volgt uit:

$$H_0: \sigma_{hout}^2 = \sigma_{karton}^2$$

versus

$$H_1: \sigma_{hout}^2 \neq \sigma_{karton}^2$$

F-toets: twee steekproeven voor varianties		
	Karton	Hout
Gemiddelde	173.6678261	87.30052632
Variance	460.4166632	312.2827386
Waarnemingen	23	19
Vrijheidsgraden	22	18
F	1.47435835	
P(F<=f) eenzijdig	0.203298818	
Kritisch gebied van F-toets: eenzijdig	2.168473511	

5) t-test

Het toetsingsprobleem van de eenzijdige t-test ziet er als volgt uit:

$$H_0: \mu_{karton} \leq \mu_{hout}$$

versus

$$H_1: \mu_{karton} > \mu_{hout}$$

T-toets: twee steekproeven met gelijke varianties		
	Karton	Hout
Gemiddelde	173.6678261	87.30052632
Variantie	460.4166632	312.2827386
Waarnemingen	23	19
Gepaarde variatie	393.7563972	
Schatting van verschil tussen gemiddelden	0	
Vrijheidsgraden	40	
T- statistische gegevens	14.03949879	
P(T<=t) eenzijdig	2.38509E-17	
Kritiek gebied van T-toets: eenzijdig	1.683851013	
P(T<=t) tweezijdig	4.77018E-17	
Kritiek gebied van T-toets: tweezijdig	2.02107539	

Bijlage 7: Data afwerken van pallet

1) Beschrijving data kartonnen pallet afwerken

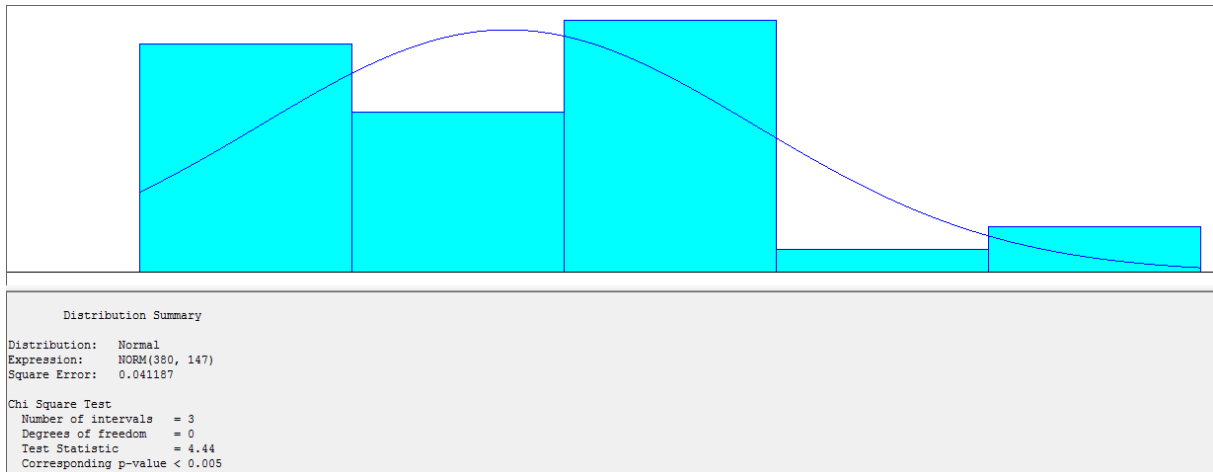
Gemiddelde	379.7419
Standaardfout	26.86846
Mediaan	395
Modus	433
Standaarddeviatie	149.5972
Steekproefvariantie	22 379.33
Kurtosis	0.624954
Scheefheid	0.653661
Bereik	631
Minimum	161
Maximum	792
Som	11 772
Aantal	31

2) Beschrijving data houten pallet afwerken

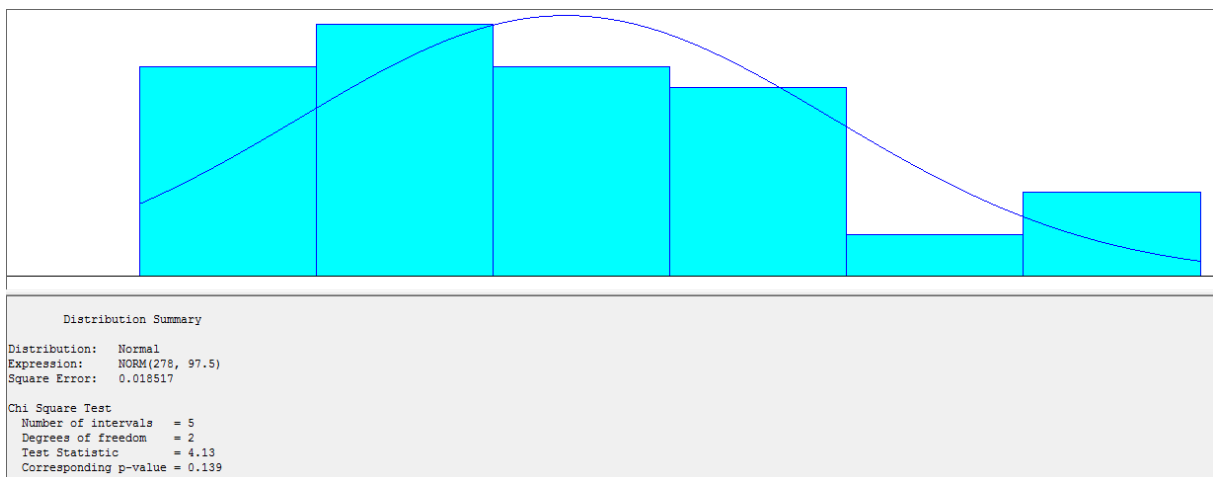
Gemiddelde	277.8085
Standaardfout	14.37201
Mediaan	277
Modus	277
Standaarddeviatie	98.52954
Steekproefvariantie	9 708.071
Kurtosis	-0.18484
Scheefheid	0.584
Bereik	388
Minimum	122
Maximum	510
Som	13 057
Aantal	47

3) Normaliteit data: histogram en normale curve

Afwerken van kartonnen pallet



Afwerken van houten pallet



4) F-test

Het toetsingsprobleem van de F-test ziet er als volgt uit:

$$H_0: \sigma_{hout}^2 = \sigma_{karton}^2 \quad \text{versus} \quad H_1: \sigma_{hout}^2 \neq \sigma_{karton}^2$$

F-toets: twee steekproeven voor varianties		
	Karton	Hout
Gemiddelde	379.7366667	277.8085106
Variantie	18 828.02975	9 708.07123
Waarnemingen	30	47
Vrijheidsgraden	29	46
F	1.939420232	
P(F<=f) eenzijdig	0.021721736	
Kritisch gebied van F-toets: eenzijdig	1.714039563	

5) t-test

Het toetsingsprobleem van de eenzijdige t-test ziet er als volgt uit:

$$H_0: \mu_{karton} \leq \mu_{hout}$$

versus

$$H_1: \mu_{karton} > \mu_{hout}$$





T-toets: twee steekproeven met ongelijke varianties		
	Karton	Hout
Gemiddelde	379.7366667	277.8085106
Variantie	18 828.02975	9 708.07123
Waarnemingen	30	47
Schatting van verschil tussen gemiddelden	0	
Vrijheidsgraden	48	
T- statistische gegevens	3.529153976	
P(T<=t) eenzijdig	0.000465265	
Kritiek gebied van T-toets: eenzijdig	1.677224196	
P(T<=t) tweezijdig	0.000930529	
Kritiek gebied van T-toets: tweezijdig	2.010634758	

Bijlage 8: Beoordeling risico lichaamsbelasting (Reinhold et al., 2008)

1) Beoordeling van de lading

Weight of the load to be handled (men)	Weight of the load to be handled (women)	Assessment on weight (points)
< 10 kg	< 5 kg	1
10–20 kg	5–10 kg	2
20–30 kg	10–15 kg	4
30–40 kg	15–25 kg	8
≥ 40 kg	≥ 25 kg	10

2) Beoordeling van de houding van de order picker

Illustrative figure	Assessment on posture (points)
 standing posture, the upper body is neither turned nor bent; the load is held against the body; standing posture or few steps are made	1, slight
 upper body is bent front up to 300° or bowed posture; the load could not be held against the body or it will be lifted above the shoulders; sitting or standing	2, moderate
 upper body is bent front up to 300 or bowed posture; the load could not be held against the body or it will be lifted above the shoulders; sitting or standing	4, high
 turned upper body bowed far front; the load could not be held against the body; standing on the unstable footing, kneeling or crouching	8, peak

3) Beoordeling van de werkomgeving

Ergonomic conditions of work environment	Assessment on conditions (points)
– sufficient space for work – the floor is even and not slippery; – good lighting	0
– insufficient space for work: work space less than 1.5 m ³ , low ceiling etc. – unstable posture; slippery, uneven or slanting floor	1

4) Beoordeling van de duur van de handeling

Regularly repeated handling of loads	Summary time for holding or carrying the loads	Time assessment (points)
< 10 times in shift	< 30 min	1
10–40 times in shift	30 min – 1 hour	2
40–200 times in shift	1 hour – 3 hours	4
200–500 times in shift	3 hours – 5 hours	6
≥ 500 times in shift	≥ 5 hours	8

5) Bepaling van het risico van de lichaamsbelasting bij het heffen

Risk rate	Risk level	Description of health risk and necessary action
< 10	1	Minor burden, minor health risk
10–25	2	<ul style="list-style-type: none"> – moderate burden – certain category of workers might be overburdened, whereas their work should be reorganized and the workplace ergonomically rearranged
25–50	3	<ul style="list-style-type: none"> – major burden – occurrence of potential physical overburden of also physically fit worker – changes in work organization and ergonomic rearrangement of workplace needed
≥ 50	4	<ul style="list-style-type: none"> – to complete the work up to making rearrangements – excessive burden – obvious physical overburden – changes in work organization and ergonomic rearrangement of workplace needed

Bijlage 9: De enquête afgenomen bij de order pickers van Scania Parts Logistics

1. Enquête

Enquête ergonomie werknemers

Omcirkel wat het meeste van toepassing is voor u.

1. Hoe beoordeelt u de belasting voor uw lichaam wanneer u pickt met een houten pallet? (5 = meest zware belasting)

1 2 3 4 5

2. Hoe beoordeelt u de belasting voor uw lichaam wanneer u pickt met een kartonnen pallet? (5 = meest zware belasting)

1 2 3 4 5

3. Hoe beoordeelt u de belasting voor uw lichaam wanneer u een houten pallet moet ophalen om te picken? (5 = meest zware belasting)

1 2 3 4 5

4. Hoe beoordeelt u de belasting voor uw lichaam wanneer u een kartonnen pallet moet ophalen om te picken? (5 = meest zware belasting)

1 2 3 4 5

5. Welke pallet verkiest u?

Hout Karton

6. Bent u een man of een vrouw?

M V

2. Resultaten

Picken met hout		
Beoordeling	Aantal van M/V	Percentage
1	2	7.69%
2	8	30.77%
3	9	34.62%
4	7	26.92%
5	0	0.00%

Picken met karton		
Beoordeling	Aantal van M/V	Percentage
1	2	7.69%
2	8	30.77%
3	11	42.31%
4	4	15.38%
5	1	3.85%

Houten pallet nemen		
Beoordeling	Aantal van M/V	Percentage
1	3	11.54%
2	8	30.77%
3	9	34.62%
4	3	11.54%
5	3	11.54%

Kartonnen pallet nemen		
Beoordeling	Aantal van M/V	Percentage
1	5	19.23%
2	7	26.92%
3	9	34.62%
4	3	11.54%
5	2	7.69%

Verkozen pallet		
	Aantal van M/V	Percentage
Hout	18	69.23%
Karton	8	30.77%

Bijlage 10: Gemiddelde tijd nodig om een pallet op te zetten/af te breken

Type	Opzetten (sec)		Afbreken (sec)
	Hout	Karton	Hout
E11/711	13.83	47.43	18.00
E12/712	28.67	49.94	28.00
E13/713	39.20	43.61	38.00
E14/714	51.88	49.20	48.00
H21/721	24.73	52.62	/
H22/722	37.06	64.38	/
H23/723	52.82	66.40	/
Deksel	5	/	/

Bijlage 11: Aantal palletten die in de eerste drie maanden van 2017 uitgestuurd werden

Houten pallet	Aantal	Kartonnen pallet	Aantal
H21	4 883	721	10 047
H22	19 666	722	8 630
H23	4 137	723	1 916
E11	3 104	711	1 278
E12	13 685	712	6 845
E13	8 391	713	4 120
E14	6 008	714	2 219
SOM	59 874	SOM	35 055

Auteursrechtelijke overeenkomst

Ik/wij verlenen het wereldwijde auteursrecht voor de ingediende eindverhandeling:
**Het effect van de implementatie van kartonnen palletten in het magazijn:
gevalstudie Scania Parts Logistics**

Richting: **master in de toegepaste economische wetenschappen:
handelsingenieur-operationeel management en logistiek**
Jaar: **2017**

in alle mogelijke mediaformaten, - bestaande en in de toekomst te ontwikkelen - , aan de Universiteit Hasselt.

Niet tegenstaand deze toekenning van het auteursrecht aan de Universiteit Hasselt behoud ik als auteur het recht om de eindverhandeling, - in zijn geheel of gedeeltelijk -, vrij te reproduceren, (her)publiceren of distribueren zonder de toelating te moeten verkrijgen van de Universiteit Hasselt.

Ik bevestig dat de eindverhandeling mijn origineel werk is, en dat ik het recht heb om de rechten te verlenen die in deze overeenkomst worden beschreven. Ik verklaar tevens dat de eindverhandeling, naar mijn weten, het auteursrecht van anderen niet overtreedt.

Ik verklaar tevens dat ik voor het materiaal in de eindverhandeling dat beschermd wordt door het auteursrecht, de nodige toelatingen heb verkregen zodat ik deze ook aan de Universiteit Hasselt kan overdragen en dat dit duidelijk in de tekst en inhoud van de eindverhandeling werd genotificeerd.

Universiteit Hasselt zal mij als auteur(s) van de eindverhandeling identificeren en zal geen wijzigingen aanbrengen aan de eindverhandeling, uitgezonderd deze toegelaten door deze overeenkomst.

Voor akkoord,

Nelissen, Linse

Datum: **8/06/2017**